

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

Брасовский промышленно-экономический техникум

Опутин К.В.

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Учебное пособие

Брянская область 2015

УДК 372.862
ББК 74.57
О 60

Опутин, К.В. Геодезическое обеспечение промышленного и гражданского строительства: учебное пособие / К.В. Опутин. – Брянск: ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015. – 118 с.

Учебное пособие составлено по основным темам учебной дисциплины Геодезическое обеспечение промышленного и гражданского строительства по которым не достаточно информационного материала для усвоения дисциплины. Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 21.02.04 Землеустройство

Рецензенты

Опутина В.В., преподаватель технических дисциплин (Брасовский филиала ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Другова Г.Е., методист (Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Рекомендовано к изданию решением учебно-методическим советом филиала ФГБОУ ВО «Брянский аграрный университет» - Брасовский промышленно-экономический техникум от 25.05.2015 года, протокол № 5.

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015
© Опутин К.В., 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Геодезические приборы применяемые при нулевом цикле строительства	4
1.1. Угломерные приборы	4
1.2. Приборы для измерения превышений и отметок	9
2. Поверки геодезических инструментов	15
2.1 Поверки теодолитов	15
2.2 Поверки нивелиров	19
3. Проектирование вертикальной планировки участка под горизонтальную плоскость	25
3.1 Основные задачи вертикальной планировки	25
3.2 Нивелирование поверхности по квадратам, проектирование площадки	29
3.3 Техника безопасности при производстве геодезических работ на строительной площадке.	33
4. Назначение и организация разбивочных работ	39
5. Вынос в натуру проектных углов и длин линий	43
6. Вынос в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона	45
7. Способы разбивочных работ	49
8. Составление проект-схемы построения плановой и высотной основы	52
8.1 Полевые и камеральные работы	52
8.2. Проектирование методов измерений и способов построения проектных точек	61
9. Проектирование геодезических построений на монтажном горизонте	68
9.1 Построение плановой и высотной основы	68
9.2. Детальные разбивочные работы на монтажном горизонте	72
10. Геодезические приборы, рекомендуемые к применению для детальных разбивочных работ	78
10.1 Приборы для измерения линий и отметок	78
10.2 Приборы, применяемые при построении углов	83
11. Геодезические работы при планировке и застройке городов	91
11.1. Планировка и проектирование городской территории	91
11.2. Составление и расчеты проекта красных линий	92
11.3. Вынесение в натуру и закрепление красных линий, осей проездов, зданий и сооружений	96
11.4. Составление плана организации рельефа	98
11.5. Составление плана земляных масс	102
11.6. Вынесение в натуру проекта организации рельефа	103
12. Наблюдение за деформацией сооружений	105
12.1. Виды деформаций и причины их возникновения	105
12.2. Задачи и организация наблюдений	106
12.3. Точность и периодичность наблюдений	107
12.4. Основные типы геодезических знаков и их размещение	108
12.5. Наблюдения за осадками сооружений	110
12.6. Наблюдения за горизонтальными смещениями сооружений	112
12.7. Наблюдения за кренами, трещинами и оползнями	114
12.8. Обработка и анализ результатов наблюдений	116
Список рекомендованной литературы	117

1.1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ НУЛЕВОМ ЦИКЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1. Угломерные приборы

Основными угломерными инструментами, применяемыми для геодезического обслуживания строительства, являются теодолиты. В настоящее время в нашей стране изготавливаются теодолиты следующих типов: Т-05, Т-1, Т-5, Т-10, Т-20 и Т-30. Особенно удобны на строительной площадке электронные тахеометры типа 3Та5, выпускаемые Уральским оптико-механическим заводом. Ниже рассматриваются марки теодолитов, которые с успехом могут применяться на строительной площадке для создания геодезического разбивочного обоснования, выноса в натуру основных осей и детальной разбивки их, геодезического контроля при монтаже конструкций и т. д. В табл. 1 приведены основные технические характеристики этих теодолитов.

Точный оптический теодолит Т-2 (рис. 1) позволяет измерять горизонтальные и вертикальные углы со средней квадратической ошибкой не более $\pm 2''$ одним полным приемом, а параллельные — $\pm 0,3'' - 0,5''$. При использовании горизонтального жезла типа Бала можно с помощью теодолита Т-2 измерять горизонтальные проложения с точностью от 1 : 2000 до 1 : 20 000 для расстояний соответственно от 200 до 30 м. Теодолит Т-2 позволяет производить измерение вертикальных углов с точностью, обеспечивающей определение превышений со средней квадратической ошибкой 5 мм на 10 м, что соответствует требованиям нивелирования IV класса.

Как следует из точностных данных, теодолит Т-2 может найти широкое применение при создании строительных геодезических сеток, специального разбивочного обоснования под отдельные крупногабаритные здания и сооружения (длиной более 500 м), для выверки прямолинейности прецизионного технологического оборудования в плане, для передачи проектных отметок на высокие и труднодоступные инженерные сооружения

Теодолит приспособлен для измерения углов в ходах полигонометрии по трехштативному способу. Изготавливается теодолит в двух вариантах — с электрическим освещением (для работы в закрытых помещениях и ночью) и

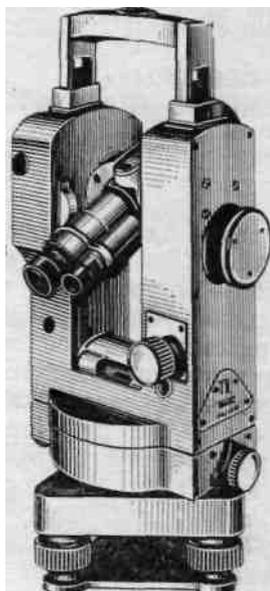


Рис. 1. Теодолит Т-2



Рис. 2. Теодолит Т-5

Теодолит Т-2 приспособлен для измерения расстояний с помощью дальномерных насадок (ДН-04, ДНР-06 и ДН-08).

Оптический шкаловой теодолит Т-5 (рис. 2) предназначен для измерения горизонтальных и вертикальных углов в аналитических сетях и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов со средней квадратической ошибкой $\pm 5''$. Теодолит можно использовать для проложения нивелирных ходов IV класса и технического нивелирования.

Теодолит Т-5 — неповторительный, но имеет устройство для перестановки горизонтального круга; вертикальная ось — цилиндрическая. Отсчеты по кругам сведены в один микроскоп, расположенный параллельно зрительной трубе теодолита. В поле зрения отсчетного микроскопа одновременно видно изображение штрихов обоих кругов.

Отличительной особенностью теодолита Т-5 является наличие оптического компенсатора, обеспечивающего автоматическую установку места нуля на вертикальном круге при наклоне подставки инструмента с точностью $\pm 2''$, что позволяет использовать теодолит Т-5 одновременно и как технический ни-

велир. Диапазон работы компенсатора $\pm 3'$.

Теодолит имеет высококачественную зрительную трубу с ортоскопическим окуляром, снабженную оптическими визирами, предназначенными для приближенного наведения трубы на визирную цель. Оптический отвес расположен внутри алидадной части инструмента.

Теодолит приспособлен для работы по трехштативному способу с дальномерными насадками ДН-04 (ДД-3), ДН-08 (ДНТ), ДНР-06 (ДНР-100), что дает значительный экономический эффект при проложении разбивочных высотных и плановых ходов. Теодолит снабжен окулярной насадкой.

Оптический шкаловой теодолит Т-10 (рис. 3) предназначен для измерения горизонтальных и вертикальных углов в аналитических сетях и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов со средней квадратической ошибкой $+10''$. Теодолит можно использовать для выноса в натуру основных осей зданий и наблюдений за вертикальностью высотных сооружений. Он позволяет также измерять расстояния при помощи дальномерных насадок ДН-04, (ДД-3), ДНР-06 (ДНР-100) или ДН-08 (ДНТ), укрепленных на оправе объектива зрительной трубы. Теодолит приспособлен для работы по трехштативному способу.

Отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам сведены в один микроскоп, расположенный параллельно зрительной трубе, так что в поле зрения отсчетного микроскопа видны одновременно штрихи обоих кругов.

Теодолитом Т-10 можно выполнять техническое нивелирование с помощью цилиндрического уровня, закрепленного на зрительной трубе теодолита параллельно визирной оси его. Теодолит снабжен оптическим отвесом, расположенным внутри алидадной части.

Повторительный оптический шкаловой теодолит Т-20 (рис. 4) предназначен для измерений горизонтальных и вертикальных углов в теодолитных и тахеометрических ходах, прокладываемых как на поверхности, так и под землей со средней квадратической ошибкой, не превышающей $\pm 20''$.

Особенно он удобен при съемке крутонаклонных участков местности (с углами наклона до 65°).

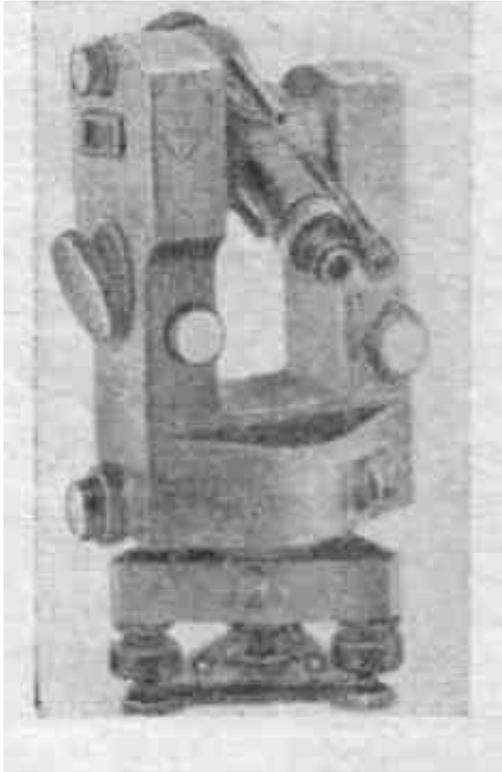


Рис. 3. Теодолит Т -10

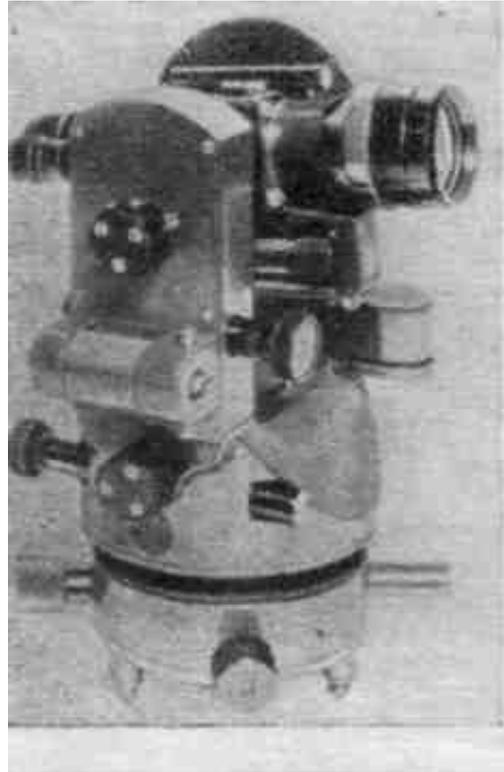


Рис. 4. Теодолит Т-20

Теодолит приспособлен для работы с дальномерной насадкой ДН-10, устанавливаемой на оправе зрительной трубы.

Наличие уровня с ценой деления 30" на зрительной трубе теодолита позволяет производить им нивелирование горизонтальным лучом.

Горизонтальный и вертикальный круги теодолита изготовлены из оптического стекла.

Окуляр микроскопа расположен рядом с окуляром зрительной трубы, что облегчает работу с инструментом.

Двухканальная оптическая система обеспечивает независимое построение односторонних изображений обоих кругов в плоскости шкалы микроскопа.

Отсчетная система освещается через один иллюминатор с помощью поворотного зеркала. Грубая наводка зрительной трубы на точку визирования производится оптическим визиром. Сверху на визире имеется метка для центрирования теодолита над точкой. Переводить трубу через зенит можно как окулярным, так и объективным концами.

Малогабаритный оптический теодолит Т-30 (Рис.5) предназначен для измерения горизонтальных и вертикальных углов в теодолитных и тахеометрических ходах и для разбивочных работ со средней квадратической ошибкой, не превышающей $\pm 30''$. Его можно использовать для нивелирования горизонтальным лучом.

Теодолит приспособлен для работы с оптической дальномерной насадкой ДН-10 (ДД-5), позволяющей измерять расстояния от 20 до 200 м с относительной средней квадратической ошибкой 1 : 1200.

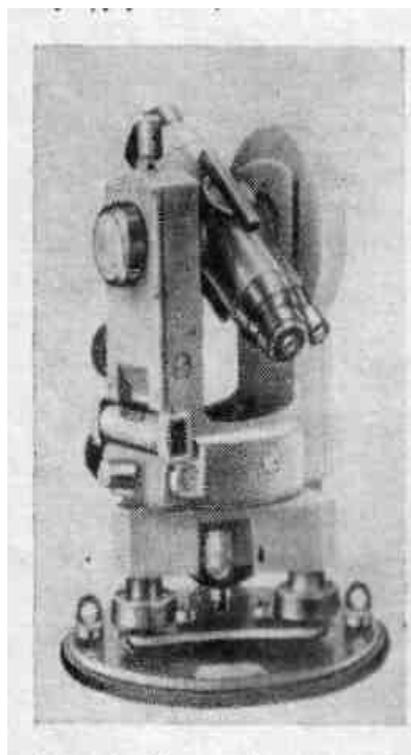


Рис. 5. Теодолит Т-30

Теодолит Т-30 относится к повторительным теодолитам, что позволяет при измерениях углов использовать как метод круговых приемов, так и способ повторений.

Основание теодолита является одновременно и основанием металлического футляра, что не только уменьшает массу комплекта, но и создает удобство при перенесении теодолита с точки на точку закрепленным на штативе и закрытым футляром.

Теодолит не имеет специального оптического отвеса, но для центрирова-

ния теодолита над точкой можно использовать зрительную трубу, которую устанавливают вертикально объективом вниз и визируют на точку через отверстие в вертикальной оси.

Отсчетный микроскоп расположен параллельно зрительной трубе. В поле зрения микроскопа видны одновременно штрихи горизонтального и вертикального кругов. Отсчет производят по неподвижному индексу .

Небольшая масса, малые габариты, удобство в работе, высокая производительность, широкий диапазон выполняемых геодезических работ — все это позволяет использовать новые теодолиты при решении многих задач инженерной геодезии на строительной площадке: создание разбивочного обоснования, разбивка трасс подземных и надземных коммуникаций, вынос в натуру осей зданий, нивелировка поверхности планировочного участка стройплощадки; выверка вертикальности высоких конструкций, передача разбивочных осей на монтажные горизонты.

1.2. Приборы для измерения превышений и отметок

Нивелирные геодезические инструменты в строительстве применяются для создания высотного обоснования, выноса в натуру проектных отметок, контроля высотного положения строительных конструкций, исполнительных высотных съемок и наблюдений за осадками зданий и сооружений.

В соответствии с ГОСТ 10528—69 отечественной приборостроительной промышленностью выпускаются новые нивелиры Н-3, НС-4 и НТ, которые предназначены для строительства. Из ранее выпускавшихся нивелиров прибору Н-3 соответствует НВ-1. Ниже рассматриваются нивелиры Н-3, НС-4 и НТ.

Точный глухой нивелир Н-3 с уровнем при трубе и элевационным винтом предназначается для нивелирования III и IV классов со средней квадратической ошибкой не более ± 4 мм на 1 км двойного хода при создании съемочного и разбивочного обоснования.

Наведение трубы на рейку производится от руки: грубое — по мушке,

нанесенной на оправу зрительной трубы, и точное — по вертикальному штриху сетки нитей.

Вместо подставки (трегера) нивелир имеет шаровую пяту, благодаря чему общее горизонтирование инструмента осуществляется по шаровой пяте штатива и круглому уровню, установленному на приборе. Для приближенного измерения горизонтальных углов нивелир снабжен горизонтальным кругом, отсчет, по которому берут по индексу, имеющемуся на алидаде.

Небольшая масса и компактность инструмента, а также наличие горизонтального круга обеспечивают широкое применение его в геодезических работах при строительстве зданий и сооружений, на изысканиях железных и шоссейных дорог.

Рассмотрим кратко некоторые зарубежные нивелиры, нашедшие широкое применение в отечественной геодезической практике.

Нивелир со стеклянным кругом Ni-VI (завод MOM, Венгрия) является инструментом для точных нивелировочных работ.

При средних условиях производства работ средняя квадратическая ошибка измерения на 1 км двойного нивелирного хода составляет $\pm 2,5$ мм.

Цилиндрический уровень у нивелира Ni-VI расположен в прочной отливке кожуха зрительной трубы, защищенной от тепловых лучей и внешних механических воздействий, поэтому он долгое время сохраняет юстированное положение.

Концы пузырьков уровня видны в 2,5-кратном увеличении вдоль горизонтальной разделительной линии через призматическую систему и лупу, расположенную рядом с окуляром зрительной трубы.

Отсчитывание по горизонтальному кругу осуществляется с помощью микроскопа, расположенного рядом со зрительной трубой.

Стеклянный круг поворачивается регулировочным барабаном, расположенным на дне основания прибора, посредством зубчатой передачи. При измерениях направлений это очень удобно, так как круг можно установить на любое начальное значение.

Этот нивелир не имеет зажимного винта. Действие микрометрического винта обеспечивается фрикционным соединением, произвольно устанавливаемым

наблюдателем.

Нивелир Ni-VI снабжается оптическим микрометром типа СК-322. С его помощью повышается точность нивелирования.

При применении оптического микрометра с плоскопараллельной пластинкой и нивелирной рейки с делением в $\frac{1}{2}$ см средняя квадратическая ошибка измерения уменьшается до $\pm 0,7—0,8$ мм. Широкое распространение получили нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования, в которых при незначительном наклоне зрительной трубы автоматически с помощью компенсаторов обеспечивается горизонтальное положение линии визирования. К таким нивелирам относятся НС-4, выпускаемый отечественной промышленностью.

Автоматическая установка линии визирования в горизонтальное положение значительно облегчает работу исполнителя и избавляет от грубых просчетов, возможных при работе с обычными нивелирами. Нивелир НС-4 - точный нивелир с самоустанавливающейся линией визирования, предназначен для нивелирования IV класса со средней квадратической ошибкой, не превышающей 8 мм на 1 км одинарного хода, а также для технического нивелирования при изысканиях и строительстве.

Зрительная труба с внутренней фокусировкой дает обратное изображение. Все внешние оптические элементы трубы просветлены. Нивелир снабжен призмным компенсатором, расположенным в сходящемся пучке лучей и обеспечивающим автоматическую установку линии визирования в горизонтальное положение при углах наклона инструмента в любом направлении в пределах $\pm 15'$.

Демпфирование колебаний чувствительного элемента компенсатора обеспечивается поршневым воздушным демпфером в течение 1 сек.

Точное визирование на рейку осуществляется с помощью винта бесконечной наводки вращением одного из двух его маховичков, расположенных с обеих сторон инструмента.

Быстрая установка нивелира в рабочее положение производится по круглому уровню вращением подъемных винтов с увеличенным шагом резьбы.

Анализ результатов исследования показал, что нивелир НС-4 по точности работ не уступает нивелиру НВ-1. Экономия времени, затрачиваемого на установку НС-4 и производство отсчетов на станции в сравнении с нивелиром НВ-1, составляет 38%.

За рубежом нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования начали серийно изготавливаться с 1950 г. С тех пор в различных странах разработан ряд компенсаторов для нивелиров, многие из которых имеют весьма оригинальную систему компенсации. Для большинства иностранных авторедукционных нивелиров характерна высокая точность при прокладке высотных ходов, хорошее демпфирование колебаний, компактность. Поэтому они представляют определенный интерес.

Нивелир Koni-007 (Рис. 6) относится к глухим нивелирам с самоустанавливающейся линией визирования.

От обычных глухих нивелиров Koni-007 отличается прежде всего цилиндрической формой (перескопическая зрительная труба). Кроме того, внутри корпуса зрительной трубы в нивелире помещен компенсатор с демпфером и оптический микрометр в виде наклоняющейся пентапризмы. Отсчетный барабан микрометра защищен от внешних воздействий кожухом.

Имеется приспособление для выключения оптического микрометра. Нивелир снабжен горизонтальным стеклянным кругом, и отсчитывание по нему производится с помощью штрихового микроскопа.

При нивелировании с оптическим микрометром средняя квадратическая ошибка на 1 км двойного нивелирного хода при визирном луче до 50 ж и скорости ветра до 4 м/сек составляет $\pm 1,5$ мм, а при нивелировании по программе III класса (длина визирного луча до 75 м) эта ошибка равна ± 3 мм.

На нивелирование, выполняемое на одной станции, при использовании Koni-007 затрачивается примерно на 15—20% времени меньше, чем при применении обычных нивелиров (с уровнями).

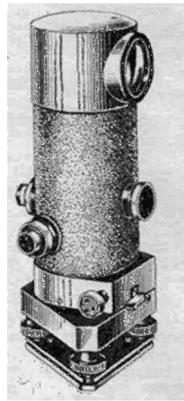


Рис. 6. Нивелир Koni-007

Нивелиры Koni-007 нашли широкое применение в различных отраслях строительства нашей страны и за рубежом. Надежность в работе и высокая точность результатов измерения при минимальных затратах труда (относительно уровенных нивелиров) открывают неограниченные перспективы применения нивелиров Koni-007.

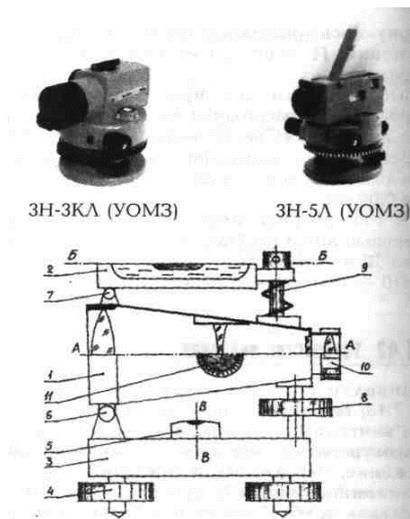


Рис. 7. Устройство нивелиров УОМЗ

Нивелиры с компенсаторами (Рис.7) не имеют цилиндрического уровня при зрительной трубе, а содержат только установочный (круглый или цилиндрический уровень), находящийся на корпусе прибора. Приведение визирной оси нивелира в рабочее положение производится автоматически при приведении в рабочее положение установочного уровня.

Нивелиры с компенсаторами значительно облегчают работу при измере-

ниях, поскольку при их использовании отпадает необходимость в приведения визирной оси в горизонтальное положение самим наблюдателем. Одним их недостатков нивелиров с компенсаторами является сложность работ в условиях вибрации почвы (грунта) от работы механизмов либо от проходящего рядом транспорта.

Нивелир с уровнем при зрительной трубе состоит из подставки 3 с тремя подъемными винтами 4, с помощью которых совместно с Круглым уровнем 5 нивелир устанавливают в рабочее положение; наводящего и зажимного устройств; элевационного винта 8, при вращении которого Мнительная труба может в небольших пределах поворачиваться в вертикальной плоскости в шарнире 6.

Зрительная труба 1 и цилиндрический уровень 2 жестко скреплены друг с другом. При юстировке положения оси Б-Б уровня эта ось может на небольшие углы поворачиваться относительно оси Зрительной трубы в шарнире 7 при вращении в ту или другую сторону юстировочного винта 9, расположенного в хвостовике уровня.

Фокусирование изображения предмета производится кремальерой 11, при вращении которой Перемещается отрицательный компонент объектива зрительной трубы (фокусирующая линза). Четкое изображение сетки нитей получают вращением окулярного колена 10.

В поле зрения трубы нивелира выведены специальной оптической системой противоположные концы пузырька цилиндрического контактного уровня.

Таким образом, на строительной площадке применяются как угломерные геодезические инструменты, так и приборы для определения отметок, удобнее пользоваться электронными тахеометрами и нивелирами с самоустанавливающейся линией визирования.

2. ПОВЕРКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

2.1. Поверки теодолитов

К основным поверкам теодолитов относится установление выполнения следующих условий.

Условие 1. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к оси вращения теодолита.

Условие 2. Вертикальный штрих сетки нитей должен находиться в вертикальной (коллимационной) плоскости.

Коллимационная плоскость определяется плоскостью, образованной визирной осью зрительной трубы при ее вращении вокруг оси 2—2 (рис. 8).

Условие 3. Место нуля вертикального круга должно быть близким к нулю и постоянным.

Условие 4. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси ее вращения.

Условие 5. Горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита.

Установление выполнения указанных выше условий называют поверкой.

Условие 1 проверяют в начале каждого рабочего дня, а также при необходимости и в течение рабочего дня. При использовании теодолита для ориентировки или при разбивочных работах на монтажных горизонтах — на каждой станции.

Условие 2 проверяют перед выполнением разбивочных работ, при створных измерениях, при выполнении ориентировок, перед измерениями в ходах съемочного обоснования и др.

Условие 3 проверяют перед измерениями углов наклона (тригонометрическое нивелирование), перед ориентировками, при визировании на близкие цели.

Условие 4 проверяют одновременно с проверкой условия 3 перед выполнением указанных выше работ.

Условие 5 проверяют периодически в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора, но не реже одного раза в 2 месяца, а также после известных наблюдателю механических воздействий, происшедших во время работы с теодолитом либо во время его транспортировки или хранения.

Перед поверками теодолит необходимо установить в рабочее положение. Поскольку измерение горизонтальных углов при указанных поверках не производится, то центрирование теодолита не выполняют.

Перед выполнением любой поверки (2, 3, 4 и 5) поверка условия 1 обязательна.

Первая поверка теодолита выполняется в следующей последовательности:

1. Установить ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга по направлению на два любых подъемных винта подставки (Рис 8). Вращением этих винтов в противоположные стороны привести пузырек уровня точно на середину.

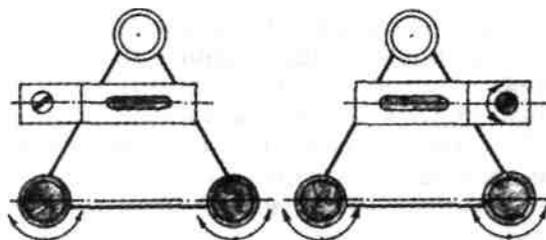


Рис. 8. Первая поверка теодолита

2. Повернуть колонку на 180° (это можно выполнить «на глаз» по симметрии частей колонки либо по отсчетам по шкале горизонтального круга).

Если пузырек уровня отклонился не более чем на два деления ампулы, то условие считают выполненным. В этом случае поверку следует проконтролировать по двум другим подъемным винтам подставки.

3. Если пузырек уровня отклонился более чем на два деления, то половину этого отклонения следует исправить подъемными винтами подставки, вращая их одновременно в противоположные стороны, а другую половину — юстировочными винтами уровня, перемещая его хвостовик вверх или вниз в зависимости от положения пузырька.

После выполнения юстировки поверку повторяют на других подъемных винтах.

Котировочные винты уровня находятся на одном из его концов. Ими зажат хвостовик уровня. Кроме того, многие уровни снабжены боковыми котировочными винтами. При выполнении юстировки необходимо слегка ослабить боковые котировочные винты, а затем отпустить один из юстировочных винтов и подкрутить второй. Этим обеспечивается жесткое положение хвостовика после выполнения каждого шага юстировки. После выполнения поверки и юстировки боковые винты уровня следует снова зажать.

Часто встречаются случаи, когда после выполнения п. 2 поверки пузырек полностью уходит в один из концов ампулы, т. е. ось уровня весьма заметно отклонена от горизонтального положения. В такой ситуации не регистрируется величина полного отклонения пузырька. Для оценки полного отклонения пузырька необходимо подъемными винтами привести пузырек уровня на середину, при этом следует стараться поворачивать оба винта на один и тот же угол и считать число n таких поворотов. После этого надо возвратити пузырек назад на половину ($n/2$) таких же оборотов подъемных винтов, а юстировочными винтами уровня привести пузырек на середину ампулы. Такие действия выполняют до тех пор, пока исправляемое положение пузырька уровня не достигнет регистрируемой по ампуле величины.

Для поверки условия 2 визируют верхний конец вертикальной нити сетки нитей на какую-либо точку и наводящим винтом зрительной трубы переводят изображение точки в нижнюю часть вертикальной нити. Если изображение точки при этом смещается не более чем на $1/3$ ширины биссектора сетки нитей, то условие 2 считают выполненным. В противном случае ослабляют крепежные винты сетки и проворачивают ее до необходимого положения. После этого крепежные винты закручивают и повторяют поверку этого условия.

Вертикальность нити сетки можно проверить и по нити отвеса, подвешенного на расстоянии 5—10 м от теодолита. Перпендикулярность вертикальной и горизонтальной нитей сетки гарантирует предприятие-изготовитель.

Для выполнения третьей поверки на местности выбирают несколько (3—4) точек примерно на горизонте прибора и определяют по всем выбранным

направлениям значения места нуля (МО) вертикального круга.

Если колебания МО превышают допустимую величину, а также само значение МО существенно больше нуля (в ту или другую сторону), то условие 3 считают не выполненным.

Значительные колебания МО говорят о неисправности теодолита либо системы вертикального круга. Исследование неисправности и ремонт производятся только в специализированной мастерской.

Если колебания МО допустимы, но величина МО больше нуля, то обычно выполняют исправление МО. Если значение МО большое, но стабильное, то, вообще говоря, можно пользоваться и этим значением. Но удобнее, когда оно близко к нулю, в этом случае угол наклона примерно равен отсчету по вертикальному кругу при КЛ.

Вычисляют значение угла наклона на какую-либо из выбранных точек. У теодолитов ТЗО наводящим винтом зрительной трубы устанавливают значение полученного угла наклона (при этом пузырек цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должен находиться в середине ампулы), а затем вертикальными юстировочными винтами сетки нитей перемещают изображение точки на горизонтальную нить сетки либо в ее центр.

У теодолитов Т10 устанавливают изображение точки в центр сетки нитей, а установочным винтом цилиндрического уровня алидады вертикального круга устанавливают отсчет, соответствующий измеренному углу наклона. В этом случае пузырек уровня алидады вертикального круга отклонится от среднего положения. Тогда юстировочными винтами уровня его необходимо вернуть в центр ампулы. Поверку необходимо повторить по другой точке

Четвертую поверку выполняют визированием вертикальной нитью при двух положениях круга (КП и КЛ) на удаленную точку.

У теодолита Т10 поворот горизонтального круга на 180° осуществляется с помощью куркового зажима. Выполнить п.1 для той же точки и получить отсчеты $КП_2$ и $КЛ_2$.

Значение коллимационной погрешности получают по формуле

$$c=0,5[(КП_1-КЛ_1\pm 180^\circ) + (КП_2-КЛ_2\pm 180^\circ)]. \quad (1)$$

Если значение коллимационной погрешности превышает допустимую величину (для ТЗО, Т15 —0,5'), то выполняют юстировку.

Для этого вычисляют правильный отсчет a на точку

$$a = 0,5(КП_2 + КЛ_2\pm 180^\circ) \quad . \quad (2)$$

Наводящим винтом алидады горизонтального круга устанавливают правильный отсчет на лимбе ГК. При этом изображение точки сместится вбок с центра сетки нитей (с вертикальной нити) на величину c . Боковыми юстировочными винтами сетки нитей совместить ее центр (или вертикальную нить) с изображением точки. Поверку необходимо повторить по другой точке.

Для выполнения пятого условия необходимо теодолит установить недалеко от высокого объекта (например, стены здания). В верхней части стены выбрать какую-либо заметную точку так, чтобы визирование на нее производилось при наклоне визирной оси к горизонту примерно на 30° . При КП и КЛ визируют на точку и сносят ее изображение на стену примерно на уровень высоты прибора. В этом месте лучше закрепить лист бумаги. Положение спроецированной точки на листе бумаги отмечают и измеряют между полученными метками расстояние t (в мм).

2.2. Поверки нивелиров

В нивелирах проверяется выполнение следующих основных условий:

1. Ось установочного круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира либо ось установочного цилиндрического уровня должна быть параллельна плоскости горизонта.

2. Горизонтальная нить сетки нитей должна быть параллельна плоскости горизонта.

3. Главное условие нивелира. Визирная ось зрительной трубы должна быть горизонтальной.

Условие 1 проверяется перед каждой работой в одной смене либо перед циклом измерений.

Условие 2 проверяется в тех случаях, когда требуется работа по крайним частям горизонтальной нити (например, при разбивке горизонтальной плоскости). Кроме того, это условие дополнительно проверяется после выполнения поверки по условию 3. В любом случае периодичность поверки этого условия должна быть не реже одного раза в неделю.

Условие 3 проверяется в следующих случаях:

—перед каждым циклом измерений в начале рабочего дня;

—при необходимости измерений при неравных расстояниях от нивелира до реек;

—при обнаружении постоянных значительных расхождений в превышениях на станциях нивелирования из середины;

—после транспортировки прибора;

—после механических ударов по прибору, его падении и др., что было замечено в процессе выполнения работ.

При выполнении поверок нивелир должен быть установлен в рабочее положение.

Поверки необходимо выполнять в последовательности указанных выше условий: 1, 2, 3.

Для выполнения первого условия необходимо расположить круглый уровень по направлению на один из подъемных винтов подставки и тщательно вывести его пузырек на середину ампулы.

Повернуть корпус нивелира на 180° . Если пузырек уровня не вышел при этом за пределы двойного кольца сетки уровня, то условие считают выполненным.

Если отклонение пузырька от середины ампулы больше допустимого, то половину этого отклонения устраняют подъемными винтами подставки (в соответствии с направлением отклонения), а другую половину — юстировочными

винтами уровня.

Поверку повторяют на другом винте подставки до тех пор, пока при любом положении корпуса нивелира пузырек уровня будет оставаться в допустимых пределах сетки ампулы.

Поверка установочного цилиндрического уровня выполняется так же, как и установочного уровня теодолита.

Для проверки второго условия необходимо навести последовательно крайний левый и крайний правый краг центральной горизонтальной нити сетки нитей на рейку с миллиметровыми делениями, установленную на расстоянии 4 — 5 м от нивелира, и взять по ней отсчеты. Если отсчеты отличаются, то необходимо ослабить закрепительные винты сетки и повернуть ее до необходимого положения, контролируя по отсчетам на рейке. Здесь в качестве визирной цели можно использовать и рейку с сантиметровыми делениями, которую следует установить в 20 — 25 м от нивелира.

Поскольку предприятие-изготовитель гарантирует перпендикулярность горизонтальной и вертикальной нитей сетки, то поверку 2 можно выполнить с использованием отвеса, на который следует навести вертикальную нить. Условие 2 выполнено при совпадении вертикальной нити сетки нитей зрительной трубы с ниткой отвеса. В противном случае сетку необходимо повернуть на необходимый угол. Для этого следует снять с сетки нитей защитный колпачок, ослабить соответствующие винты сетки и вручную повернуть сетку до соблюдения необходимого условия. После этого винты сетки последовательно в несколько приемов закрутить.

После юстировки сетки поверку следует повторить (целесообразно другим способом).

Поверка выполнения главного условия нивелира является самой ответственной так как визирная ось зрительной трубы нивелира должна быть параллельна оси цилиндрического уровня. Она должна выполняться с большой частотой, поскольку нарушение главного условия происходит даже при сравнительно незначительных механических воздействиях, а также при воздействии

внешней температуры. Особенно это важно при выполнении высокоточных, точных и специальных работ повышенной точности, которые требуют выполнения данной поверки в начале каждого рабочего дня, а при необходимости и в течение рабочего дня.

Выбираются на местности на расстоянии 70 — 75 м друг от друга две точки А и В и закрепляют их деревянными колышками с гвоздями в их верхней части, либо металлическими штырями со сферической головкой, либо установить в этих точках специальные нивелирные башмаки.

Установить нивелир посередине между точками так, чтобы расстояния до них были одинаковыми (с разностью плеч не более 1 м). При поверке высокоточных и точных нивелиров целесообразно разность плеч выдерживать не более 0,2 м.

Это можно выполнить промером рулеткой или использовать для этого нитяный дальномер зрительной трубы нивелира. Число сантиметров между дальномерными нитями сетки нитей по рейке, установленной в точке А или В и видимой в зрительную трубу, соответствует числу метров от нивелира до рейки.

Определить превышение h_{B_0} точки В над точкой А по двум сторонам реек при двух горизонтах прибора.

Для изменения горизонта прибора (высоты визирного луча над поверхностью земли) необходимо нивелир переставить на том же месте с изменением его высоты примерно на 5— 10 см и снова установить его в рабочее положение.

Полученное превышение равно среднему превышению, определенному из двух горизонтов прибора.

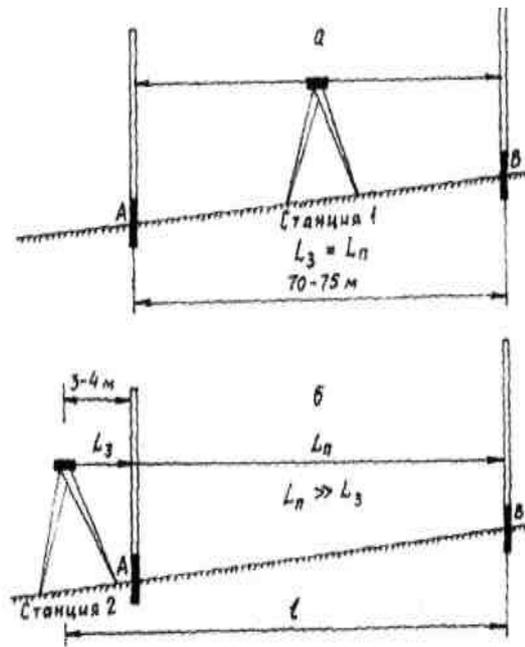


Рис.9. Проверка главного условия нивелира

Переместиться с нивелиром к точке А и установить его за ней (в 3 — 4 м от нее) примерно в створе на точку В (станция 2). Определить превышение h_B точки В над точкой А при двух горизонтах прибора.

Сравнить полученные превышения. Превышение h_{B_0} , полученное при нивелировании из середины, принимается по условию компенсации погрешностей в симметричной схеме измерения точным, не содержащим погрешностей. Если же ось цилиндрического уровня будет непараллельна визирной оси зрительной трубы нивелира, то в превышение L_B будет входить погрешность из-за невыполнения главного условия ($Ah = h_B - h_{B_0}$).

Если значение угла i допустимо, то главное условие нивелира считают выполненным. Для технических нивелиров $< 45''$, для точных $< 15''$, для высокоточных $- 10''$.

При тех же условиях проверки для высокоточного нивелира $АЛ = 4$ мм, для технического $АЛ = 17$ мм.

Если полученное значение j (или $АЛ$) превышает допустимое, то выполняют юстировку.

Для этого вычисляют правильный отсчет на т. В по черной стороне рейки,

соответствующий горизонтальному положению визирной оси зрительной трубы на последнем горизонте прибора, Элевационным винтом устанавливают по рейке В правильный отсчет . В это время пузырек уровня уйдет из среднего положения.

Юстировочными винтами цилиндрического уровня зрительной трубы привести его пузырек на середину.

Таким образом, для правильных измерений на строительной площадке необходимо выполнять поверки геодезических инструментов, они должны выполняться в обязательном порядке в том случае, если инструмент подвергся ударам или работа производится при большом перепаде температур.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ УЧАСТКА ПОД ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ

3.1. Основные задачи вертикальной планировки

Для любого использования земельных участков почти всегда требуется изменять их естественный рельеф. Например, для правильного устройства дороги ей нужно придать соответствующие продольный и поперечный уклоны; строительство зданий и сооружений связано с выравнением площадки, устройством лотков для удаления поверхностных вод и т. д.

Рельеф территории населенного пункта должен удовлетворять инженерным, санитарным и архитектурным требованиям. Поскольку учет естественного рельефа при составлении проектов планировки и застройки населенных мест полностью этого не обеспечивает, архитектурно-планировочное решение приходится дополнять техническим решением изменения рельефа поверхности селитебной территории.

Такое приспособление естественного рельефа поверхности с учетом конкретных целей ее эксплуатации и составляет задачу вертикальной планировки, в состав этой задачи входит трансформация рельефа для регулирования стока атмосферных и талых вод, для транспортных целей (улицы, дороги, площади) и для технически правильной, экономически целесообразной и архитектурно-выразительной застройки.

Таким образом, вертикальная планировка территории населенного места означает изменение ее естественного рельефа для удовлетворения инженерных, транспортных нужд, требований благоустройства и застройки.

Вертикальная планировка тесно связана с горизонтальной планировкой, являясь ее продолжением — трансформацией рельефа территории.

Нередко вертикальная планировка подсказывает необходимость уточнения или изменения некоторых решений горизонтальной планировки (перемещение улиц, смещение зданий и др.). При решении задач горизонтальной пла-

нировки необходима хотя бы схематическая разработка основных вопросов вертикальной планировки. При таком согласованном решении сводятся до минимума ошибочные решения в планировке и по высоте.

Разработанный проект вертикальной планировки дает возможность правильно определить отметки заложения фундаментов зданий, проложить инженерные сооружения на соответствующих отметках по территории населенного места, уточнить трассы улиц и положение площадей.

Многие мероприятия в схемах вертикальной планировки только намечаются. При ее дальнейшей разработке каждое из этих мероприятий может разрабатываться как самостоятельный проект по благоустройству территории. К таким мероприятиям можно отнести: ликвидацию оврагов, осушение заболоченных участков, спрямление русла реки и т. д.

Для осуществления вертикальной планировки проводятся земляные работы (срезка, подсыпка, устройство подпорных стенок, откосов, от-мосток, уплотнение грунта, перемещение земляных масс и др.), вызывающие значительные материальные затраты.

Чтобы уменьшить затраты по вертикальной планировке, необходимо соблюсти следующие основные условия: максимально приспособить вертикальную планировку к естественному рельефу; добиться в проекте вертикальной планировки минимальных объемов земляных работ, стремясь к получению нулевого баланса земляных работ. При невозможности достичь такого баланса лучше иметь небольшой излишек земли, чем недостаток ее. Излишек можно использовать на подсыпку площадок, отводимых для посадки зеленых насаждений, для устройства спортивных площадок, тогда как недостаток придется завозить извне, на что потребуются дополнительные затраты на транспортировку грунта.

В местах застройки не следует допускать подсыпки грунта более чем на 0,5 м, так как при малоэтажной застройке фундаменты зданий можно закладывать на глубину 0,75 м; если же подсыпка окажется больше этой величины, то подошвы фундаментов зданий будут опираться на насыпной грунт, что недопустимо.

При вертикальной планировке необходимо сводить до минимума всякие дополнительные затраты на устройство подпорных стенок, террас, специальных откосов, лестниц и т. д.

Известно несколько методов составления проектов вертикальной планировки: аналитический, графо-аналитический, полюсный, метод профилей, красных горизонталей и др. В практике проектирования вертикальной планировки сельских населенных мест преимущественно используют методы профилей и красных горизонталей.

Проекты вертикальной планировки улиц, проездов и дорог разрабатывают обоими методами, а вертикальную планировку прочих территорий населенного пункта (кварталы, площади и др.) — методом красных горизонталей.

Продольные профили составляют по осям улицы, а иногда по лоткам. На профиль наносят проектную линию с необходимым уклоном и затем вычисляют красные (проектные) ее отметки, рабочие и синие отметки так, как это принято при проектировании дорог..

Проектные уклоны должны быть больше минимальных и не превышать допустимых. Если уклон превышает допустимый, то проектируемый уклон следует смягчить путем срезки земли в одних местах и подсыпкой в других.

На продольный профиль наносят почвенно-геологический разрез, который дает возможность видеть расположение и определить уровень грунтовых вод. Геологический разрез составляют по данным шурфов и скважин; желательно, чтобы проектная линия вписывалась в окружающий рельеф местности.

Не рекомендуется проектировать профиль улиц с большими насыпями и глубокими выемками. Это удорожает работы по устройству дорог и может вызвать переустройство подземных сетей. При минимальном продольном уклоне или на горизонтальных участках дороги профиль лотков применяют пилообразный с устройством дождеприемных решеток ливневой канализации.

По профилям, используя их числовые данные, определяют объемы земляных работ по улицам, проездам и дорогам.

Более подробное проектирование рельефа улиц по всей их площади (а не

только по осям) выполняется методом красных горизонталей. Красными, или проектными, называют горизонталю, изображающие будущий (проектный) рельеф планируемой территории.

Метод проектных горизонталей отличается от метода профилей большей наглядностью. Приемы нанесения проектных горизонталей на план сводятся к перемещению естественных горизонталей (черных) и изменению их начертания или к построению проектных горизонталей по расчету.

Прием перемещения горизонталей основан на том, что при сближении горизонталей, т. е. уменьшении заложений между ними, уклоны поверхности увеличиваются и, наоборот, при увеличении расстояний между горизонталями местность становится более полой.

Можно перемещать горизонталю, не изменяя расстояния между ними. Тогда участок будет подниматься или опускаться, но уклон его будет оставаться прежним.

Вертикальная планировка квартала на пересеченном рельефе может вызвать необходимость проектировать проектные плоскости в разных уровнях, т. е. террасирование. Уклоны террас направляют к улицам

При решении вопросов вертикальной планировки должна быть учтена при подсчете земляных работ и земля от выкопки фундаментов и инженерных коммуникаций с размещением ее на территории проектируемого квартала. Важным элементом внутриквартальной территории, особенно в условиях сельских населенных мест, являются хозяйственные двory. В этих условиях хозяйственные постройки проектируют стоящими отдельно. Дворы разгрузочные площадки нужны и при культурно-бытовых учреждениях (магазинах, бытовых мастерских, столовых и т. п.). В плане двор может быть размещен фронтально открытым к проезду или отгорожен зелеными насаждениями от улицы с одним въездом и выездом на улицу.

Ширину въезда во двор принимают не менее 3 м — такой размер необходим для свободного проезда автомашины. Минимальный размер двора—15X15 м. Вертикальная планировка хозяйственного двора в первую очередь должна

обеспечить водоотвод с его территории. Водоотвод осуществляется в ближайший лоток внутриквартального проезда. Уклоны поверхности двора принимают от 0,5 до 5%. Уклон должен быть однообразным.

Плоскость двора сопрягают с двускатным проездом в водоотводящем лотке. Если двор примыкает к односкатному профилю проезда, поверхность двора целесообразно принимать тоже односкатной, общей с поверхностью проезда.

Внутриквартальные тротуары обслуживают пешеходов на небольших расстояниях. Ширину тротуара принимают в среднем 1,5 м из расчета двухполосного движения.

3.2. Нивелирование поверхности по квадратам ,проектирование площадки

Работу при нивелировании поверхности начинают с рекогносцировки, т. е. изучения земельного участка в отношении рельефа, уточняют границы участка, намечают схему построения сетки квадратов. Строят сеть квадратов на участке. Стороны квадратов обычно колеблются от 10 до 100 м. Разбивку на квадраты производят с помощью угломерного инструмента — теодолита и ленты по принципу от общего к частному, т. е. строят сетку больших квадратов со стороной 100 м, а затем эти квадраты разбивают на более мелкие со сторонами 10, 20, 30 м, если это вызвано требованиями производства. В нашем примере сетка квадратов разбивается со стороной 20 метров.

Вершины квадратов закрепляют кольшками со сторожками. При разбивке квадратов внутри них или на их сторонах отмечают характерные точки рельефа, т. е. плюсовые. Производят съемку контуров и зарисовывают их в абрис. В абрисе стрелками показывают скат и направление изменения рельефа.

Подготавливают журнал нивелирования поверхности в виде схемы сети квадратов.

Последовательность работы в полевых условиях зависит от размера стороны квадрата. При стороне квадрата, равной 20 м, инструмент устанавливают в середине площадки и берут отсчеты по рейкам, устанавливаемым на

вершинах квадрата. На рис. 5 даны отсчеты взятые при постановке нивелира в середине площадки. Контроль определения превышений осуществляется по отсчетам, взятым по двусторонним рейкам, или путем изменения высоты инструмента. В том и другом случае отклонение допускается до ± 5 мм.

Зная отметку первой точки, вычисляем горизонт инструмента по формуле

$$\text{ГИ} = N_1 + a_1 \quad (3)$$

где ГИ – горизонт инструмента

N_1 – отметка первой точки

a_1 – отсчет по рейке в первой точке

Проектную отметку горизонтальной плоскости вычисляем по формуле

$$N_0 = (\sum N_1 + 2 \sum N_2 + 4 \sum N_4) : 4k \quad (4)$$

где $\sum N_1$ – сумма отметок, входящих в один квадрат

$\sum N_2$ – сумма отметок, входящих в два квадрата

$\sum N_4$ – сумма отметок, входящих в четыре квадрата

k – количество квадратов

$$\sum N_1 = 92,10 + 91,15 + 91,35 + 90,30 = 364,90$$

$$\sum N_2 = 91,95 + 91,73 + 91,45 + 92,18 + 90,44 + 91,84 + 90,41 + 91,55 + 91,25 = 913,57$$

$$\sum N_4 = 91,86 + 91,66 + 90,93 + 91,48 + 91,33 + 90,85 = 548,11$$

$$N_0 = 91,34$$

0784	0933	1153	1435	1432
92,10	91,95	91,73	91,45	91,15
0706	1023	1227	1955	2446
92,18	91,86	91,66	90,93	90,44
1044	1308	1552	2030	2472
91,84	91,48	91,33	90,85	90,41
1534	1334	1631	2115	2586
91,35	91,55	91,25	90,77	90,30

Рис. 10. Журнал нивелирования площадки

После вычисления проектной отметки площадки вычисляем рабочие отметки вершин квадратов и составляем картограмму земляных работ.

Для этого в каждой вершине квадрата из черной отметки вычитаем проектную отметку по формуле

$$\hat{h} = H_{\text{ч}} - H_0 \quad (5)$$

+0,74	+0,61	+0,39	+0,11	-0,19
+0,84	+0,52	+0,32	-0,41	-0,90
+0,50	+0,14	-0,01	-0,49	-0,93

где \hat{h} – рабочая отметка

$H_{\text{ч}}$ – черная отметка вершины квадрата

H_0 – проектная отметка площадки

+0,01 +0,11 -0,09 -0,57 -0,04

Рис. 11. Картограмма земляных работ

По данным картограммы земляных работ вычисляем объем земляных работ по формулам:

$$V_{\text{нас}} = \frac{-\sum h}{\sum h} \times \frac{P}{4} \qquad V_{\text{выемки}} = \frac{+\sum h}{\sum h} \times \frac{P}{4} \qquad (6)$$

где $-\sum h$ – рабочие отметки со знаком минус

$+\sum h$ – рабочие отметки со знаком плюс

$\sum h$ – абсолютные значения рабочих отметок

P – площадь квадрата

Все расчеты выполняем в следующей таблице.

Допустимое расхождение объемов выемки и насыпи 2% от общего объема земляных работ, что составляет 37 м³. По результатам вычислений разница между выемкой и насыпью составляет 7 м³, что значительно меньше допустимого, это говорит о том, что вычисления сделаны правильно.

Таблица 1

Вычисление объемов земляных работ

№	+ $\sum h$	- $\sum h$	$\sum h$	$\frac{P}{4}$	Выемка М ³	Насыпь М ³
1	7,45	–	2,73	100	273	–
2	3,39	–	1,84	100	184	–
3	0,67	0,17	1,23	100	54	14
4	0,01	2,25	1,61	100	1	140
5	4,00	–	2,00	100	200	–
6	0,98	0	0,99	100	99	–
7	0,10	0,83	1,23	100	8	67
8	–	7,45	2,73	100	–	273
9	0,58	–	0,76	100	76	–
10	0,12	0,01	0,45	100	27	2
11	–	1,35	1,16	100	–	116
12	–	9,18	3,03	100	–	303
Итого					922	915

3.3. Техника безопасности при производстве геодезических работ на строительной площадке

Инженерно-геодезические работы выполняют в различных условиях: на территориях городов и промышленных объектов, в лесных и труднодоступных местах, на участках железных и автомобильных дорог, возводимых зданиях и сооружениях и т.д. Для предупреждения несчастных случаев и травм в этих условиях все работы должны выполняться с соблюдением специальных правил и инструкций по технике безопасности. Для ознакомления всех без исключения работающих с этими правилами проводятся специальные инструктажи. Различают инструктаж вводный и на рабочем месте. Повторный инструктаж проводится через установленное время, при внедрении новой технологии, нового оборудования и введении новых правил по технике безопасности.

При выполнении геодезических работ на строительных площадках прежде всего соблюдаются общие правила техники безопасности строительства.

На строительных площадках устанавливают знаки безопасности и надписи около опасных зон, где действуют или могут возникнуть опасные производственные факторы, например «Зона работы крана», «Открытые проемы» и т.д.

К таким зонам относятся: пространство вблизи неизолированных токоведущих частей электроустановок; места передвижения машин, хранения вредных веществ; территория, над которой перемещают грузы грузоподъемными кранами, где работает оборудование с вращающимися рабочими органами и ведутся сварочные работы. Строящиеся здания и сооружения ограждают заборами или козырьками.

При сварочных и других работах, при которых возможно возгорание, соблюдают правила пожарной безопасности. Около мест, где ведутся такие работы, устанавливают средства для тушения пожара и вывешивают инструкции по их применению.

Строительную площадку и подходы к ней в темное время суток равномерно освещают.

Колодцы, шурфы и другие выемки в грунте, а также проемы в перекрытиях зданий и сооружений закрывают щитами или огораживают, в темное время на этих ограждениях горят электрические сигнальные лампы.

Для подъема и спуска на рабочие места при строительстве зданий и сооружений высотой или глубиной 25 м и более применяют пассажирские и грузопассажирские подъемники (лифты). Рабочие, находящиеся на высоте, пользуются предохранительными поясами, которые крепят к надежным конструкциям.

При выполнении работ с применением лазерного луча в местах возможного прохода людей устанавливают экраны, исключающие распространение луча за пределы мест производства работ.

Если работы выполняют по одной вертикали, то места, расположенные ниже нее, оборудуют защитными устройствами.

Учащиеся профессионально-технических училищ и техникумов в возрасте до 18 лет, но не моложе 17 лет при прохождении производственной практики на объектах строительства по профессиям, предусматривающим выполнение строительно-монтажных работ, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности труда, могут работать не более 3 ч. Работы должны выполняться под руководством и наблюдением мастера производственного обучения и работника строительно-монтажной организации, назначенных для руководства практикой. В остальных случаях учащиеся профессионально-технических и технических училищ, средних специальных учебных заведений во время прохождения производственной практики или работы трудятся под наблюдением инженерно-технического работника, ответственного за безопасное ведение работ. Всех учащихся обучают безопасным методам и приемам производства по типовым программам.

При выполнении геодезических работ, сопутствующих строительным, выполняют все правила техники безопасности, установленные для данного вида строительных работ, а также специфические.

До начала полевых топографо-геодезических работ в городских условиях, населенных пунктах и на территориях промышленных объектов устанавливают

схемы размещения скрытых объектов: подземных коммуникаций и сооружений. При работе в городе необходимо знать правила дорожного движения; при работе на проезжих частях надо надевать демаскирующую (оранжевую) одежду и выставлять оградительные щиты. Проведение работ на улицах и площадях с интенсивным движением согласовывают с ГИБДД.

По проезжей части дороги разрешается ходить только у кромки тротуара навстречу движущемуся транспорту — в таком направлении и ведутся измерения в ходах. Запрещается оставлять геодезические приборы без надзора на проезжих частях улиц и дорог.

Высоту подвесных проводов линий электропередачи, электроподстанций определяют аналитическим путем, не касаясь проводов рейками, рулетками, вешками. Рейки, вешки и другие предметы, применяемые для измерений, не разрешается подносить ближе чем на 2 м к электропроводам, в том числе контактным на железных дорогах и трамвайных линиях.

При закладке временных кольев, штырей и других знаков их верхнюю часть забивают вровень с поверхностью земли, а их длина не должна быть более 15 см.

При геодезических измерениях, выполняемых в процессе земляных, каменных, бетонных и монтажных работ, соблюдают правила безопасности, предписываемые для данных строительных работ.

На работы в пределах охранных зон кабелей, находящихся под напряжением, или действующего газопровода, необходимо разрешение соответствующего электро или газового хозяйства. При нивелирных работах вблизи стен не разрешается переходить по стенным перекрытиям. Рейку устанавливают на подмостах, высота которых должна быть ниже уровня кладки на 0,7 м. При необходимости делать разметку на внешних плоскостях стен работают с предохранительными поясами.

При бетонных работах во время электронагрева бетона нельзя касаться рулеткой арматуры, а также выполнять разбивочные и выверочные работы в зоне монтажа. При скорости ветра 15 м/с и более, гололедице, грозе или тумане,

исключающем видимость в пределах фронта работ, прекращают все работы, в том числе и геодезические на высоте в открытых местах.

Запрещается размечать оси и другие ориентиры на элементах Иконструкций во время их подъема, перемещения или в подвешенном состоянии. Нельзя оставлять геодезические приборы и принадлежности без присмотра на монтажном горизонте во время перерыва в работе. Геодезические приборы переносят только в упаковочных ящиках, а штативы — в сложенном виде.

Съемка существующих подземных коммуникаций, как правило, связана с их обследованием. При обследовании снимают крышки колодцев и ставят около них треногу со знаком «Опасность».

Перед спуском людей в колодец проверяют, нет ли в нем газа, опуская в него шахтерскую лампу. Если в колодце есть метан, лампа гаснет или сильно уменьшает силу света, а при наличии светильного газа — вспыхивает и гаснет. От паров бензина пламя лампы удлиняется и окрашивается в синий свет, от аммиачного газа) без вспышки гаснет. Если лампа не гаснет, а горит ровным светом (таким же, как и на поверхности), то газов в колодце нет и можно спускаться. Запрещается проверять газ по запаху, бросать в колодец зажженную бумагу или опускать горящую свечу или фонарь.

Во время работы следят за открытыми люками, не допуская к ним посторонних людей. По окончании работы или при перерыве все люки колодцев плотно закрывают крышками. Инструменты, лампы и предметы опускают в колодец на веревке после подачи работающим в колодце условного сигнала. Колодец освещают шахтерской лампой. Работы ведут в рукавицах.

Металлические рейки опускают в колодец и вынимают из него по частям, не касаясь проводов.

К работе на дорогах допускаются лица в демаскирующей одежде оранжевого цвета. На время работы выделяют двух сигнальщиков, которые оповещают работающих о приближении транспортных средств. На автодорогах сигнальщики должны находиться на расстоянии 50... 100 м с обеих сторон от места работы, а на железных — не менее 1 км. Во время тумана, метели, грозы работать

на дорогах не разрешается. Переходы, промеры по дорогам ведут по бровкам, а не по полотну.

При измерениях стальной лентой или рулеткой через рельсы электрифицированных железных дорог полотно держат навесу. Нельзя пролезать под вагонами, перетаскивать под ними геодезические приборы и инвентарь, проходить между буферами вагонов, если расстояние между ними менее 5 м.

Если работы ведутся на мосту длиной менее 50 м, то его на время прохождения поезда освобождают. При длине моста более 50 м работающие укрываются в нишах.

При постройке и закладке геодезических знаков выполняют следующие правила.

К работам допускаются только лица, имеющие специальную подготовку, прошедшие обучение безопасным методам ведения работ по закладке знаков.

Заготовку деталей знаков ведут на земле, работы выполняют топором и пилой. При протесывании бревен нельзя придерживать их ногами — бревно закрепляют на подкладках П-образными скобами и следят за тем, чтобы топор не соскользнул на ногу. Раскалывая чурбаки, нельзя придерживать их ногой.

При сборке металлических знаков гаечные ключи, которыми пользуются верхолазы, привязывают лямками к кистям рук. Винты, болты, шайбы хранят в карманах на спецодежде или в подвешенных сумках.

Если знаки строят на крыше здания, то работающие привязываются цепью верхолазного ремня к стропилам крыши.

К самостоятельным верхолазным работам согласно действующему законодательству Российской Федерации допускаются лица не моложе 18 лет. Они должны проходить специальный медицинский осмотр, а впервые приступающие в течение одного года должны работать под непосредственным надзором опытных рабочих.

Рытье котлованов для закладки и канав для маркировки подземных центров геодезических знаков, вырубку углублений в кирпичных и железобетонных стенах для закладки реперов производят, как правило, механическими сред-

ствами. При рытье котлованов вручную запрещается вести работы подкопом.

Бетонные монолиты и другие материалы опускают в котлованы в соответствии с правилами погрузочно-разгрузочных работ.

Начиная с 1993 г. Госстроем России введены типовые инструкции по охране труда для работников строительных профессий (ТОЙ Р66—01; 02 и т.д.). Таких инструкций утверждено свыше 60. Государственной противопожарной службой МВД России утверждены Правила пожарной безопасности (ППБ), три части, свыше 10 выпусков. Издаются также Руководящие документы в строительстве (РДС).

Руководитель геодезических работ на объекте строительства обязан изучить эти нормы, провести инструктаж подчиненных работников и несет ответственность за их соблюдение.

Таким образом, для проектирования вертикальной планировки с нулевым балансом земляных работ строительная площадка разбивается на квадраты стороной 2 метра и нивелируется со взятием отсчетов по черной стороне рейки. Выполненные расчеты показывают, что расхождение в объемах выемки и насыпи получилось минимальное, поэтому затраты на эти работы будут также минимальны.

4. НАЗНАЧЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Разбивочные работы являются одним из основных видов инженерно-геодезической деятельности. Выполняют их для определения на местности планового и высотного положения характерных точек и плоскостей строящегося сооружения в соответствии с рабочими чертежами проекта.

Проект сооружения составляют на топографических планах крупных масштабов. Определяют расположение проектируемого сооружения относительно окружающих предметов и сторон света. Кроме того, топографический план определяет общегеодезическую систему координат, задающую положение характерных точек проектируемого сооружения относительно этой системы.

Разбивочные работы диаметрально противоположны съемочным. При съемке на основании натуральных измерений определяют координаты точек относительно пунктов опорной сети. Точность этих измерений зависит от масштаба съемки. При разбивке, наоборот, по координатам, указанным в проекте, находят на местности положение точек сооружения с заранее заданной точностью. При разбивочных работах углы, расстояния и превышения не измеряют, а откладывают на местности. В этом состоит основная особенность разбивочных работ.

Компоновка сооружения определяется его геометрией, которая, в свою очередь, задается осями. Относительно осей сооружения в рабочих чертежах указывают местоположение всех элементов сооружения.

В нормативных документах существует понятие разбивочной оси. На практике различают главные, основные, промежуточные, или детальные, оси.

Главными осями линейных сооружений (дорог, каналов, плотин, мостов и т. п.) служат продольные оси этих сооружений.

В промышленном и гражданском строительстве в качестве главных осей принимают оси симметрии зданий (рис. 1.1).

Основные оси определяют форму и габаритные размеры зданий и сооружений.

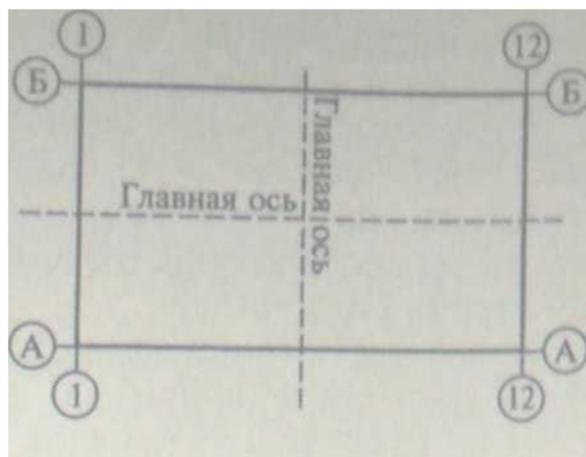


Рис. 1.1. Главные оси здания

Промежуточные, или детальные, оси – это оси отдельных элементов зданий, сооружений.

На строительных чертежах оси проводят штрихпунктирными линиями и обозначают цифрами или буквами в кружках. Для обозначения продольных осей служат арабские цифры, а для поперечных осей — прописные буквы русского алфавита, за исключением букв: З, И, О, Х, Ы, Ъ, Ь. Оси обозначают слева направо и снизу вверх.

Указанные в проекте сооружения координаты, углы, расстояния превышения называют проектными.

Высоты плоскостей и отдельных точек проекта задают от условной поверхности. В зданиях за условную поверхность (нулевую отметку) принимают уровень «чистого пола» первого этажа. Высоты относительно нулевой отметки обозначают следующим образом: вверх — со знаком плюс, вниз — минус.

Для каждого сооружения условная поверхность соответствует определенной абсолютной отметке, которая указывается в проекте.

При проектировании зданий, сооружений и их элементов, строительных конструкций пользуются модульной системой координации размеров в строительстве (МКРС). Эта система предусматривает в основном применение прямоугольной модульной пространственной системы. Модуль — условная единица измерения, применяемая для координации размеров зданий и сооружений,

строительных конструкций и т.п. Основной модуль, равный 10 мм, обозначается буквой М. Более крупные модули (мультимодули), обозначаемые 60М, 30М, ..., 3М, соответственно равны 6000, 3000, 1500, ..., 300 мм, а более мелкие — дробные модули (субмодули) равны 50, 20, ..., 1 мм.

Процесс разбивки сооружения определяется общим геодезическим правилом перехода от общего к частному. Разбивка главных и основных осей задает положение всего сооружения на местности, т.е. его размеры и ориентирование относительно сторон света и существующих контуров местности. Детальная разбивка определяет взаимное положение отдельных элементов и конструкции сооружения.

Разбивочные работы — это комплексный взаимосвязанный процесс, являющийся неотъемлемой частью строительно-монтажного производства, поэтому организация и технология разбивочных работ целиком зависит от этапов строительства.

В подготовительный период на местности строят плановую высотную геодезическую разбивочную основу соответствующей точности, определяют координаты и отметки пунктов этой основы. Затем производится геодезическая подготовка проекта для перенесения его в натуру.

Непосредственную разбивку сооружений выполняют в три этапа. На первом этапе производят основные разбивочные работы. По данным привязки от пунктов геодезической основы находят на местности положение главных или основных разбивочных осей и закрепляют их.

На втором этапе, начиная с возведения фундаментов, проводят детальную строительную разбивку сооружений. От закрепленных точек главных и основных осей разбивают продольные и поперечные оси отдельных строительных элементов и частей сооружения, одновременно определяя уровень проектных высот.

Детальная разбивка производится значительно точнее, чем разбивка главных осей, поскольку она определяет взаимное расположение элементов сооружения, а разбивка главных осей — лишь общее положение сооружения и его ориентирование.

Если главные оси могут быть определены на местности со средней квадратической погрешностью 3...5 см, а иногда и грубее, то детальные оси разбивают со средней квадратической погрешностью 2...3 мм и точнее.

Третий этап заключается в разбивке технологических осей оборудования. На этом этапе требуется наибольшая точность (в отдельных случаях — доли миллиметра).

Требования к точности разбивочных работ зависят от многих факторов: вида, назначения, местоположения сооружения; размеров сооружения и взаимного расположения его частей; материала, из которого возводится сооружение; порядка и способа производства строительных работ; технологических особенностей эксплуатации и т.п.

Нормы точности на разбивочные работы задаются в проекте или нормативных документах: строительных нормах и правилах (СНиП), Государственном общесоюзном стандарте (ГОСТ), ведомственных инструкциях. Они могут быть указаны в явном виде, как это сделано в ГОСТ 21779—82 «Технологические допуски или по видам измерений (угловые, линейные, высотные) - в СНиП 3.01.03—84 «Геодезические работы в строительстве».

5. ВЫНОС В НАТУРУ ПРОЕКТНЫХ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

Разбивочные работы по существу сводятся к фиксации на местности точек, определяющих проектную геометрию сооружения. Плановое положение этих точек может быть определено с помощью Построения на местности проектного угла от исходной стороны и Сложения проектного расстояния от исходного пункта.

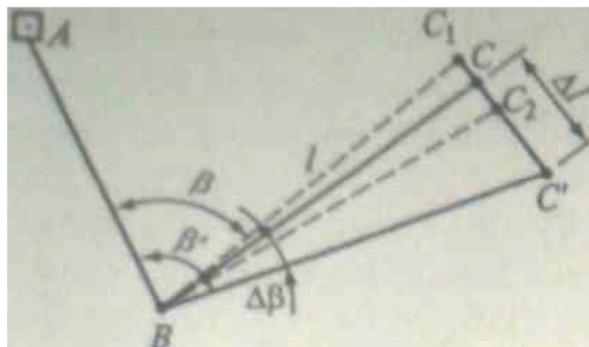


Рис. 1.2. Схема построения в натуре проектного угла

При поступлении проектного угла одна точка (вершина угла) и исходное направление обычно бывают заданы. Необходимо на местности отыскать второе направление, которое образовывало бы с исходным проектным углом β (1.2). В нашем случае BA — исходное направление, B — вершина проектируемого угла.

Работы ведут в следующем порядке. Устанавливают теодолит в точку B . Наводят зрительную трубу на точку A и берут отсчет по лимбу. Далее прибавляют к этому отсчету проектный угол β и, открепив алидаду, устанавливают вычисленный отсчет. Теперь визирная ось зрительной трубы теодолита указывает второе искомое направление. Это направление на соответствующем проекту расстоянии фиксируют на местности в точке C_1 . Аналогичные действия выполняют при другом круге теодолита и отмечают на местности вторую точку C_2 . Из положения двух точек берут среднее (точку C), принимая угол ABC за проектный.

Стандартные геодезические приборы, изготовленные серийно, по точности предназначены для выполнения измерений, а не построений. В результате

точность отложения разбивочных элементов этими приборами оказывается ниже, чем точность измерений с использованием этих приборов. Поэтому, если необходимо построить проектный угол с повышенной точностью, поступают следующим образом.

Построенный в натуре угол измеряют несколькими приемами и определяют его более точное значение β' . Число приемов n измерения угла можно определить по приближенной формуле
$$n = \frac{(m'_\beta)^2}{m_\beta^2} \quad (4),$$

где m'_β — номинальная для данного теодолита средняя квадратическая погрешность измеренного угла; m_β — требуемая средняя квадратическая погрешность отложения угла.

Если проектное расстояние откладывают непосредственно в натуре, то поправки за компарирование, температуру и наклон местности вводят со знаками, обратным тем, которые учитывают при измерении линий.

6. ВЫНОС В НАТУРУ ПРОЕКТНЫХ ОТМЕТОК, ЛИНИЙ И ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКТНОГО УКЛОНА

Все отметки, указанные в проекте сооружения, даются от какого-либо условного уровня, поэтому предварительно их необходимо перевычислить в систему, в которой даны высоты исходных реперов.

Для выноса в натуру точки с проектной отметкой $H_{пр}$, устанавливают нивелир примерно посередине между репером с известной отметкой H_{rp} и выносимой точкой (рис. 1.3). На исходном репере и выносимой точке устанавливают рейки, взяв отсчет рейке на исходном репере, определяют горизонт прибора $H_{г.п} = H_{rp} + a$ (5).

Для контроля желательно аналогичным образом проверить значение $H_{г.п}$ по другому исходному реперу.

Чтобы установить точку на проектную отметку $H_{пр}$, необходимо знать величину отсчета b по рейке на определяемой точке. Можно записать, что

$$b = H_{г.п} - H_{пр} = H_{rp} + a - H_{пр} \quad (6)$$

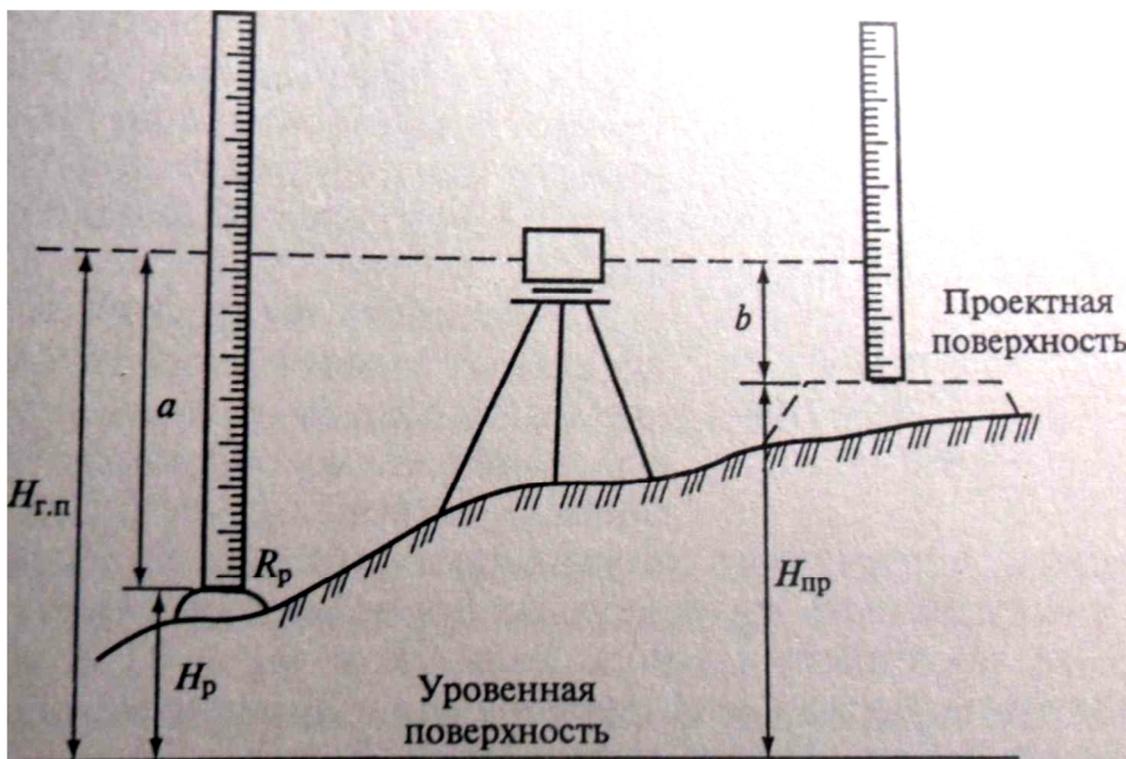


Рис. 1.3. Схема выноса в натуру проектной отметки

Вычислив отсчет b , рейку в точке на проектной поверхности поднимают или опускают до тех пор, пока отсчет по среднему штриху зрительной трубы нивелира не будет равен вычисленному. В этот момент пятка рейки будет соответствовать проектной высоте. Ее фиксируют в натуре, забивая колышек, ввинчивая болт или проводя черту на строительной конструкции.

Для контроля, нивелируя обычным способом, определяют фактическую отметку вынесенной точки и сравнивают ее с проектной. В случае недопустимых расхождений работу выполняют заново.

Если необходимо передать проектные отметки точек, лежащих в одной вертикальной плоскости (на стенах, колоннах и т.п.), то выступают следующим образом. На вертикальной плоскости отмечают проекцию среднего штриха сетки, т.е. фиксируют горизонт прибора. Затем, отмеряя вверх или вниз от этой линии соответствующее превышение, отмечают проектную отметку точки.

Проектная отметка точки может быть установлена в натуре путем аналогичным редуцированию. Для этого выносимую точку приближенно устанавливают на проектную высоту. Нивелированием определяют превышение h между приближенно установленной точкой и исходным репером. Полученную величину сравнивают с проектной $h_{пр}$, вычисленной как $h_{пр} = H_{пр} - H_p$. С учетом знака разности $h_{пр} - h$ изменяют высоту точки, добиваясь, чтобы $h_{пр} = h$. Этот способ более трудоемкий и применяется, когда производят бетонирование до проектной отметки или поднимают конструкцию путем последовательного подбора подкладок.

Для построения в натуре линий проектных уклонов используют нивелиры, теодолиты, а также лазерные приборы. Сначала конечные точки линии AB (рис. 1.4) устанавливают на проектные отметки. Если дана отметка H_A только одной точки A и проектный уклон i , то отметку другой точки B можно вычислить по формуле

$$H_B = H_A + i_{AB}i, \quad (8)$$

где i_{AB} - проектное расстояние AB .

На точках *A* и *B* устанавливают нивелирные рейки. Затем, наклоняя нивелир двумя подъемными винтами (или элевационным винтом), методом приближений добиваются, чтобы отсчеты по рейкам стали одинаковыми. В этом случае визирная линия зрительной трубы нивелира будет иметь проектный уклон. Далее устанавливают рейку в створе линии *AB* (например, через 5 м), добиваясь, чтобы отсчет по ней был равен отсчету на конечные точки. Пятка рейки будет определять точку линии проектного уклона. Эти точки фиксируют колышками соответствующей высоты.

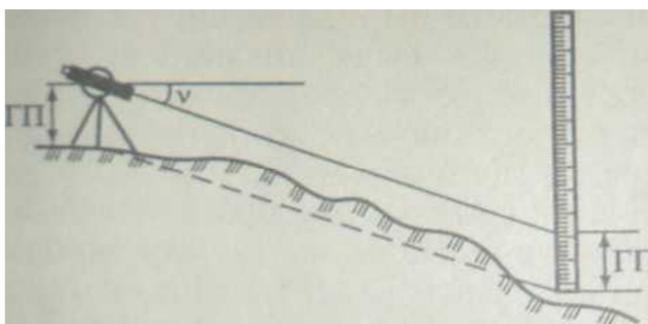


Рис. 1.4. Схема выноса в натуру теодолитом линии проектного уклона

При использовании теодолита его устанавливают в начальной точке с проектной отметкой и измеряют высоту прибора (рис. 1.4).

На вертикальном круге с учетом места нуля устанавливают отсчет в градусной мере, равный проектному уклону. Линия визирования зрительной трубы, теодолита будет фиксировать угол наклона v , соответствующий проектному уклону. Затем, отметив на рейке или вехе высоту прибора, выполняют те же операции, что при использовании нивелира.

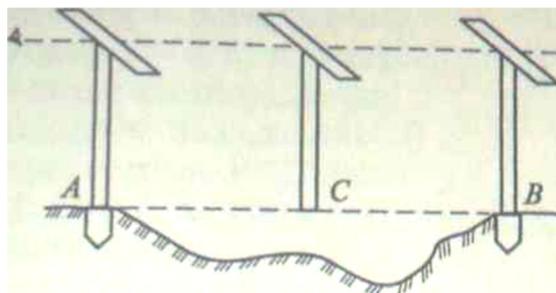


Рис. 1.5. Схема построения линии проектного уклона при помощи визирок

С меньшей точностью линию проектного уклона (например, точки A , B , C) можно вынести при помощи трех визирок одинаковой длины (рис. 1.5).

Две визирки задают опорную линию заданного уклона. В эту линию глазомерно вводят третью визирку, основание которой будет фиксировать точку линии проектного уклона.

Для вынесения в натуру проектной плоскости устанавливают на проектные отметки точки A , B , C , D (см. рис. 1.6). Действуя подъемными винтами нивелира, добиваются методом приближений, чтобы отсчеты на всех четырех точках были равны между собой, т.е. чтобы линия визирования была параллельна заданной проектной плоскости. При установке на тот же отсчет рейки в любой точке внутри фигуры $ABCD$ пятка ее будет лежать в проектной плоскости.

7. СПОСОБЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Способ полярных координат широко применяют при взбивке осей зданий, сооружений и конструкций с пунктов теодолитных или полигонометрических ходов, когда эти пункты расположены сравнительно недалеко от выносимых в натуру точек.

В этом способе положение определяемой точки C (рис. 1.6) находят на местности путем отложения от направления AB проектного угла β и расстояния S . Проектный угол β находится как разность дирекционных углов α_{AB} и α_{AC} , вычисленных, как и расстояние S , из решения обратных задач по координатам точек A, B и C . Для контроля положение зафиксированной точки C можно проверить, измерив на пункте B угол β' и сравнив его со значением, полученным как разность дирекционных углов α_{BA} и α_{BC} .

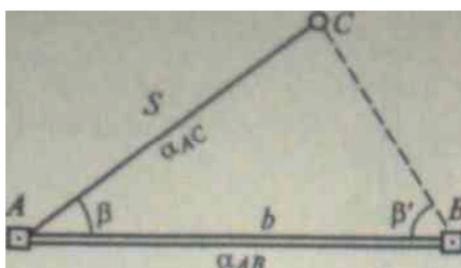


Рис. 1.6. Схема разбивки способом полярных координат

Средняя квадратическая погрешность выноса в натуру точки C определяется следующей формулой:

$$m_c^2 = m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 S^2 + 2m_{AB}^2 + 2e^2 + m_\phi^2, \quad (9)$$

где m_S — средняя квадратическая погрешность отложения проектного расстояния; m_β — средняя квадратическая погрешность отложения проектного угла; m_{AB} — средняя квадратическая погрешность в положении исходного пункта; e — линейный элемент центрирования приборов над точками A и B ; m_ϕ — погрешность фиксации положения точки C .

Способ угловой засечки применяют для разбивки недоступных точек, находящихся на значительном расстоянии от исходных пунктов.

Различают прямую и обратную угловые засечки.

В способе прямой угловой засечки положение на местности проектной точки C находят отложение на исходных пунктах A и B проектных углов β_1 и β_2 . Базисом засечки служит или специально измеренная сторона, или сторона разбивочной сети. Проектные углы β_1 и β_2 вычисляют как разность дирекционных углов сторон. Дирекционные углы находят из решения обратной геодезической задачи по проектным координатам определяемой точки и известным координатам исходных пунктов.

На принципе редуцирования основано и применение для разбивки способа обратной угловой засечки. На местности находят приближенно положение O' разбиваемой проектной точки O . В этой точке устанавливают теодолит и с требуемой точностью измеряют углы не менее чем на три исходных Пункта с известными координатами. По формулам обратной засечки вычисляют координаты приближенно определенной точки и сравнивают их с проектными значениями. По разности координат вычисляют величины редукции (угловой и линейный элементы) и смещают точку в проектное положение. Для контроля на этой точке измеряют углы, вновь вычисляют ее координаты и сравнивают их с проектными. В случае недопустимых расхождений все действия повторяют.

Способы створной и створно-линейной засечек широко применяют для выноса в натуру разбивочных осей зданий и сооружений, а также монтажных осей конструкций и технологического оборудования.

Положение проектной точки C в способе створной засечки определяют на пересечении двух створов, задаваемых между исходными точками $7-7'$ и $2-2'$ (рис. 1.7). Створ задают обычно теодолитом, который центрируют над исходным пунктом, а зрительную трубу ориентируют по визирной цели, центрированной на другом исходном пункте. Положение точки C фиксируют в заданном створе.

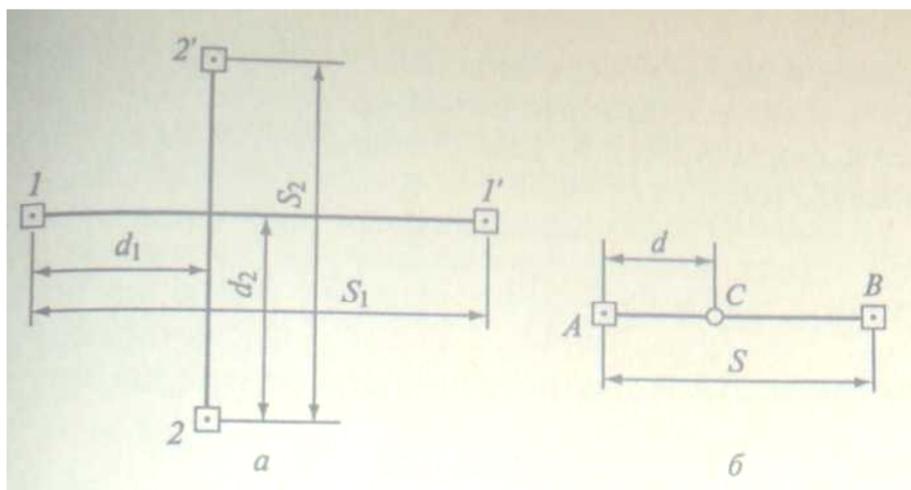


Рис. 1.7. Схема разбивки способами:

а - створной засечки; б - створно-линейной засечки

Способ прямоугольных координат применяют в основном при наличии на площадке или в цехе промышленного предприятия строительной сетки, в системе координат которой задано положение всех главных точек и осей проекта.

Способ бокового нивелирования широко применяют для выноса осей при детальной разбивке и для установки строительных конструкций в проектное положение.

Основными погрешностями бокового нивелирования являются:

погрешность разбивки параллельного створа $m_{\text{ств}}$;

погрешность центрирования оптического прибора и визирной цели при задании параллельного створа $m_{\text{ц}}$;

погрешность установки рейки $m_{\text{у}}$;

погрешность отсчета по рейке $m_{\text{о}}$.

Общая погрешность способа может быть подсчитана по формуле

$$m^2 = m_{\text{ств}}^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{у}}^2 + m_{\text{о}}^2 \quad (16).$$

8. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТ-СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНОВОЙ И ВЫСОТНОЙ ОСНОВЫ

8.1. Полевые и камеральные работы

Самый распространенный вид съемочного планового обоснования - теодолитные ходы, опирающиеся на один или два исходных пункта, или системы ходов, опирающихся не менее чем на два исходных пункта. В системе ходов, в местах их пересечения образуются узловые точки, в которых могут сходиться несколько ходов. Длины теодолитных ходов, зависящие от масштаба съемки и условий снимаемой местности, приведены в таблице 1.

Длины линий в съемочных теодолитных ходах должны быть не более 350 м и не менее 20 м. Относительные линейные невязки в ходах не должны превышать 1:2000, а при неблагоприятных условиях измерений — 1: 1000.

Таблица 1

Длины теодолитных ходов в зависимости от масштаба

Масштаб съемки	Допустимая длина теодолитного хода км.	
	застроенной	незастроенной
1:1000	1,2	1,8
1:2000	2,0	3,0
1:5000	4,0	6,0

Углы поворота на точках ходов измеряют теодолитами со средней квадратической погрешностью 0,5' одним приемом. Расхождение значений углов в полуприемах допускают не более 0,8'. Длину линий в ходах измеряют оптическими или светодальномерами, мерными лентами и рулетками. Каждую сторону измеряют дважды — в прямом и обратном направлениях. Расхождение в измеренных значениях допускается в пределах 1: 2000 от измеряемой длины линии. Для передачи координат на точки теодолитных ходов производят привязку

их к геодезическим пунктам более высокого класса. Привязка состоит в том, что определяют положение хотя бы одной точки хода относительно точек более высокого класса: измеряют между ними расстояние и примычный угол.

Плановую привязку называют передачей координат и дирекционных углов с пунктов привязки на точки ходов.

В зависимости от числа пунктов государственной геодезической сети и удаленности их от точек теодолитного хода привязку производят разными способами. Например, пункты государственной геодезической сети II, III включают в теодолитный ход, измеряют примычные углы и линии.

Работу по измерению углов на станции выполняют в следующем порядке:

- установка теодолита в рабочее положение — центрирование инструмента, приведение его оси в отвесное положение (нивелирование инструмента), установка трубы для визирования;

- измерение горизонтальных углов (направлений);

- обработка журнала наблюдений и контроль измерений на станции.

Для измерения горизонтальных углов применяют преимущественно способ приемов при измерении одного угла и способ круговых приемов при измерении на станции углов между тремя и более направлениями.

Для измерения угла теодолит устанавливают в вершине угла и закрепив лимб наводят на заднюю точку. Закрепив алидаду, производят отсчет a_1 по горизонтальному кругу.

Далее открепляют алидаду, визируют на переднюю точку и делают отсчет a_2 . Величина измеряемого угла $b = a_1 - a_2$

Такое измерение угла называется полуприемом. Для контроля и ослабления влияния инструментальных погрешностей угол горизонтальных углов измеряют при втором положении вертикального круга, сместив лимб на $5... 10^\circ$ для оптических теодолитов, и приблизительно на 90° — для теодолитов с двумя отсчетными приспособлениями. Два таких измерения составляют прием.

Из результатов измерений в полуприемах вычисляют среднее значение измеряемого угла.

При измерении способом круговых приемов, установив теодолит над точкой, визируют последовательно на все направления по ходу часовой стрелки и производят отсчеты. Последнее наведение делают на начальное направление, чтобы убедиться в неподвижности лимба. Эти действия составляют первый полуприем.

Во втором полуприеме смещают лимб, переводят трубу через зенит и последовательно визируют на все направления против хода часовой стрелки.

При измерении вертикальных углов исходным (основным) направлением является горизонтальное. Отсчеты ведут по шкалам, нанесенным на вертикальный круг 2 теодолита (на вертикальном круге (см. рис. 1) показана подпись делений от 0 до 360°).

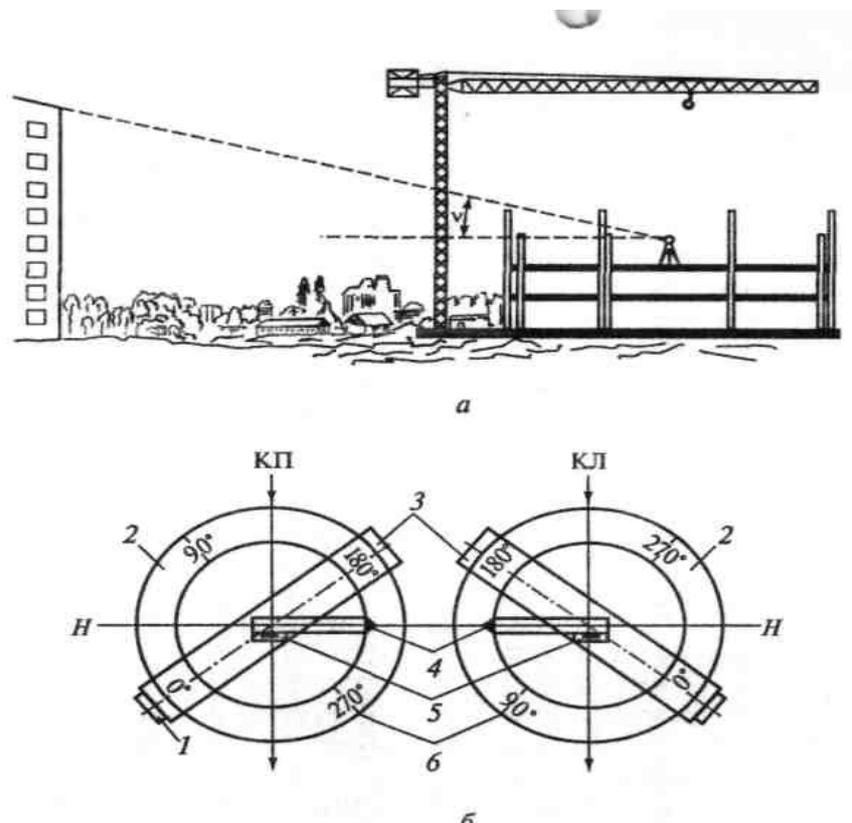


Рис. 1. Измерение вертикального угла при определении высоты сооружения

- а — схема; б — положение оси визирования; 1 — окуляр;
 2 — вертикальным круг; 3 — объектив; 4 — отсчетный индекс;
 5 — уровень; б — оцифровка;
 НН -горизонтальная ось

Принято различать положительные и отрицательные углы наклона. Положительный угол образуется разностью между направлением на предмет, располагаемым выше уровня горизонтальной оси вращения трубы, и направлением, соответствующим горизонтальному положению визирной оси. Отрицательный угол образуется между горизонтальным положением визирной оси трубы и направлением на точку, располагаемую ниже горизонтальной оси вращения трубы.

У некоторых типов теодолитов подпись шкал на вертикальном круге иная, но во всех случаях с горизонтальным направлением визирной оси трубы совпадает целое число градусов: 0° , 90° . У теодолитов ЗТ30 начальный индекс, относительно которого производят отсчеты по вертикальному кругу приводится в горизонтальное положение уровнем при горизонтальном круге. Уровень скреплен с алидадой так, что его ось установлена параллельно коллимационной плоскости зрительной трубы.

Для вычисления значений углов наклона определяют место нуля (МО). Место нуля — это отсчет по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси и положению пузырька уровня при алидаде вертикального круга в нульпункте.

Место нуля определяют так: устанавливают теодолит, приводят его в рабочее положение, находят хорошо видимую точку и наводят на нее трубу при «круге лево». При наличии уровня при вертикальном круге приводят его пузырек в нуль-пункт и берут отсчет по вертикальному кругу. Трубу переворачивают через зенит, теодолит — на 180° и вновь, теперь уже при «круге право», наводят крест сетки нитей на ту же точку. Вновь приводят пузырек уровня в нуль-пункт и берут второй отсчет по вертикальному кругу.

При работе с теодолитом ЗТ30 место нуля вычисляют по формуле:

$$МО = (П + Л + 180^\circ)/2 \quad (1)$$

При работе с теодолитом ЗТ5КП МО вычисляют по следующей формуле:

$$MO = (\Pi + Л)/2 \quad (2)$$

где Π и $Л$ — отсчеты по вертикальному кругу теодолита при КП и КЛ соответственно.

При работе с другими теодолитами формулу для вычислений MO узнают из паспорта, прикладываемого к каждому теодолиту.

Место нуля может иметь любое значение. Важно, чтобы при измерении вертикальных углов оно оставалось постоянным. Для удобства вычислений желательно, чтобы MO было близким, а еще лучше равным нулю.

Место нуля исправляют так. После определения MO вращением трубы теодолита при КЛ устанавливают отсчет по вертикальному кругу, равный вычисленному углу наклона. В этом случае средняя горизонтальная нить сетки сойдет с изображения точки. Вертикальными исправительными винтами сетки среднюю горизонтальную нить наводят на точку.

Измерение вертикальных углов основано на конструктивной особенности теодолита, лимб вертикального круга которого жестко скреплен с трубой. С визирной осью трубы совпадают направления на лимбе вертикального круга: $0...180^\circ$ или $90...270^\circ$. Лимб, вращаясь вместе с трубой, подводит к отсчетным индексам различные отсчеты. Разность отсчетов между направлением и горизонтальным отсчетным индексом даст значение вертикального угла v или угла от горизонта до измеряемого направления. Для решения некоторых инженерных задач требуется определить зенитное расстояние, которое является дополнением угла наклона до 90° : $z = 90^\circ - v$.

При измерении зенитных расстояний вместо MO определяют место зенита ($MЗ$). Отсчеты по вертикальному кругу производят при положении пузырька уровня при вертикальном круге в нульпункте, что означает приведение отсчетного индекса в горизонтальное положение. Если теодолиты снабжены компенсатором, то отсчетный индекс автоматически приводится в горизонтальное положение. Если у теодолита нет уровня при вертикальном круге и компенсатора

(например, теодолиты ЗТЗО), то перед отсчетом по вертикальному кругу приводится в нуль-пункт уровень при горизонтальном круге.

Хотя оцифровка делений на вертикальных кругах теодолитов различна, правила придания знаков вертикальным углам общий: поднятие визирной оси трубы над горизонтом образует положительные углы наклона. Поэтому при определении угла наклона разными теодолитами его вычисляют по следующим формулам:

$$\text{ЗТЗО: } v = Л - МО, v = МО - П - 180^\circ, v = (Л - П - 180^\circ)/2; \quad (3)$$

$$\text{ЗТ5К, 2Т5П: } v = Л - МО, v = МО - П, v = (Л - П)/2. \quad (4)$$

Если из уменьшаемого отсчета нельзя вычесть вычитаемое, то к отсчету, меньшему 90° , прибавляют 360° .

Первичную обработку результатов линейных и угловых измерений (полевой контроль и оценку их пригодности для последующих вычислений) выполняют непосредственно в полевых журналах. При первичной обработке находят среднее значение из множества измерений одной и той же величины, определяют допустимость отклонений, делают повторные вычисления.

Основную обработку результатов измерений в теодолитном ходе выполняют после полевого контроля и записывают на бланках-ведомостях. Исходные данные для обработки: горизонтальные углы, длины сторон дирекционный угол примычной стороны и координаты точек государственной геодезической сети, к которым привязывают теодолитный ход.

Последовательность обработки и записи результатов приведена в ведомости координат (Приложение А).

1. Из журнала в ведомость выписываем средние значения измеренных углов.
2. Подсчитываем сумму измеренных углов (графа 2) и теоретическую сумму углов $\sum B_T$.

Для замкнутого теодолитного хода сумму углов подсчитывают как сумму

углов многоугольника:

$$\sum B_T = 180^\circ(\tilde{n} - 2) \quad (5)$$

где \tilde{n} — число углов.

Подсчитываем невязку f в сумме углов, равную разности суммы измеренных практически и теоретических углов.

В нашем примере сумма внутренних углов равна $2340^0 02'$, таким образом угловая невязка составляет $+2$. Определяем допустимую угловую невязку:

$$f_b = 1,5t \sqrt{\tilde{n}} = \pm 4' \quad (6)$$

где t — приборная точность измерения углов

\tilde{n} — число измеряемых углов.

4. Так как невязка допустимая её распределяем поровну на все углы введением поправок.

Поправки вводим с обратным знаком в значения измеренных углов, получая исправленные углы (графа 3).

Как правило, поправки вводят с округлением до десятых долей минуты, или до целых минут если углы измерены с точностью до минут. Если невязку нельзя разделить поровну на все углы, то большую поправку вводят в углы, образованные короткими сторонами,

5. По исходному дирекционному углу, который равен $30^0 40$ вычисляют дирекционные углы остальных сторон теодолитного хода. Вычисление ведут по правилу: дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны ПЛЮС 180° и минус горизонтальный угол, лежащий справа по ходу. Если при вычислении уменьшаемый угол окажется меньше вычитаемого, то к уменьшаемому углу прибавляют "360". Если вычисленный ди-

рекцияльный угол окажется больше 360° , то из него вычитают 360° .

6. Вычисляем значения румбов,

7. Вычисляем горизонтальные проложения длины линий и записывают их значения в ведомость координат.

8. В графе 5 подсчитываем длину (периметр) теодолитного хода

9. Используя калькулятор или специальные таблицы приращений координат, вычисляем Δx и Δy .

Вычисление приращений координат можно вести с помощью таблиц натуральных значений тригонометрических функций.

10. Подсчитываем алгебраическую сумму положительных и отрицательных значений приращений координат.

11. Из каталогов координат в графы 8 и 9 выписываем координаты x и y исходных пунктов и подсчитываем теоретические суммы приращений координат. С учетом знаков находим абсолютные невязки хода по осям.

12. Вычисляем относительную линейную невязку— сумма длин сторон хода, выражаемая простой дробью с единицей в числителе. Для ее нахождения сумму длин сторон хода делят на абсолютную линейную невязку.

13. Если относительная невязка меньше $1/2000$, то невязки распределяют, вводя поправки в вычисленные значения приращений координат. поправки в вычисленные значения приращений координат, вводим с обратным невязкам знаком. Так как в нашем примере относительная невязка равна $1/5400$, распределяем поправки пропорционально длинам линий.

Исправленные значения приращений записывают в графах 6 и 7. Алгебраическая сумма координат по каждой оси должна быть равна нулю.

14. Координаты вершин теодолитного хода получаем последовательным алгебраическим сложением координат предыдущей точки хода с соответственно исправленными приращениями:

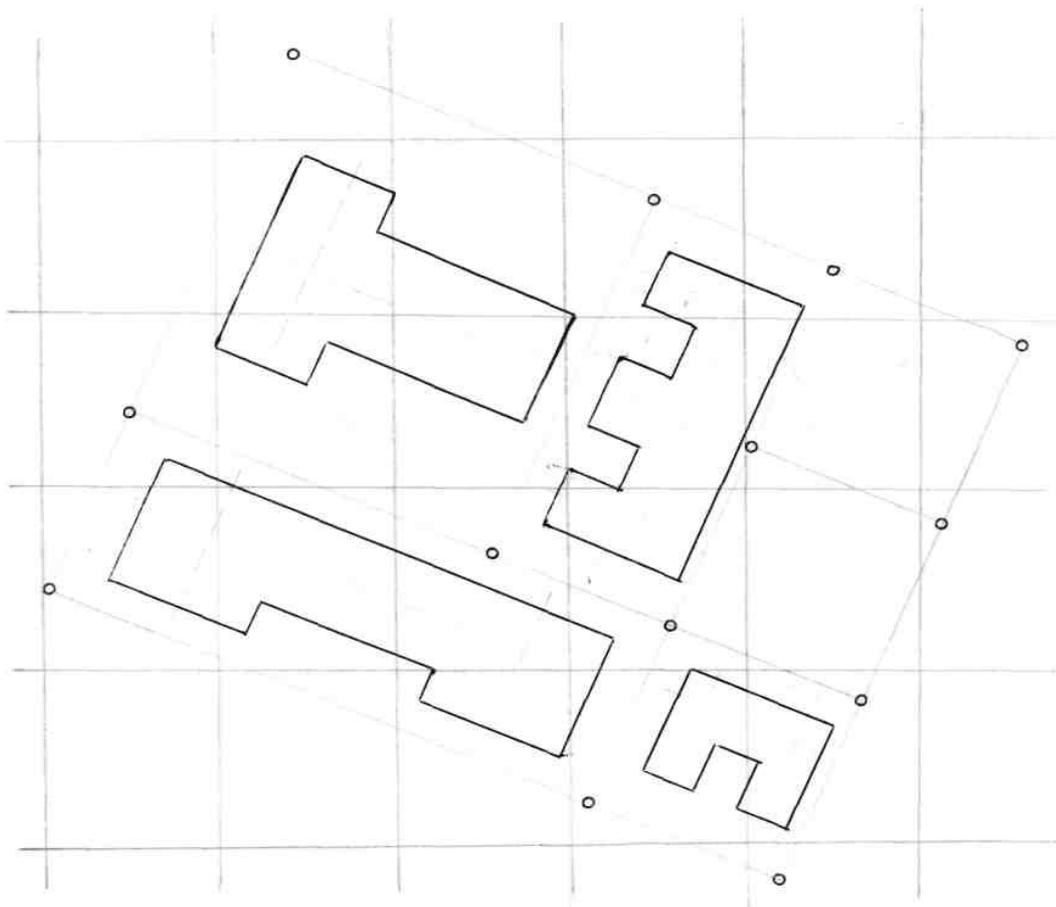
$$X_4 = x_3 + \Delta x \qquad Y_4 = y_3 + \Delta y \qquad (7)$$

где X_4, Y_4 — координаты последующей точки $\Delta x, \Delta y$ — приращения

После вычисления координат планово-высотной основы, приступаем к проектированию стойгенплана и строительной координатной сетки.

Строительную координатную сетку проектируем параллельно красной линии застройки квартала. Координаты точек А и В берем графически с плана.

$$X_a=5570,36 \quad Y_a=2003,70 \quad X_b=5491,68 \quad Y_b=2208,32$$



Вершины основных фигур сетки

Вершины дополнительных фигур сетки

Координатные оси геодезической сетки

Координатные оси строительной сетки

Рис. 2. Строительный генеральный план

Направление линии АВ определяем решением обратной геодезической задачи по формулам :

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \operatorname{tg} \alpha \quad (8)$$

где Δx и Δy – приращения координат
 $\operatorname{tg} \alpha$ – тангенс румба линии АВ

$$s = \Delta x / \cos \alpha = \Delta y / \sin \alpha \quad (9)$$

где s – длина линии АВ

Подставив значения в формулы получим: $\operatorname{tg} \alpha = 204,62 : 121,32 = 1,68661$ по таблицам находим угол – ЮВ: $59^{\circ}20'$ и длину линии – 237,88.

Аналогично решаем задачи для линии АС – направление линии будет СВ: $30^{\circ}40'$, длина линии 210,30.

Таким образом определены направления основных осей проектной строительной координатной сетки, по этим данным выполняются разбивочные работы на площадке

8.2. Проектирование методов измерений и способов построения проектных точек

Перед выносом в натуру проекта инженерного сооружения необходимо выполнить специальную геодезическую подготовку, которая предусматривает его аналитический расчет, геодезическую привязку проекта, составление разбивочных чертежей и разработку проекта производства геодезических работ.

Для выноса сооружения в натуру имеются на местности геодезические пункты с известными координатами. В этой же системе получены координаты основных точек проектных сооружений, определяющих его геометрию. Коор-

динаты пунктов геодезической разбивочной основы определены по результатам измерений, проводимых при ее создании. Координаты точек, принадлежащих сооружению, определяли графически.

При этом использовались основные чертежи проекта, генеральный план, определяющий состав и местоположение сооружения; рабочие чертежи, на которых в крупных масштабах показаны планы, разрезы, профили всех частей сооружения с размерами и высотами деталей; план организации рельефа; планы и профили дорог, подземных коммуникаций.

Весь комплекс геодезической подготовки проекта состоит из аналитического расчета элементов проекта. По значениям проектных размеров и углов находились в принятой системе проектные координаты основных точек сооружений, элементов планирования и благоустройства (осей проездов, коммуникаций, дорог и т.п.). Одновременно контролировалась правильность нанесения размеров на чертежах.

Различают три способа геодезической подготовки проекта: аналитический, графоаналитический и графический.

Чаще применяют графоаналитический способ, когда положение исходных точек определяют графически с топографического плана, а остальных точек, жестко связанных с исходными — аналитически.

Если проект сооружения не связан с существующими строениями, то иногда применяют графический способ проектирования, при котором все планировочные элементы определяются графически по топографическому плану. Расчет проекта производят по графическим координатам всех его главных точек, с использованием строительного генерального плана, или топокарты. Чтобы уменьшить, по возможности, влияние деформации планов, до определения графических координат измеряют действительные размеры квадратов координатной сетки. Для крупномасштабных планов они должны быть равны 100 мм.

Для выноса проекта в натуре независимо от способа проектирования все его геометрические элементы должны быть строго математически увязаны между собой и с имеющимися на площадке капитальными зданиями и соору-

жениями. Это необходимо для устранения влияния на точность разбивочных работ погрешностей в принятых для проектирования исходных данных (координатах, высотах, длинах линий), особенно взятых графически с плана.

При аналитическом расчете проекта решается ряд типовых геодезических задач. Наиболее распространенными являются прямая и обратная геодезические задачи, которые мы решали ранее.

При геодезической подготовке проекта выполняют его привязку. Привязкой проекта называют расчеты геодезических данных (разбивочных элементов), по которым выносят его в натуру от пунктов разбивочной геодезической основы или опорных капитальных строений. Разбивочными элементами служат расстояния, углы превышения, выбор и расчет которых зависят от принятого способа разбивки.

Результаты геодезической подготовки проекта отображают на разбивочных чертежах. Разбивочный чертеж является основным документом, по которому в натуре выполняются разбивочные работы (См. Разбивочный чертеж).

Его составляют в масштабах 1:500... 1:2000, а иногда и крупнее в зависимости от сложности сооружения или его элементов которые выносят в натуру. На разбивочном чертеже показывают контуры выносимых зданий и сооружений; их размеры и расположение осей; пункты разбивочной основы, от которых производится разбивка; разбивочные элементы, значения которых подписывают прямо на чертеже. Иногда на разбивочном чертеже указывают значения координат исходных пунктов в принятой системе длины и дирекционные углы исходных сторон, отметки исходных реперов и другие данные, использованные для геодезической подготовки проекта. Эти данные могут служить и для контроля процессе разбивки и после ее завершения.

Для обеспечения точности и своевременности выполнения геодезических работ на строительной площадке составляют специальный проект. В проекте производства геодезических работ, который является составной частью общестроительного проекта рассматриваются: построение исходной разбивочной основы, организация и выполнение разбивочных работ, исполнительных съе-

мок; применение соответствующих приборов для обеспечения требуемой точности измерений и другие вопросы, зависящие конкретного объекта и условий его строительства.

Построение в натуре проектного угла заключается в отыскании и закреплении на местности направления, образующего с исходным направлением угол, равный проектному.

Исходными данными для построения угла являются заданные в натуре вершина угла и исходное направление АВ, а также величина проектного угла или значения дирекционных углов исходного и проектного строительной координатной сетки.

Построение угла повторительным теодолитом производится следующим образом.

Теодолит центрируется над вершиной угла А. Нуль первого верньера совмещается с нулем лимба или устанавливается на лимбе отсчет, равный исходному дирекционному направлению. При закрепленной алидаде визирная ось теодолита наводится на точку В (или визирную цель, установленную над точкой В) и лимб закрепляется. Далее поворотом алидады по первому верньеру устанавливается отсчет, равный проектному значению угла, или проектному дирекционному направлению. По полученному направлению на требуемом расстоянии фиксируется точка С. Фиксация может быть произведена в виде риски карандашом или острым предметом на опорной поверхности знака, забивкой гвоздя в деревянные колья и т.п.

Для исключения влияния коллимационной ошибки указанные выше действия повторяются при другом положении вертикального круга и получают точку C_0 . За окончательное значение принимается среднее направление ВС.

Положение точки С может быть получено одним из следующих способов.

Отрезок $C'_0C''_0$ делят пополам. Середина отрезка дает искомую точку С. При другом способе измеряется теодолитом угол. Вычисляется отсчет, соответствующий направлению по биссектрисе угла $C''_0BC'_0$ и на этот отсчет устанавливается алидада. По направлению линии визирования фиксируется положение

точки С.

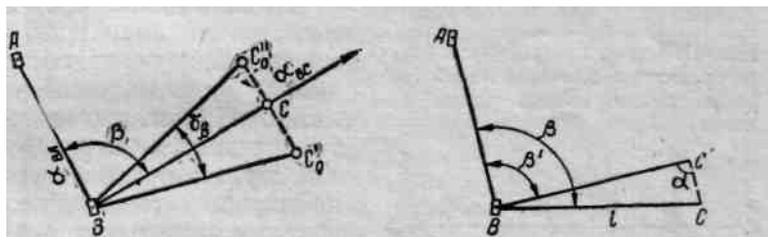


Рис. 4. Схема построения проектного угла

С помощью теодолита многократно измеряют угол, построенный одним из описанных выше способов, и вычисляют разность между проектным и измеренным значениями. Определяется линейная величина поправки и откладывается отрезок d в требуемом направлении по перпендикуляру к BC ; перпендикуляр в точке C восстанавливают при помощи обычного чертежного треугольника. Закрепив в натуре точку C , для контроля измеряют угол при двух положениях вертикального круга теодолита.

Расхождения между проектным и измеренным значениями угла не должны превышать удвоенного значения средней квадратической ошибки измерения угла.

Построение в натуре проектных длин линий заключается в отложении на местности расстояний, длины горизонтальных проложений которых заданы проектом. Начальная точка отрезка линии и его направление в натуре закрепляются соответствующими знаками.

Построение проектных длин линий производится стальными рулетками длиной 10, 20, и 50 ж в зависимости от расстояний откладываемых отрезков.

Построение в натуре отрезка короче длины рулетки выполняется следующим образом (рулетка должна находиться в горизонтальной плоскости).

По всей длине отрезка в заданном направлении на ровной поверхности земли укладывается рулетка. При сильно изрытой местности перенесение отрезка производится на весу по штативам или высоким кольям. От твердой точки рулетка растягивается по направлению линии с постоянным натяжением. Начальный штрих рулетки совмещается с точкой начала линии и фиксируется

заданное проектом горизонтальное проложение. Для контроля рулетка сдвигается вдоль створа и производятся отсчеты по рулетке на обоих концах отложенного отрезка.

При откладывании нескольких отрезков по одному направлению нулевой штрих рулетки совмещается с твердой точкой и рулетка растягивается по направлению линии. По рулетке фиксируются точки на заданных проектных расстояниях.

Для построения отрезка, превышающего длину рулетки, выравнивается участок земной поверхности в заданном направлении, которое предварительно провешивается (фиксируется створ заданного направления). Точки створа фиксируются на асфальте или бетоне мелом, карандашом или острым предметом. На земле точки створа фиксируются кольшками. Число длин рулетки (пролетов) откладывается способом фиксации. Контроль производится промером отложенного отрезка.

При построении проектных значений длин линий в измеренные их значения необходимо вводить поправки за наклон местности; за температуру; за провес рулетки; за компарирование.

Вынесение в натуру проектной отметки заключается в закреплении на местности точки с заданной отметкой и производится со знаков высотной геодезической основы.

При выполнении работы по вынесению в натуру применяются нивелиры всех типов и трехметровые двусторонние рейки с шашечными сантиметровыми делениями.

Применяется два способа вынесения отметок в натуру: способ горизонта инструмента и способ превышений.

Способ горизонта инструмента применяется для одновременного вынесения в натуру отметок значительного числа точек.

При вынесении в натуру отметок одной или двух точек применяется способ превышений.

При применении способа превышений работы выполняются в такой по-

следовательности.

Нивелир устанавливается между знаком высотной геодезической основы и точкой А, на которую нужно вынести проектную отметку (рис.5). Расстояние от нивелира до репера и до точки А должно быть по возможности примерно одинаковым. В точке А забивается колышек, а если отметка выносится на стену или колонну, то прочерчивается карандашом или острым предметом (гвоздем) горизонтальная черта на уровне, примерно равном проектной отметке.

Предварительно вычисляется повышение проектной отметки над репером.

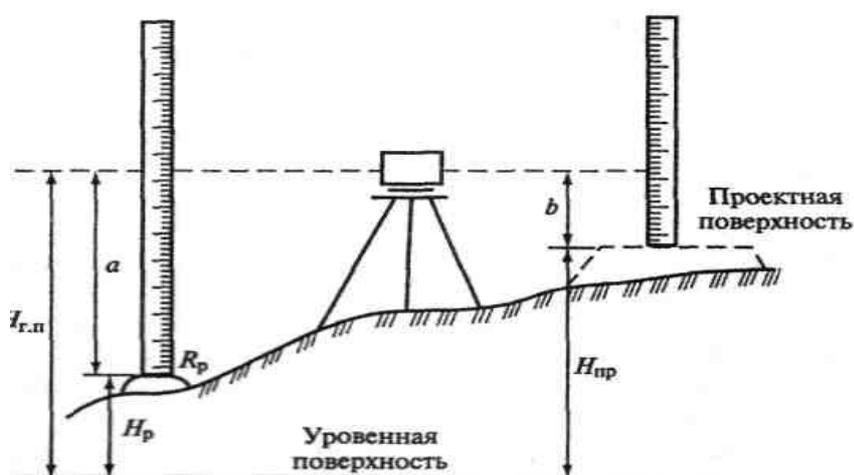


Рис. 5. Схема построения в натуре проектной отметки

Таким образом, для обеспечения точности и своевременности выполнения геодезических работ на строительной площадке составляют специальный проект. В проекте производства геодезических работ, который является составной частью общестроительного проекта рассматриваются: построение исходной разбивочной основы организация и выполнение разбивочных работ, исполнительных съемок; применение соответствующих приборов для обеспечения требуемой точности измерений и другие вопросы, зависящие конкретного объекта и условий его строительства.

В результате выполненной работы подготовлены геодезические данные для разбивки на местности строительной координатной сетки, после её закрепления соответствующими знаками приступаем к разбивке осей запроектированных зданий.

9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ НА МОНТАЖНОМ ГОРИЗОНТЕ

9.1. Построение плановой и высотной основы

Для обеспечения необходимой точности собираемости конструкций в узлы в многоэтажных зданиях или многоярусных сооружениях на монтажные горизонты каждого этажа (яруса) должны передаваться опорные точки разбивочных осей, закрепленных на исходном горизонте. Система таких опорных точек представляет собой геодезическое обоснование на монтажном горизонте.

Монтажный горизонт — это условная плоскость, проходящая через опорные площадки возведенных несущих конструкций определенного этажа или яруса надземной части здания или сооружения.

Под созданием разбивочной основы на монтажном горизонте понимается построение и закрепление на перекрытии каждого этажа системы точек основных осей здания и разбивочных (базовых) осей по границам монтажных захваток (как правило, последние совпадают с межсекционными осями), а также реперов для высотной разбивки на монтажном горизонте.

Построение плановой разбивочной основы на монтажном горизонте начинается с передачи опорных точек основных осей, закрепленных на исходном горизонте, по высоте.

Выбор точек разбивочной основы, принимаемых в качестве исходных для проектирования на монтажный горизонт, обуславливается возможностью обеспечить видимость с исходного горизонта на все этажи (ярусы) здания, формой плановой сети, возможностью построения с этих точек плановой основы на монтажном горизонте, методами выполнения строительно-монтажных работ.

Количество опорных точек, передаваемых на монтажный горизонт, определяется в зависимости от размеров здания или сооружения в плане и организации строительно-монтажного процесса, но должно быть не менее трех.

В зависимости от назначения здания или сооружения, его этажности, кон-

структивных особенностей и сложности технологического оборудования в нем проектирование точек опорной сети на монтажный горизонт должно осуществляться методом вертикальной плоскости с помощью теодолита или методом вертикальной линии с помощью зенит-приборов. Выбор метода проектирования и расчет точности производятся при составлении ППГР.

При первом методе (рис. 7) теодолит устанавливается точно в створе данной разбивочной оси, и труба его ориентируется на риску, нанесенную на цоколе здания. Примерно в створе этой же оси на перекрытии данного этажа устанавливается тренога с закрепленным на ней нитяным отвесом (в случае отсутствия ветра) или оптическим отвесом на расстоянии не менее 50 см от грани наружной стеновой панели.

Ориентированную трубу теодолита при закрепленном горизонтальном круге вращают в вертикальной плоскости до тех пор, пока визирная цель (отвес или марка) попадет в поле зрения трубы. После этого труба закрепляется в вертикальной плоскости и в заданный створ вводится визирная цель, которая и фиксирует положение разбивочной оси на перекрытии. Аналогичные операции выполняются и при другом круге теодолита. Расстояние между двумя рисками полученными при двух положениях вертикального круга теодолита, делится пополам и полученная средняя риска принимается за искомое положение оси на перекрытии.

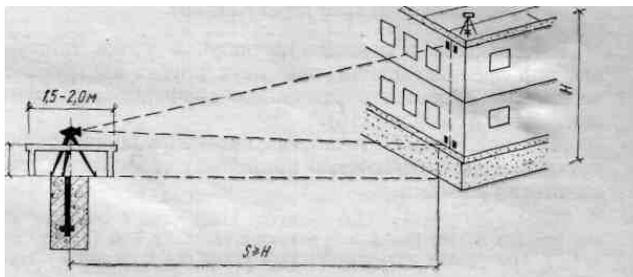


Рис. 7. Проектирование точек опорной сети на монтажный горизонт

Применение данного способа целесообразно при возведении зданий малой и средней этажности, а также при наличии больших свободных территорий в границах строительной площадки. Работа должна выполняться хорошо выверенным теодолитом при двух положениях вертикального круга.

При проектировании точек разбивочных осей на различные горизонты этим способом влияют ошибки наклона оси вращения трубы; наклона оси вращения инструмента, визирования, фиксации точки на монтажном горизонте, установки инструмента в створ; коллимационная ошибка.

При втором способе опорные точки передаются по высоте с помощью зенит-прибора методом вертикального проектирования (рис. 8).

Опорные точки располагаются параллельно осям конструкций (за пределами их габаритов) непосредственно на перекрытии исходного горизонта либо за пределами здания на выносных площадках. Места расположения этих точек выбираются таким образом, чтобы их можно было использовать в течение всего периода монтажа здания.

При этом способе передачи осей на монтажные горизонты применяются оптический центрированный прибор ОЦП, прибор оптического вертикального проектирования ПОВП, лазерный зенит-центрир ЛЗЦ или PZL.

Для переноса осей на последующие этажи над опорной точкой устанавливается и центрируется зенит-прибор. При отцентрированном и отnivelированном приборе проектируется опорная точка по вертикали (снизу вверх) на специальную палетку (рис. 9), закрепленную над отверстием в перекрытии монтажного горизонта. Проектирование опорной точки осуществляется при четырех положениях его: 0° , 90° , 180° , 270° и берется соответственно четыре отсчета по координатной сетке палетки. По этим отсчетам вычисляются координаты проектируемой точки.

Палетка изготавливается из листа оргстекла размером $300*300*10$ мм с наклеенной на ней калькой. На кальке наносится координатная сетка с оцифровкой по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

Найденное из четырех отсчетов положение опорной точки на палетке переносится на перекрытие данного этажа и маркируется керном (на закладных деталях) или масляной краской на бетоне.

Ошибка вертикального проектирования опорной точки разбивочной оси этим способом зависит от ошибок приведения визирной оси прибора в отвесное

положение (t_0), визирования (t_B), центрирования прибора над проектируемой точкой (t_C) и фиксации точки на палетке (t_{Φ})

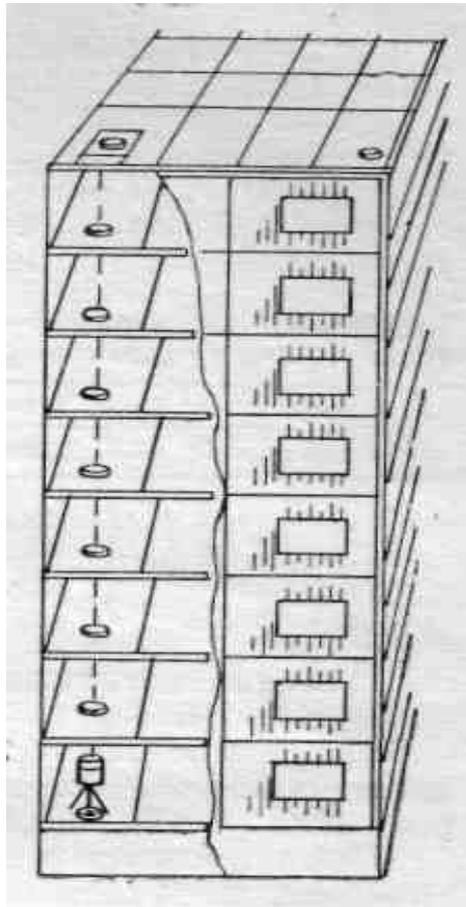


Рис. 8. Проектирование точек опорной сети на монтажный горизонт с помощью зенит-прибора

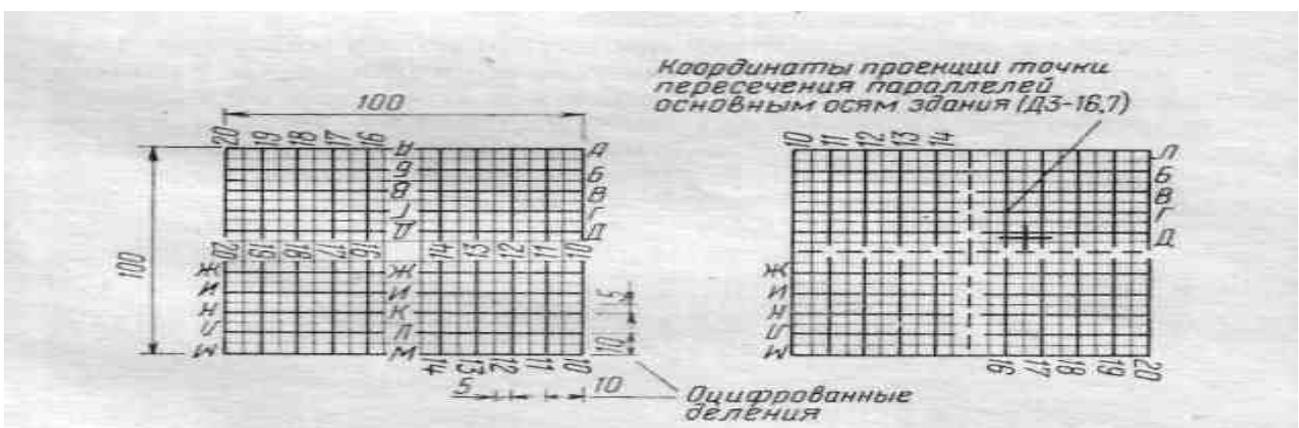


Рис. 9. Палетка для проектирования опорных точек

9.2. Детальные разбивочные работы на монтажном горизонте

Детальные геодезические разбивочные работы на монтажном горизонте здания или сооружения заключаются в построении установочных рисков, фиксирующих плановое или высотное проектное положение конструкций или их элементов.

Детальные геодезические построения на подготовленных фундаментах или опорах под монтаж одноэтажных и многоэтажных промышленных, жилых и общественных зданий производятся от осевых знаков, закрепленных на земной поверхности, методом створов с помощью теодолита и стальной рулетки либо путем измерения малых параллактических углов. Этот же метод применяется и при детальном построении установочных рисков на монтажном горизонте каркасных зданий (на оголовках колонн или плитах перекрытий). Для этого типа зданий (каркасных одно- и многоэтажных) в большинстве случаев производится детальное построение основных, секционных и пролетных разбивочных осей, а не линий, им параллельных. На монтажных горизонтах крупнопанельных и крупноблочных жилых зданий детальное построение рисков планового положения элементов производится методом детального построения створа, створ разбивочной оси фиксируется в пространстве не визирной осью теодолита, а стальной проволокой или леской, в плоскости которой откладываются расстояния между осями или гранями поперечных стен здания. Створ разбивается в плоскости продольных стен здания (Рис. 10).

Плановая разбивочная сеть на монтажном горизонте создается в виде правильных фигур (преимущественно прямоугольников), повторяющих в общих чертах конфигурацию здания или сооружения, со сторонами, параллельными осям их.

Точки сети должны располагаться в местах, обеспечивающих взаимную видимость и сохранность на период монтажа данного яруса. По основным точкам плановой разбивочной сети с необходимой точностью прокладывается контрольный ход в виде цепочки фигур микротрилатерации.

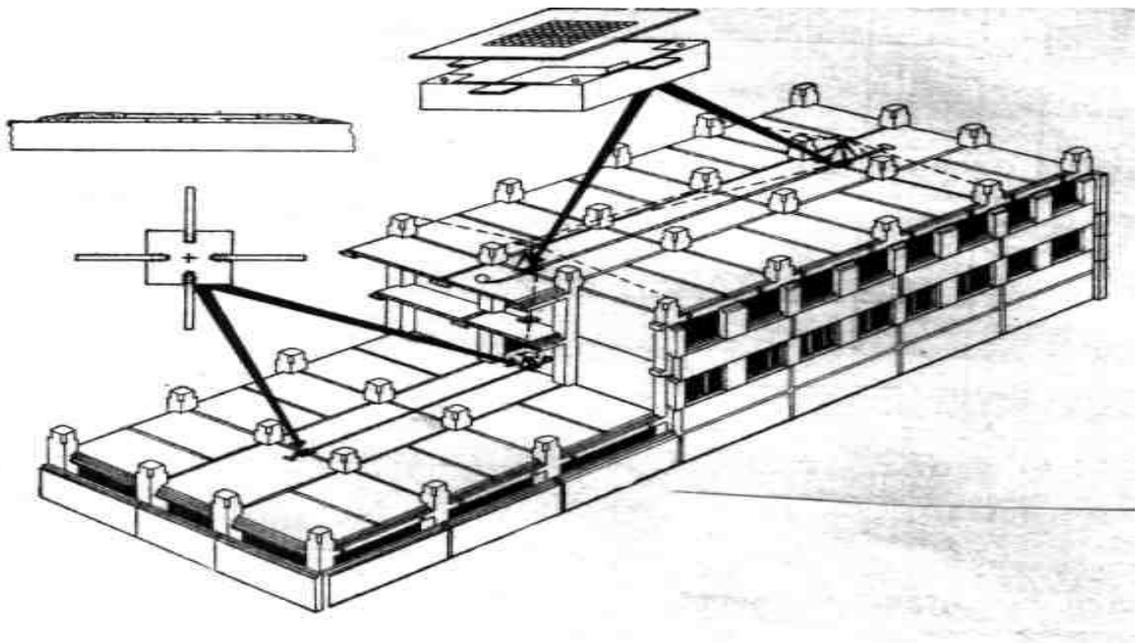


Рис. 10. Схема проектирования точек опорной плановой сети с исходного на монтажный горизонт

Одновременно с проложением хода в створе сторон плановой основы намечаются и временно закрепляются промежуточные точки для сгущения основной сети. Положение этих точек на монтажном горизонте определяются путем створных засечек или построения прямых углов с помощью теодолита, стальной компарированной рулетки стальной проволоки или капронового шнура.

При III-д и IV-д классах точности построения сети взамен проложения контрольного хода можно выполнить только контрольные промеры вдоль сторон плановой сети с обязательным измерением не менее двух диагоналей или двух углов на основных точках.

Уравновешивание плановой разбивочной основы монтажного горизонта выполняется способом приближений с оценкой точности уравновешенных элементов в местах наиболее слабого замыкания строительных конструкций. Полученные значения координат точек плановой разбивочной основы сопоставляются с проектными и в положение этих точек вводятся поправки-редукции. Расхождения между фактическими и теоретическими значениями сторон сети не должны превышать величины, вычисленной по формуле

$$\Delta = 2L/\sqrt{2} \quad (7)$$

где L — длина измеренной стороны или диагонали.

При допустимых расхождениях фактических и теоретических координат точки смещаются на половину отклонения и окончательно закрепляются дюбелями или керном на металлических пластинах и маркируются несмываемой краской.

Высотным разбивочным обоснованием на монтажном горизонте служат рабочие реперы, отметки которых получены от исходных реперов высотной разбивочной основы.

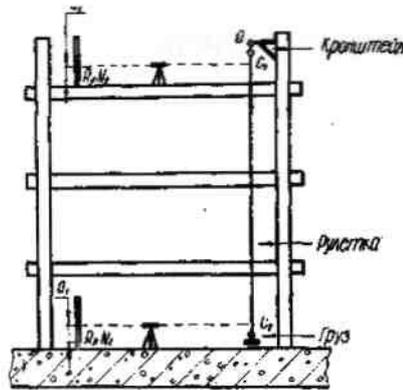


Рис. 11. Передача отметок на монтажный горизонт

На монтажном горизонте должно быть не менее двух рабочих реперов в зависимости от количества секций или захватов. Рабочими реперами могут служить закладные детали в конструкциях данного этажа (яруса) или специально закрепляемые на конструкциях металлические уголки, пластины дюбеля и т. п. при соответствующей их маркировке.

Передача проектных отметок на монтажные горизонты от исходных реперов должна осуществляться методом геометрического нивелирования с применением стальной компарированной рулетки по следующей методике.

Передача отметки на монтажный горизонт здания или сооружения осуществляется при помощи двух нивелиров и реек (или одного нивелира и рейки

с последовательной установкой их соответственно на исходном и монтажном горизонтах). Рейки устанавливаются на реперы или марки, между которыми передаются отметки. На подвешенной рулетке (Рис. 11) закрепляют две штриховые марочки, совмещая оси их нулевых штрихов с осями верхнего B и нижнего A штрихов рулетки.

Передача отметки включает:

определение превышения h_1 между исходным репером высотного разбивочного обоснования и нулем нижней марки на рулетке;

определение превышения h_2 между нулем верхней марки на рулетке и репером высотной разбивочной основы на монтажном горизонте.

При определении h_1 и h_2 визирование на верхнюю и нижнюю марки рулетки выполняется одновременно.

Искомое превышение вычисляется по формуле

$$h = h_1 + (B - A) - h_2. \quad (8)$$

Разность отсчетов $l = B - A$ должна быть исправлена поправками за переход от цепной линии при компарировании к хорде при измерении (A/l), за растяжение рулетки под действием собственного веса (A_p), за температуру мерного прибора (A_t).

Класс точности нивелирования реперов или марок высотного разбивочного обоснования на монтажном горизонте должен определяться при составлении ППГР. При создании высотного разбивочного обоснования на монтажном горизонте необходимо стремиться к совмещению точек плановой и высотной сетей. Для соблюдения проектных данных в зданиях и сооружениях по высоте отметки на монтажный горизонт следует передавать от марок или реперов, заложенных на исходном горизонте.

После завершения работ по созданию плановой и высотной разбивочной основы на монтажном горизонте составляется следующая исполнительная документация:

-схема расположения исходных, основных и промежуточных точек плановой сети с привязкой их к строительным осям;

-схема нивелирного хода;

схема контрольного хода (контрольных промеров) с выпиской расхождений между фактическими и теоретическими координатами точек;

-ведомости вычисления координат точек.

Эта документация прикладывается к акту проверки геодезических работ.

При возведении зданий повышенной этажности, имеющих большое количество прерывающихся осей, перед началом детальных геодезических построений целесообразно произвести перевычисления положения всех стеновых панелей и сторон опорной плановой сети на монтажном горизонте в систему координат X и Y , параллельную осям здания, и составить схему построения установочных осей (рис. 12) с выписанными на ней расстояниями установочных рисок панелей от осей X и Y . Это позволяет снизить затраты труда геодезистов примерно на 20%.

При возведении монолитных зданий и сооружений в скользящей опалубке детальные геодезические построения выполняются только перед установкой опалубки в проектное положение и включают нанесение на опорной поверхности фундамента установочных рисок под опалубку.

Детальное построение оси подкранового пути на консолях колонн выполняется с помощью теодолита методом построения створа. Здесь можно рекомендовать два варианта этого метода. При первом теодолит устанавливается на специальном кронштейне, закрепляемом на колонне таким образом, чтобы визирная ось теодолита находилась в плоскости оси подкранового пути. Труба теодолита ориентируется на марку, устанавливаемую на кронштейне в противоположном конце здания. Второй вариант этого метода позволяет производить детальное построение оси подкранового пути при установке теодолита над знаком параллели разбивочной оси здания или в любой промежуточной створной точке.

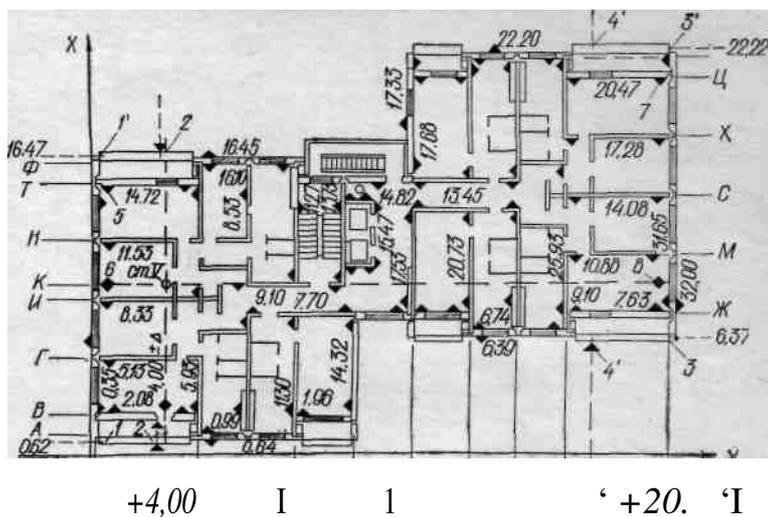


Рис. 12. Схема построения установочных рисок

При этом построение оси пути осуществляется методом наклонного проектирования ее положения, зафиксированного на уровне фундаментов, на консоли колонн.

Детальные высотные геодезические построения, заключающиеся в выносе проектных отметок на строительные конструкции от рабочих реперов монтажного горизонта, под возведение строительных конструкций выполняются способом геометрического нивелирования по программе технического нивелирования.

Таким образом, количество опорных точек, передаваемых на монтажный горизонт, определяется в зависимости от размеров здания или сооружения в плане и организации строительного-монтажного процесса, но должно быть не менее трех. Плановая разбивочная сеть на монтажном горизонте создается в виде правильных фигур, повторяющих в общих чертах конфигурацию здания или сооружения, со сторонами, параллельными осям их. При возведении монолитных зданий и сооружений в скользящей опалубке детальные геодезические построения выполняются только перед установкой опалубки.

10. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ПРИМЕНЕНИЮ ДЛЯ ДЕТАЛЬНЫХ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

10.1. Приборы для измерения линий и отметок

Измерение линий на местности — один из самых распространенных видов геодезических измерений. Без измерения линий не обходится ни одна геодезическая работа. Линии измеряют на горизонтальной, наклонной и вертикальной плоскостях. Их производят непосредственно — металлическими и деревянными метрами, рулетками, землемерными лентами и специальными про волоками, а также косвенно — электронными, нитяными и другими дальномерами.

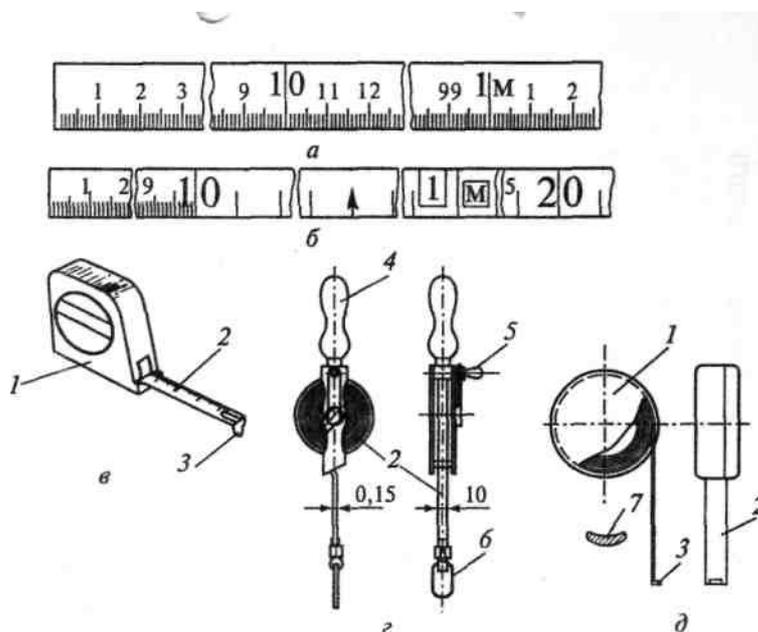


Рис. 13. Стальные рулетки

При использовании складных метров необходимо прежде всего проверить наличие всех звеньев. Рулетки выпускают стальные и тесемочные длиной 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 и 100 м, шириной 10... 12 мм, толщиной 0,15...0,30 мм. На полотне рулетки наносят штрихи через 1 мм по всей длине или только на первом дециметре. В последнем случае все остальное полотно размечают сантиметровыми штрихами.

Цифры подписывают у каждого дециметрового деления. Чтобы измерить

расстояние между двумя точками, штрих с подписью 0(ноль) прикладывают к одной точке и смотрят, какой штрих совпадает со второй точкой. Если вторая точка не совмещается со штрихом на рулетке, а попадает между ними, то расстояние между штрихами визуально делят на 10 частей и «на глаз» оценивают ее от ближайшего штриха. У рулеток с миллиметровыми делениями отсчет берут до 0,1 мм, у рулеток с метровыми делениями — до 0,1 деления или до 1 мм. Цифры у метровых делений даны с размерностью метров— буквой м. Стальные рулетки выпускают либо в футляре, либо с полотном, намотанным на крестовину. Для измерений коротких отрезков металлические рулетки делают изогнутыми по ширине — желобковыми.

Длинномерные рулетки типа РК (на крестовине) и РВ (на вилке) применяют в комплекте с приборами для натяжения — динамометрами. Как правило, пружинными динамометрами обеспечивают натяжение рулеткам до 100 Н (стандартное натяжение усилию 10 кг). Тесемочные рулетки состоят из плотного полотна. Полотно рулетки покрыто краской и имеет деления через 1 см. Такими рулетками пользуются когда не требуется высокая точность измерений.

С внедрением полупроводниковых лазерных источников излучения и цифровых методов измерения разности фаз появились импульсно-фазовые светодальномеры, в основе которых лежит фазовый метод измерения временного интервала при импульсном методе излучения.

Примером современного фазово-импульсного светодальномера может служить широко распространенный в нашей стране топографический светодальномер СТ-5.

Это высоко автоматизированный прибор, точность измерения расстояний которым характеризуется величиной $(10 + 5D)$ мм; предельная дальность — 5 км.

Улучшенный вариант этого светодальномера — 2СТ-10 (рис. 14). Его технические характеристики: средняя квадратическая погрешность измерения расстояний $(5 + 3D)$ мм; диапазон измерения 0,2 м... 10 км; диапазон рабочих температур +40...-30 °С; масса прибора — 4,5 кг. Управление процессом измерения обеспечивается встроенной микроЭВМ. Результаты измерения с

учетом поправки на температуру воздуха и атмосферное давление высвечиваются на цифровом табло и могут быть введены в регистрирующее устройство. В приборе имеется звуковая сигнализация обнаружения отраженного сигнала, готовности результата измерения и разряженности источника питания. В комплект светодальномера входят: отражатели, штативы, источники питания, зарядное устройство, барометр, термометр, набор инструментов и принадлежностей.

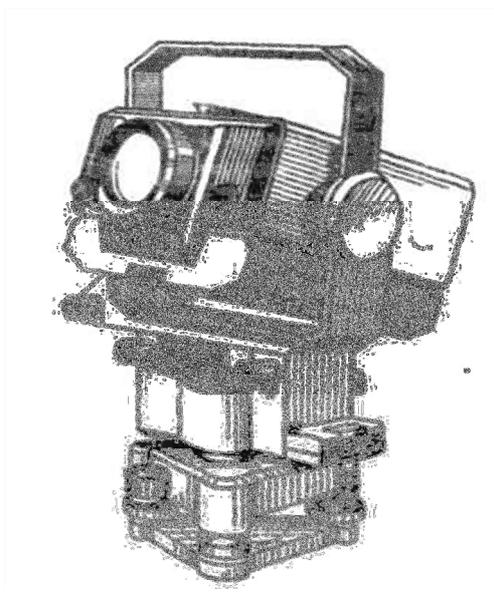


Рис. 14. Светодальнономер 2СТ-10

В инженерной геодезии применяют и высокоточные светодальномеры. Отечественная промышленность выпускает светодальномеры «Топаз СП-2» и СП-03 (ДК-001), точность измерения которыми характеризуется соответственно величинами $(1 + D \text{ км}) \text{ мм}$ и $(0,8 + 1,5\text{£}) \text{ мм}$.

Для маркшейдерских работ используют светодальномер МСД-1М во взрывобезопасном исполнении с дальностью действия до 500 м и погрешностью измерения $(2 + 5D \text{ км}) \text{ мм}$.

Нивелирные геодезические инструменты в строительстве применяются для создания высотного обоснования, выноса в натуру проектных отметок, контроля высотного положения строительных конструкций, исполнительных высотных съемок и наблюдений за осадками зданий и сооружений.

В соответствии с ГОСТ 10528—69 отечественной приборостроительной

промышленностью выпускаются новые нивелиры Н-3, НС-4 и НТ, которые предназначены для строительства.

Из ранее выпускавшихся нивелиров прибору Н-3 соответствует НВ-1, а также приборы аналогичной точности.

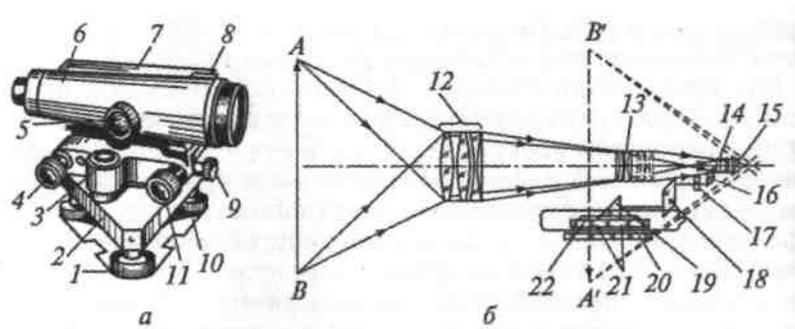


Рис. 15. Нивелир Н-3

1,4,5,9,10-винты; 2-подставка; 3,7-уровни; 6-зрительная труба; 8-визир;
11-установочная пластина; 12-объектив; 13-фокусирующая линза

Точный глухой нивелир Н-3 с уровнем при трубе и элевационным винтом предназначается для нивелирования III и IV классов со средней квадратической ошибкой не более ± 4 мм на 1 км двойного хода при создании съемочного и разбивочного обоснования.

Наведение трубы на рейку производится от руки: грубое — по мушке, нанесенной на оправу зрительной трубы, и точное — по вертикальному штриху сетки нитей.

Вместо подставки (трегера) нивелир имеет шаровую пяту, благодаря чему общее горизонтирование инструмента осуществляется по шаровой пяте штатива и круглому уровню, установленному на приборе. Для приближенный измерения горизонтальных углов нивелир снабжен горизонтальным кругом, отсчет, по которому берут по индексу, имеющемуся на алидаде.

Небольшая масса и компактность инструмента, а также наличие горизонтального круга обеспечивают широкое применение его в геодезических работах при строительстве зданий и сооружений, на изысканиях железных и шоссейных дорог.

Рассмотрим кратко некоторые зарубежные нивелиры, нашедшие широкое применение в отечественной геодезической практике.

Нивелир со стеклянным кругом Ni-VI (завод MOM, Венгрия) является инструментом для точных нивелировочных работ.

При средних условиях производства работ средняя квадратическая ошибка измерения на 1 км двойного нивелирного хода составляет $\pm 2,5$ мм.

Цилиндрический уровень у нивелира Ni-VI расположен в прочной отливке кожуха зрительной трубы, защищенной от тепловых лучей и внешних механических воздействий, поэтому он долгое время сохраняет юстированное положение.

Концы пузырьков уровня видны в 2,5-кратном увеличении вдоль горизонтальной разделительной линии через призматическую систему и лупу, расположенную рядом с окуляром зрительной трубы.

Отсчитывание по горизонтальному кругу осуществляется с помощью микроскопа, расположенного рядом со зрительной трубой.

Стеклянный круг поворачивается регулировочным барабаном, расположенным на дне основания прибора, посредством зубчатой передачи. При измерениях направлений это очень удобно, так как круг можно установить на любое начальное значение.

Этот нивелир не имеет зажимного винта. Действие микрометрического винта обеспечивается фрикционным соединением, произвольно устанавливаемым наблюдателем.

Нивелир Ni-VI снабжается оптическим микрометром типа СК-322. С его помощью повышается точность нивелирования.

При применении оптического микрометра с плоскопараллельной пластинкой и нивелирной рейки с делением в $1/2$ см средняя квадратическая ошибка измерения уменьшается до $\pm 0,7—0,8$ мм. Широкое распространение получили нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования, в которых при незначительном наклоне зрительной трубы автоматически с помощью компенсаторов обеспечивается горизонтальное положение линии визирования. К таким

нивелирам относятся НС-4, выпускаемый отечественной промышленностью.

Автоматическая установка линии визирования в горизонтальное положение значительно облегчает работу исполнителя и избавляет от грубых просчетов, возможных при работе с обычными нивелирами. Нивелир НС-4 – точный нивелир с самоустанавливающейся линией визирования, предназначен для нивелирования IV класса со средней квадратической ошибкой, не превышающей 8 мм на 1 км одинарного хода, а также для технического нивелирования при изысканиях и строительстве

Зрительная труба с внутренней фокусировкой дает обратное изображение. Все внешние оптические элементы трубы просветлены. Нивелир снабжен призмным компенсатором, расположенным в сходящемся пучке лучей и обеспечивающим автоматическую установку линии визирования в горизонтальное положение при углах наклона инструмента в любом направлении в пределах $\pm 15'$.

Демпфирование колебаний чувствительного элемента компенсатора обеспечивается поршневым воздушным демпфером в течение 1 сек.

Точное визирование на рейку осуществляется с помощью винта бесконечной наводки вращением одного из двух его маховичков, расположенных с обеих сторон инструмента.

Быстрая установка нивелира в рабочее положение производится по круглому уровню вращением подъемных винтов с увеличенным шагом резьбы.

Анализ результатов исследования показал, что нивелир НС-4 по точности работ не уступает нивелиру НВ-1. Экономия времени, затрачиваемого на установку НС-4 и производство отсчетов на станции в сравнении с нивелиром НВ-1, составляет около 40%.

10.2. Приборы, применяемые при построении углов

Тахеометр электронный 3Та5 предназначен для измерения наклонных расстояний, горизонтальных и вертикальных углов при выполнении крупномасштабных топографических съемок.

Тахеометрами можно производить измерения прямоугольных координат, высотных отметок, горизонтальных проложений.

Результаты измерений могут быть записаны в модуль оперативной памяти.

Тахеометр 3Та5 — оптико-электронный прибор, совмещающий в себе электронный теодолит, светодальномер, вычислительное устройство и регистратор информации.

Основными частями тахеометра являются колонка с вертикальной и горизонтальной осями, зрительная труба с размещенным в ней светодальномером, датчики горизонтального и вертикального углов, узел обработки сигналов.

Принцип действия датчика угла основан на формировании обтюрационного сопряжения раstra на лимбе и раstra считывающей ячейки. В каждом датчике угла имеются две считывающие ячейки, расположенные диаметрально противоположно оси лимба с целью устранения влияния его эксцентриситета.

Считывающая ячейка состоит из светодиода, конденсатора, считывающего раstra и фотодиода.

Датчик наклона предназначен для измерения угла наклона вертикальной оси тахеометра в направлении визирования. Значение угла наклона учитывается при вычислении значения вертикального угла.



Рис. 16. Электронный тахеометр 3Та5:

1—дисплей; 2—визирная труба; 3 — блок питания; 4— клавиатура

В светодальномере тахеометра реализован фазовый способ измерения расстояний. Источником излучения является полупроводниковый светодиод, фотоприемником – лавинный фотодиод, в качестве отражателей применяются трипельпризмы.

Сетка масштабных частот, вырабатываемая генератором масштабных частот, косвенная с коэффициентами неоднозначности 20 и 10. Номинальные значения масштабных частот 14985,5; 14236,2; 14910,6 кГц. Первая частота позволяет однозначно определять расстояние в пределах 10 м, вторая частота с использованием результата измерения на первой частоте — в пределах 200 м, третья частота с использованием результата измерения на первой частоте - в пределах 2000 м. Временные интервалы, пропорциональные определяемому расстоянию, измеряются между опорными и приемными импульсами, получаемыми после преобразования излучаемых и принимаемых сигналов высокой частоты в низкочастотные сигналы с помощью частот гетеродина. Номинальные частоты гетеродина ниже соответствующих масштабных частот на 1498,55 Гц. Стабилизация частот гетеродина обеспечивается системой ФАПЧ (фазовой автоматической подстройки частоты).

Для исключения влияния на результаты измерения изменяющихся во времени задержек электрических сигналов в узлах светодальномера проводится измерение расстояния от источника излучения до фотоприемника внутри светодальномера (режим оптического короткого замыкания — ОКЗ) с последующим вычитанием результата этого измерения из результата измерения расстояния до отражателя.

Измерение интервалов, обработка и получение результата измерения на трех масштабных частотах, учет поправок на метеоданные проводятся в центральном микропроцессоре.

Узел согласующих устройств обеспечивает уплотнение команд управления и сигналов для передачи по четырем цепям токосъемника.

Рабочий уровень сигнала на входе фотоприемного устройства устанавливается поворотом оптического аттенюатора в приемном канале и индицируется

светодиодами.

В сигнальном канале синусоидальный сигнал с выхода фотоприемного устройства усиливается, ограничивается, и в моменты перехода ограниченного сигнала через нулевой уровень формируются приемные импульсы. Усиленный сигнал со входа ограничителя подается на амплитудный детектор, напряжение с выхода детектора — на компараторы уровня сигнала, На выход сигнального канала приемные импульсы подаются через ключи, управляемые выходами компараторов, при этом процесс измерения осуществляется в заданном диапазоне уровней входного сигнала.

Опорные импульсы формируются из выходного сигнала смесителя системы.

Питание всех узлов светодалномера осуществляется через стабилизатор с выходным напряжением +5 В. Напряжение, подаваемое на лавинный фотодиод, вырабатывается преобразователем напряжения.

Блок контрольного отсчета (БКО) предназначен для проведения оперативного контроля светодалномера и состоит из малой трипельпризмы, закрепленной в оправе, выполненной в виде крышки на объектив зрительной трубы.

Перед началом работы необходимо установить штатив над точкой, подвесить нитяный отвес и провести предварительное центрирование отверстия головки штатива. Вдавить ножки штатива и отрегулировать их высоту так, чтобы плоскость головки штатива расположилась горизонтально.

Тахеометр с подставкой извлечь из футляра, установить на штативе и закрепить становой винтом. Повторить центрирование с помощью нитяного отвеса, затянуть становой винт, убрать нитяный отвес в пенал штатива.

Проверить устойчивость штатива и подставки, для этого установить штатив над измеряемой точкой, отгоризонтировать тахеометр.

Повернуть тахеометр так, чтобы ось цилиндрического уровня расположилась параллельно прямой, соединяющей два каких-либо подъемных винта подставки, и вращением их в противоположных направлениях вывести пузырек уровня на середину. Повернуть тахеометр на 90° и третьим подъемным винтом вывести пузырек уровня на середину. Повернуть тахеометр на 180° относи-

тельно последнего положения и оценить смещение пузырька уровня. Смещение должно быть не более одного деления.

Установить тахеометр над точкой с помощью оптического центрира. Установить четкое изображение окружностей сетки нитей оптического центрира вращением диоптрийного кольца окуляра, отфокусировать центрир на точку перемещением окуляра вдоль оси, ослабить становой винт и сместить тахеометр по головке штатива (по возможности без разворота) до совмещения изображения точки с центром окружностей сетки нитей. Закрепить подставку стантовым винтом, повернуть тахеометр вокруг вертикальной оси на 180° и оценить смещение изображения точки относительно центра окружностей сетки нитей. Смещение должно быть не более радиуса малой окружности.

Перед началом работы с тахеометром необходимо зарядить источники питания. Установить переключатель питания в верхнее положение при использовании кассетного источника питания и в нижнее – при работе от внешнего источника питания.

Подсоединить источник питания к тахеометру. Внешний источник питания подключить кабелем.

Модуль памяти установить в нишу на боковой крышке тахеометра маркировкой наружу.

Тахеометрическую съемку проводят при одном положении тахеометра – круг слева (Л).

Высокоточные измерения углов проводят полным приемом при двух положениях тахеометра: круге слева (Л) и круге справа (П).

В измеренные значения горизонтальных углов автоматически вводится поправка на коллимационную погрешность, значение которой определяется в процессе начальных установок и хранится в памяти тахеометра до переопределения значения поправки.

При измерении вертикальных углов автоматически вводится поправка на место нуля вертикального круга, а в режиме измерения с учетом угла наклона автоматически вводится поправка наклон вертикальной оси.

Датчики углов имеют ограничение по скорости вращения лимбов, поэтому максимальная скорость вращения зрительной трубы и максимальная скорость вращения тахеометра в горизонтальной плоскости не должна превышать 1 об/с.

Все линейные величины на табло индицируются с запятой, отделяющей число метров, но в модуль памяти записываются без разделительных знаков, т.е. в миллиметрах. Значения углов записываются в модуль памяти в тех единицах, в которых проводились измерения.

Основные принципы построения теодолитов вот уже на протяжении 250 лет остаются неизменными. В любых конструкциях обеспечивается сохранение общей схемы.

Все теодолиты имеют подставки с тремя подъемными винтами, колонки, на которых размещены все остальные узлы: горизонтальный и вертикальный круги с их отсчетными устройствами, исправительные винты, зрительные трубы, зажимные и наводящие устройства, уровни, системы подсветки шкал и др. Конструктивно перечисленные части могут отличаться в теодолитах различных типов, но их назначение сохраняется. В связи с этим в качестве основного примера рассмотрим технический теодолит 2Т30П (рис. 2), представленный в разрезе в правой части рисунка. В левой части рисунка приведены виды оптических теодолитов отечественного производства (сверху вниз): 2Т30, Т3ОМ, 2Т5К.

Теодолит 2Т30П — технический. На колонке теодолита размещены: зрительная труба 1 обратного изображения с визирами 9 и накладным уровнем 10; цилиндрический уровень 11, служащий для горизонтирования прибора; наводящий 3 и зажимной 2 винты зрительной трубы; наводящий 5 и зажимной 4 винты алидады горизонтального круга; наводящий 6 и зажимной 7 винты горизонтального круга (расположены конструктивно в подставке); кремальера 12 (маховичок, при помощи которого в зрительной трубе перемещается фокусирующая линза). Подставка теодолита снабжена подъемными винтами 8, с помощью которых теодолит центрируют и приводят в рабочее положение.

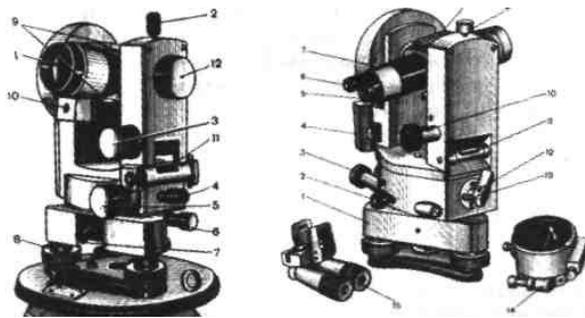


Рис. 17. Теодолит 2Т30П

Теодолит 2Т5К относится к точным приборам. Вертикальный круг теодолита снабжен компенсатором, который позволяет удерживать в отвесно) положении отсчетный индекс алидады вертикально! Круга. Зрительная труба теодолита снабжена визирами 2. Узлы 4—5 и 6—7 представляют собой зажимные и наводящее устройства соответственно зрительной трубы и горизонтального круга. Установка теодолита в рабочее положение выполняется с помощью подъемных винтов 9 подставки и цилиндрического уровня 3 В подставке имеется зажимной винт 8, с помощью которого в ней фиксируется колонка теодолита. В корпусе колонки имеется окно искателя отсчетов горизонтального круга. Теодолит снабжен оптическим центриром (на рисунке не показан).

Конструкции теодолитов ТЗО и 2Т30П (правая часть рисунка) практически идентичны. Зрительная труба теодолита 2Т30П — прямого изображения, для чего в нее введен блок 7 оборачивающих призм, расположенный перед сеткой нитей. Изображение штрихов горизонтального и вертикального кругов соответственно объективами 2—3 и 5—6, конструктивно закрепленными на кронштейне 4, передаются через призму в окулярную часть отсчетного микроскопа.

Поле зрения отсчетной системы теодолитов сконструировано одинаково (рис. 3): в верхней части — шкала вертикального круга (индекс В), в нижней — горизонтального (индекс Г).

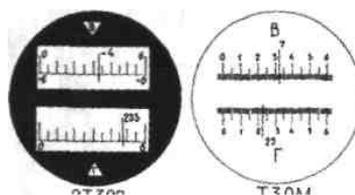


Рис.18. Поле зрения отсчетной системы теодолитов 2Т30П, ТЗОМ

Шкала вертикального круга у современных теодолитов двойная — для отрицательных и положительных отсчетов. Если отсчетный индекс, находящийся внутри шкалы, имеет знак «плюс» (он не проставляется), то минуты определяют от нулевого индекса по положительной шкале минут до оцифрованного градусного штриха. Если отсчетный индекс имеет знак «минус», то число минут определяется до него от нулевого индекса отрицательной шкалы. На рис. 3 в поле зрения теодолита 2ТЗ0П отсчеты равны: $ГК = 235^{\circ}47,5'$; $ВК = -4^{\circ}27,0'$. В поле зрения теодолита ТЗ0М: $ГК = 25^{\circ}22,6'$; $ВК = 7^{\circ}32,3'$. Небольшая масса, малые габариты, удобство в работе, высокая производительность, широкий диапазон выполняемых работ – все это позволяет использовать новые теодолиты при решении различных геодезических задач.

Таким образом, для выполнения разбивочных работ на строительной площадке подобраны геодезические инструменты точность которых соответствует поставленным задачам. Измерения линий можно выполнять рулетками и светодальномерами, углы измеряют современными теодолитами-тахеометрами, проектирование осей на вышележащие этажи удобнее выполняются приборами вертикального проектирования.

11. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПЛАНИРОВКЕ И ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДОВ

11.1. Планировка и проектирование городской территории

Городская территория формируется из функциональных зон, определяющих ее планировочную структуру и архитектурный облик. Выделяют следующие городские зоны:

селитебная - для размещения жилых районов, общественных центров (административных, научных, учебных, медицинских, спортивных и др.), зеленых насаждений общего пользования (скверов, парков и т.п.);

промышленная - для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов;

коммунально - складская - для размещения баз и складов, гаражей, трамвайных депо, троллейбусных и автобусных парков и т.п.;

внешнего транспорта - для размещения транспортных устройств и сооружений пассажирских и грузовых станций, портов, пристаней и др.

Основным планировочным элементом селитебной зоны является микрорайон, ограниченный красными линиями магистральных и жилых улиц. Красными линиями называют границы между всеми видами улиц (проездов) и основными градообразующими элементами: зонами жилой застройки и водных бассейнов, промышленной, зеленой, технической зонами. Здания вдоль улиц размещают по линии застройки, которая отступает от красной линии вглубь территории микрорайона не менее чем на 6 м на магистральных улицах и на 3 м — на жилых зонах.

Основным градостроительным документом является генеральный план города, в котором на основе установок народнохозяйственных планов, социального и научно-технического прогресса определяются перспективы развития города: комплексное решение всех его функциональных элементов, жилой и промышленной застройки, сетей общественного обслуживания, благоустройства и городского транспорта.

Генеральный план города включает в себя:

основной чертеж генерального плана;

план существующего города (так называемый опорный план по состоянию на год выпуска генерального плана);

материалы, характеризующие идею архитектурно-пространственной композиции;

схемы, определяющие природные условия, инженерное оборудование и подготовку территории;

схемы городского и внешнего транспорта;

схемы размещения учреждений и предприятий культурно-бытового обслуживания;

проект размещения первоочередного строительства; пояснительную записку.

Генеральный план города является основой для разработки: проекта детальной планировки и эскизов застройки; проектом планировки городских промышленных районов, инженерного оборудования, городского транспорта, благоустройства, озеленения и др.

Проекты детальной планировки и эскизы застройки разрабатываются на отдельной части селитебной территории: жилые районы и микрорайоны, общегородские центры, общественные комплексы, подлежащие застройке, реконструкции или благоустройству в ближайшие 3... 5 лет в соответствии с проектами первоочередного строительства.

11.2. Составление и расчеты проекта красных линий

Красные линии состоят из прямых линий и сопряженных круговых кривых.

Проект красных линий составляют на топографическом плане в масштабах 1:500... 1:2000. К элементам, определяющим техническое содержание проекта, относят: длину красных линий между углами кварталов или границами микрорайонов, ширину проездов, величину углов между красными линиями, радиусы закругления и элементы кривых по красным линиям, размеры, определяющие формы площадей и скверов, и т.п.

Размеры геометрических элементов проекта должны быть согласованы на

всей территории города и увязаны с существующей ситуацией и рельефом. Это достигается в результате графического отображения на топографическом плане и последующего аналитического расчета проекта красных линий.

Соответствующая архитектурно-планировочная служба при главном архитекторе города разрабатывает акт установления или изменения красных линий. Для его проработки используют топографические планы масштаба 1:5000 и мельче. Составляют чертеж на топографическом плане масштаба 1:2000, а отдельные узлы — на плане 1:500. На чертеже приводится расположение красных линий, указываются опорные здания, размеры геометрических элементов и другие данные, необходимые для аналитической подготовки и составления плана красных линий.

Аналитическая подготовка заключается в вычислении: координат углов кварталов и границ микрорайонов по красным линиям, точек излома красных линий и створных точек на длинных линиях, точек пересечения осей проездов, а также элементов и координат основных точек круговых кривых по красным линиям и единой городской системе координат.

Координаты точек красных линий вычисляют путем решения задач аналитической геометрии, используя значения углов между осями проездов и линейные размеры, указанные в чертеже красных линий. В результате получают координаты точек пересечения проездов, затем координаты характерных точек красных линий и других элементов, необходимых для построения плана и перенесения проекта красных линий в натуру.

По вычисленным координатам красные линии наносят на план масштаба 1:2000. План красных линий в масштабе 1:2000 является основным исходным документом, на который выписывают: номера поворотных и створных точек красных линий, значения их координат; дирекционные углы и меры линий; элементы кривых, ширину и номера проектируемых проездов; название проектируемых зон и других градостроительных элементов; номера дел аналитических расчетов, по которым произведена прокладка красных линий. Потребителю выдается план красных линий в масштабе, необходимом для проектирова-

ния (обычно 1:500... 1:2000).

Красные линии и оси проездов переносят в натуру от пунктов существующего или специального создаваемого для этой цели геодезического обоснования города.

Погрешности выноса отдельных точек красных линий и осей проездов по отношению к точкам геодезического обоснования не должны превышать:

5 см — в районах многоэтажной застройки;

8 см — в районах малоэтажной застройки;

10 см — на незастроенных территориях.

Переносу проекта красных линий на местность предшествуют подготовительные работы.

В первую очередь проверяют и уточняют соответствие красных линий утвержденному плану планировки.

Проверяют и уточняют (путем обследования) пункты геодезического обоснования, от которых предполагается вынос красных линий. Если в районе предстоящих работ геодезическое обоснование отсутствует или имеющиеся пункты не обеспечивают вынос красных линий, то составляют и реализуют проект сгущения существующей геодезической основы в виде полигонометрических и теодолитных ходов или других соответствующих им по точности построений.

Составляют геодезический проект детальной разбивки красных линий и осей проездов в натуру. На этом этапе в зависимости от условий местности и расположения точек геодезического обоснования определяют способ разбивки. В основном применяют полярный способ и способы засечек. Наиболее распространен полярный способ.

Для выбранного способа вычисляют разбивочные элементы: длины полярных направлений и линейных засечек, дирекционные углы и углы между направлениями, используя в основном формулы обратной геодезической задачи.

По результатам вычислений составляют в произвольном масштабе рабочий разбивочный чертеж (рис. 15.1), на котором изображают схему разбивки и

подписывают необходимые значения! разбивочных элементов и контрольные размеры.

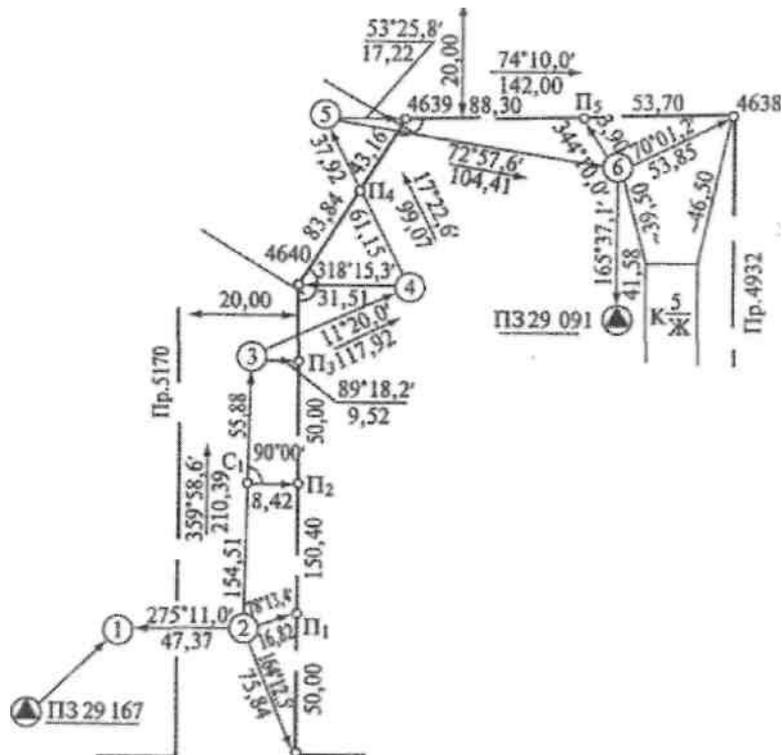
Полевые измерения проводят с помощью теодолита и стальной компарированной рулетки. Углы откладывают при двух положениях вертикального круга. При отложении длины линии учитывают поправки за компарирование, температуру и наклон местности.

Вынос в натуру красной линии по круговой кривой осуществляют способом прямоугольных координат от линии тангенсов или от хорд, полярным способом и способом последовательных или продолженных хорд. Частота точек, определяющих кривую, зависит от характеристики местности, величины радиуса, требований строительных работ и в большинстве случаев составляет 10 м.

Точки красной линии и оси проезда закрепляют в натуре временными знаками: деревянными кольями, костылями, металлическими штырями и трубками. Установку штырей и трубок в землю производят на бетоне. На застроенной территории, помимо закрепления знаками, производят окраску красной линии или оси проезда на строениях и других предметах местности, с которыми линии пересекаются.

Для отыскания знаков закрепления красных линий и осей проездов производят их линейную привязку к постоянным местным предметам. Схема привязки указывается в абрисе.

Для контроля по точкам вынесенных в натуру красных линий и осей проездов прокладывают исполнительные ходы. Если исполнительный ход может быть проложен лишь вблизи вынесенных точек, то их положение определяют полярным способом с точек, с которых не производилась разбивка. Сравнение проектных и полученных из исполнительных ходов координат характеризует точность выноса. Грубые промахи могут быть обнаружены при оценивании положения вынесенных точек относительно ситуации на плане и в натуре.



- (Т) — точка теодолитного хода
- о 4638 — угол поворота красной линии
- о П₂ — промежуточная точка красной линии
- о С1 — створная точка
- 47° 12,5" Дирекционный угол
- 120,10 Длина линии

После контрольных измерений составляют исполнительный чертеж перенесения в натуру красных линий, на котором показывают: пункты исходного обоснования, положение вынесенных точек красных линий, размеры между ними, привязки их к местным предметам.

Исходными документами для перенесения в натуру осей зданий и сооружений являются:

- утвержденный к производству работ генеральный план строительного участка с привязкой осей проектируемого сооружения к красным линиям;
- разбивочный план осей;
- план первого этажа.

Проверка взаимного соответствия указанных документов является обязательным условием подготовки геодезических разбивочных работ по выносу в

натуру осей зданий и сооружений.

Разбивки основных (главных) и детальных осей различаются по точности. Если погрешности положения контура здания по отношению к окружающей ситуации в основном определяются графической точностью проектирования и характеризуются средней квадратической величиной 10...20 см, то погрешности детальной разбивки определяются строительными допусками и в зависимости от класса точности характеризуются относительными средними квадратическими величинами 1:5000... 1:20000. Требования к точности детальной разбивки осей приводятся в СНиПах и ГОСТах.

Основные или главные оси выносят в натуру от пунктов городского геодезического обоснования. В качестве исходного обоснования используют пункты городской триангуляции и полигонометрии, от которых в районе предстоящих работ создают разбивочную основу.

При разбивке небольших зданий или сооружений массовой застройки разбивочной основой служат закрепленные в натуре красные линии или специально прокладываемые теодолитные ходы. При возведении крупногабаритных или сложных по конфигурации зданий развивают локальные разбивочные сети в виде строительной сетки, микро триангуляции, полигонометрии и т.п.

Проектное положение пунктов этих построений заранее определяется в зависимости от удобства последующих разбивок.

Положение здания на местности может быть определено двумя взаимно перпендикулярными осями, которых вполне достаточно для того, чтобы на всех этапах строительства выполнять детальную разбивку. Однако для производства земляных и свайных работ при выносе габаритных размеров здания выполняется разбивка всех его основных осей.

Вынесенные в натуру оси закрепляют постоянными и временными знаками.

Постоянными знаками закрепляют в основном две взаимно перпендикулярные пересекающиеся базовые оси, от которых в процессе строительства всегда могут быть восстановлены все основные оси. В качестве постоянных знаков применяют обрезки металлических труб или рельсов, а также деревянные стол-

бы. Постоянные знаки устанавливают в грунт ниже глубины промерзания и бетонируют.

Для временных знаков используют деревянные колья, костыли, металлические штыри и трубки.

Знаки закрепления располагают на продолжениях осей вне зоны земляных работ в местах, свободных от складирования строительных материалов, размещения временных сооружений и др.

В сочетании с закреплением осей грунтовыми знаками применяют цветные откраски на постоянных и временных зданиях или сооружениях, располагающиеся в створе осей.

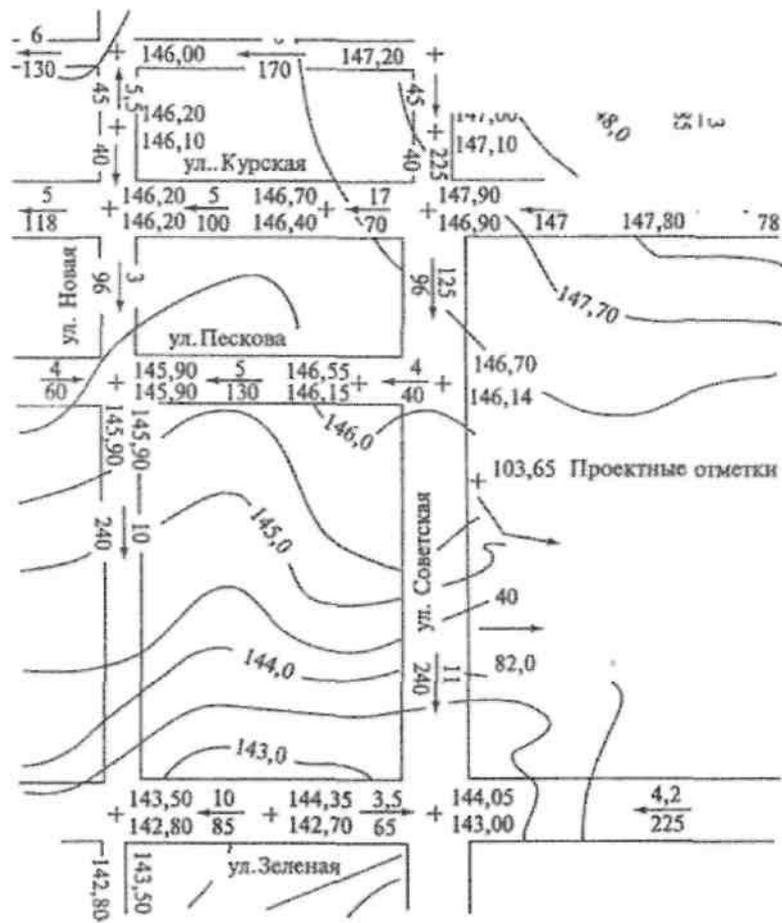
Вынесенные в натуру оси сдают по акту застройщику и строительной организации. К акту прилагается исполнительный чертеж разбивки и закрепления осей.

11.4. Составление плана организации рельефа

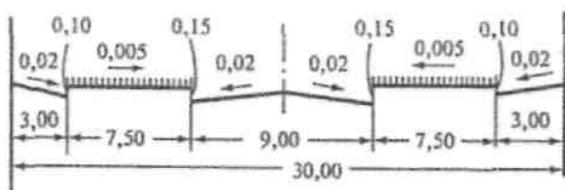
С помощью плана организации рельефа решаются задачи по преобразованию рельефа городской территории для приспособления его к застройке, благоустройству инженерно-транспортным нуждам. Организация рельефа обеспечивает: высотное решение площадей, улиц, проездов; размещение зданий, сооружений и подземных коммуникаций; возможность стока ливневых вод и канализации.

Определяющим документом проекта является схема организации рельефа (рис. 15,2), составляемая на топографическом плане в масштабе 1:5000 или 1:2000.

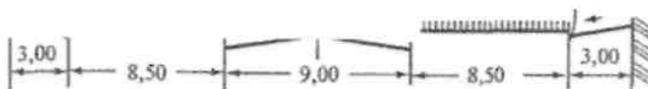
ул. Минская
1146,15 Л 147,20



ул. Советская



ул. Зеленая



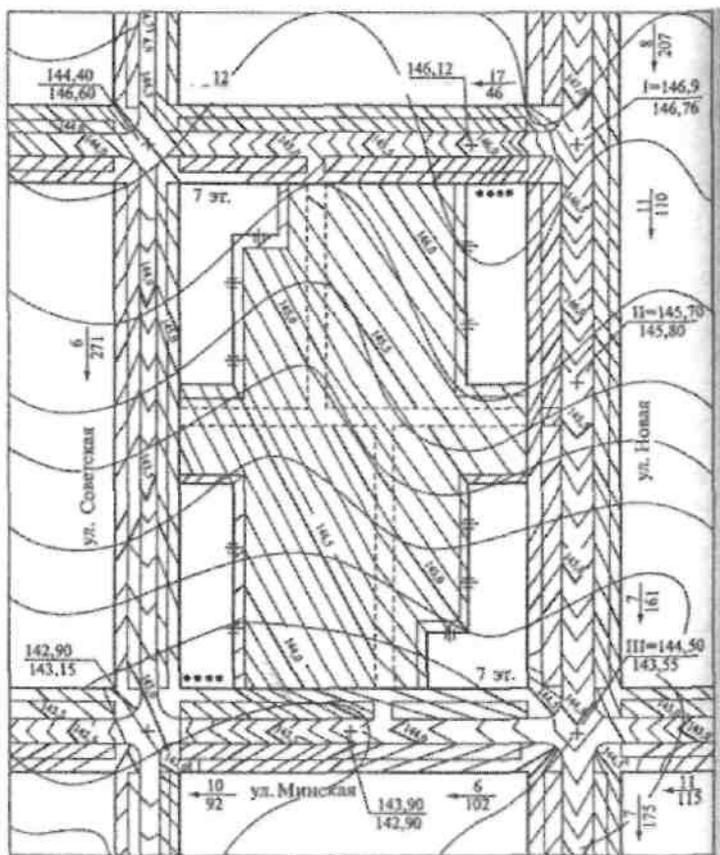
Проектные решения по организации рельефа приводятся на схеме в основном по осям проектируемых проездов в виде проектных отметок точек пересечения осей и перегибов продольного профиля. На схеме показывают также расстояние между точками пересечения осей и перегибов профиля, уклоны в промилле и направления стока воды. К схеме прилагают проекты поперечных профилей улиц (рис. 15.3) в масштабах 1:100... 1:200.

Утвержденная схема организации рельефа является обязательной для всех ведомств и учреждений, выполняющих застройку и освоение городской территории.

Рабочий план организации рельефа составляют на топографическом плане в масштабах 1:500... 1:1000. Исходными служат проектные отметки схемы организации рельефа.

Проектный рельеф, образуемый отдельными оформляющими плоскостями, может быть задан в виде профилей либо проектными горизонталями в сочетании с проектными отметками.

В методе профилей на топографический план наносят сетку, по линиям которой составляют продольные профили в масштабе плана проекта. Расстояния между профилями при планировке кварталов принимают равными 20... 50 м, а при планировке больших территорий — 100...200 м. Метод профилей трудоемкий и поэтому применяется редко.



Метод проектных горизонталей заключается в том, что на плане проводят

проектные горизонталы рельефа, образующегося после изменения естественного рельефа путем срезок и подсыпок. Проектные горизонталы между линиями перегибов скатов изображаются прямыми равно отстоящими друг от друга параллельными линиями. Сечение I для проектных горизонталей и пределах ОД ...0,5 м выбирают в зависимости от характера. Фрагмент плана организации рельефа естественного рельефа. Для планов масштаба 1:500 при сравнительно спокойном рельефе чаще всего применяют сечение, равное 0,1 м.

Положение проектных горизонталей на плане определяют по проектным отметкам точек пересечения осей проездов и точек перегиба проектного рельефа. Расстояние (заложение) между смежными проектными горизонталями на плане подсчитывают по формуле

где i — продольный проектный уклон; M — знаменатель численного масштаба плана. На границе двух оформляющих плоскостей проектные горизонталы имеют излом.

Составление плана организации рельефа начинают с улиц. Первоначально проектируют горизонталы по проезду, а затем развивают их до фасадной линии застройки. При этом учитывают поперечные уклоны проездов, газонов и тротуаров, а также высоты бордюрных камней.

При проектировании рельефа на внутриквартальных территориях исходными являются проектные отметки вертикальной планировки по улицам. Вертикальная планировка внутриквартальных проездов и пешеходных дорожек должна обеспечивать сбор и отвод поверхностной воды с территории квартала на прилегающие уличные проезды или в специальную водосточную сеть. Проектные горизонталы на внутриквартальной территории проводят с учетом характера естественного рельефа, предусматривая наименьший объем земляных работ. Круглые склоны или возвышенные места оформляют озелененными откосами, подпорными стенками, пандусами, лестницами.

На плане организации рельефа указывают отметки «чистого пола» первого этажа, проектные и существующие отметки углов зданий и сооружений.

11.5. Составление плана земляных масс

Разрабатывая план организации рельефа, составляют план земляных масс — проектный документ, определяющий объемы земляных масс, подлежащих перемещению.

План земляных масс представляет собой чертеж в виде сетки квадратов со стороной 5,10 или 20 м в зависимости от масштаба плана и требуемой точности подсчета объема земляных работ. В углах каждого квадрата подписывают проектные отметки, отметки естественного рельефа с соответствующим знаком их разности, называемые рабочими отметками.

159,45 0,20 159,70 0,07 159,85 -0,26 159,79-0,24 160,00+0,06 160,240,48					
160,03 145 159,73 0,19	159,90 -41 <i>f</i> 160,07 +0,06	159,92 -16 + 14 160,27+0,22	160,05 -22 +30 160,47+0,34	160,24-' У ' +73	~~ 160,30 160,87 160,44 160,61 160,20 160,22 160,19 160,23 160,33 160,48
160,81 -107 160,13-0,32	160,26 "j -66 159,90-0,18	,160.2! v^, +17 160,01 -0,02	160,25 +64 -9 ^ 160,21 +0,08	160,33 +99 160,41 +0,13	
Подсыпка	—	+3	+31 +94	+172	
Выемка	252	-107	-25 -22	-5	

Между углами квадратов с рабочими отметками разных знаков, как правило, интерполированием «на глаз» отыскивают точки нулевых работ. Соединяя точки нулевых работ, строят линию нулевых работ. В некоторых случаях план земляных масс иллюстрируют проведенными по всей ее площади линиями равных отметок насыпей и выемок.

В зависимости от места линии нулевых работ различают следующие типы квадратов:

однородные — для всех углов квадратов знаки рабочих отметок совпадают (точек нулевых работ на сторонах квадрата нет), а по всему квадрату должна быть выполнена либо насыпь, либо выемка;

неоднородные - знаки рабочих отметок у различных вершин не совпадают, и квадрат делится линией нулевых работ на участки выемки и насыпи.

Определив общие объемы выемок и насыпей, сводят баланс земляных масс,

т.е. определяют, компенсируют ли друг друга выемки и насыпи. На практике предпочитают, чтобы объем выемок несколько превышал объем насыпей, так как вывезти лишний грунт легче, чем отыскать резервный грунт для насыпи.

11.6. Вынесение в натуру проекта организации рельефа

Перенос проекта организации рельефа в натуру выполняют в следующей последовательности:

отыскивают на местности реперы и марки высотной сети и в случае недостаточного их числа производят необходимое сгущение;

выносят на местность проект организации рельефа проезда; переносят на местность проектные отметки точек красных линий;

выносят на местность проект организации рельефа квартала (вначале внутриквартальные проезды, затем дорожки, тротуары, углы зданий и проектный рельеф незастроенной части).

Перенос проекта организации рельефа проезда в натуру начинают с его оси. Для этого по оси проезда отмечают все пикеты и точки перегиба проектного профиля и закрепляют их деревянными кольями или столбами.

Колья забивают таким образом, чтобы отметки верхних срезов были на проектных отметках данных точек профиля. Установку кольев на проектную отметку производят с помощью нивелира от ближайших реперов городской нивелирной сети.

Точки проектного профиля по оси проезда выносят через каждые 10... 20 м. Затем в этих точках разбивают поперечники, закрепляют на них по обе стороны от оси точки, расположенные на оси лотка, на бордюрном камне тротуара и около фасадной линии.

В случае если из-за выемки или высокой насыпи установить кол на проектную отметку невозможно, то поступают следующим образом. Забивают кол до прочного положения в грунте и нивелируют его. Вычисленную отметку сравнивают с проектной и разность с соответствующим знаком выписывают на боковую поверхность кола.

Разбивку на местности проектной линии, заключенной между двумя точками перегиба профиля, производят с помощью наклонного луча нивелира, теодолита, а также лазерных приборов.

Проект организации рельефа на внутриквартальной территории и площадях переносят в натуру путем разбивки сетки квадратов со сторонами 10 или 20 м. В вершинах квадратов закрепляют колья и устанавливают их на проектную отметку рассмотренным ранее способом.

Если запроектированный рельеф участка представляет собой наклонную плоскость одного уклона, то проект организации рельефа переносят, например наклонным лучом нивелира. Для этого по проекту определяют направление линии AB с нулевым уклоном и переносят это направление на местность. Затем в произвольной, но удобно выбранной точке C на этой линии восставляют перпендикуляр CI . Если в точке C установить нивелир и расположить его подъемные винты 1, 2 и 3 как показано на рисунке, а затем с помощью винта 7 задать визирной оси проектный уклон линии CD то ось вращения нивелира займет положение, перпендикулярное разбиваемой в натуре наклонной плоскости. В этом случае отсчет B по рейке, установленной на кол, забитый на высоту проектной отметки во всех точках запроектированной плоскости, должен быть одинаковым и равным значению, вычисленному по формуле с использованием проектной отметки точки C , на которой установлен нивелир.

Перенос на местность проектов организации рельефа производят в основном приборами и методами, обеспечивающими точность технического нивелирования.

12. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ СООРУЖЕНИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

12.1. Виды деформаций и причины их возникновения

Вследствие конструктивных особенностей, природных условий и деятельности человека сооружения в целом и их отдельные элементы испытывают различного вида деформации.

В общем случае под термином «деформация» понимают изменение формы объекта наблюдений. В геодезической практике принято рассматривать деформацию как изменение положения объекта относительно первоначального.

Под постоянным давлением от массы сооружения грунты в основании его фундамента постепенно уплотняются и происходит смещение в вертикальной плоскости или осадка сооружения. Кроме давления от собственной массы, осадка сооружения может быть вызвана и другими причинами: карстовыми и оползневыми явлениями, изменением уровня грунтовых вод, работой тяжелых механизмов, движением транспорта, сейсмическими явлениями и т.п. При коренном изменении структуры пористых и рыхлых грунтов происходит быстро протекающая во времени деформация, называемой просадкой.

В случае когда грунты под фундаментом сооружения сжимаются неодинаково или нагрузка на грунт различная, осадка имеет неравномерный характер. Это приводит к другим видам деформации сооружений: горизонтальным смещениям, сдвигам, перекосам, прогибам, которые внешне могут проявляться в виде трещин и даже разломов.

Смещение сооружений в горизонтальной плоскости может быть вызвано боковым давлением грунт, воды, ветра и т.п. Высокие сооружения башенного типа (дымовые трубы, телевизионные башни и т.п.) испытывают кручение и изгиб, вызываемые неравномерным солнечным нагревом или давлением ветра.

Для изучения деформаций в характерных местах сооружения фиксируют точки и определяют изменение их пространственного положения за выбранный промежуток времени. При этом определенное положение и время принимают за

начальные.

Для определения абсолютных, или полных, осадок S фиксированных на сооружении точек периодически определяют их отметки H относительно исходного репера, расположенного в стороне от сооружения и принимаемого за неподвижный. Очевидно, чтобы определить осадку точки на текущий момент времени относительно начала наблюдений, необходимо вычислить разность отметок, полученных на эти моменты, т.е. $S = H_{тек} - H_{нач}$, где $H_{тек}$ и $H_{нач}$ - отметки на текущий и начальный моменты соответственно. Аналогично можно вычислить осадку за время между предыдущим периодами (циклами) наблюдений.

12.2. Задачи и организация наблюдений

Основной целью наблюдений является определение величин деформации для оценки устойчивости сооружения и принятия своевременных профилактических мер, обеспечивающих его нормативную работу.

Кроме того, по результатам наблюдений проверяется правильность проектных расчетов и выявляются закономерности, позволяющие прогнозировать процесс деформации.

Наблюдения за деформациями сооружений представляют собой комплекс измерительных и описательных мероприятий по выявлению величин деформаций и причин их возникновения.

Для сложных и ответственных сооружений наблюдения начинают одновременно с проектированием. На площадке будущего строительства изучают влияние природных факторов и в этот же период создают систему опорных знаков с тем, чтобы заранее определить степень их устойчивости.

Наблюдения непосредственно за сооружением начинают с момента начала его возведения и продолжают в течение всего строительного периода. Для большинства крупных сооружений наблюдения проводятся и в период их эксплуатации. В зависимости от характера сооружения, природных условий наблюдения могут быть закончены при прекращении деформаций, а могут продолжаться и весь период эксплуатации.

На каждом этапе возведения или эксплуатации сооружения наблюдения за его деформациями производят через определенные промежутки времени. Такие наблюдения, проводимые по календарному плану, называются систематическими.

В случае появления фактора, приводящего к резкому изменению обычного хода деформации (изменение нагрузки на основание, температуры окружающей среды и самого сооружения, уровня грунтовых вод, землетрясение и др.), выполняют срочные наблюдения.

12.3. Точность и периодичность наблюдений

От правильного выбора точности и периодичности наблюдений зависят: методы и средства измерений; затраты на их производство; достоверность получаемых результатов.

Точность и периодичность измерений указываются в техническом задании на производство работ или в нормативных документах.

В особых случаях эти требования могут быть получены путем специальных расчетов. В нормативных документах требования к точности определения осадок или горизонтальных смещений характеризуются средней квадратической погрешностью: 1мм- для зданий и сооружений, возводимых на скальных или полускальных грунтах;

3 мм- для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других снижаемых грунтах;

10 мм- для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных и других сильно сжимаемых грунтах;

15мм- для земляных сооружений.

12.4. Основные типы геодезических знаков и их размещение

Существенная роль в организации наблюдений за деформациями сооружений отводится геодезическим знакам. От правильного выбора конструкций и мест их размещения в значительной мере зависит качество результатов наблюдений.

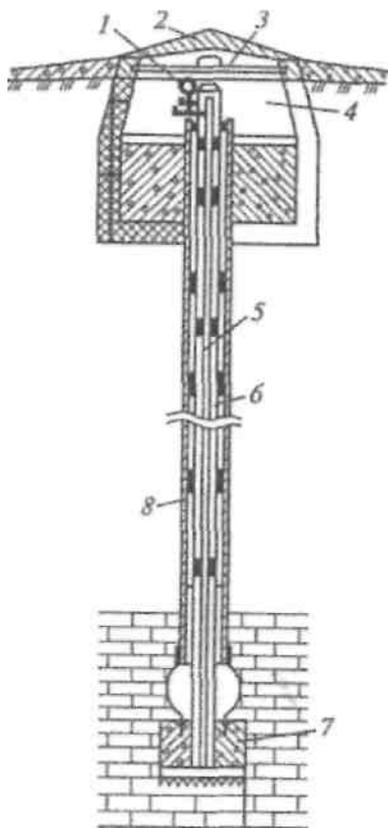
Применяемые для наблюдений геодезические знаки различают по назначению. Это опорные, вспомогательные и деформационные знаки. Знаки также делятся на плановые и высотные.

Опорные знаки служат исходной основой, относительно которой определяются смещения деформационных знаков. Закрепляются они с расчетом на устойчивость и длительную сохранность.

Вспомогательные знаки являются связующими в схеме измерений и используются для передачи координат от опорных знаков к деформационным.

Деформационные знаки закрепляются непосредственно на исследуемом сооружении и, перемещаясь вместе с ним, характеризуют изменение его положения в пространстве.

Для опорных высотных реперов также характерно применение трубчатых конструкций. В тоже время для учета изменения температуры используют две трубы разного материала, например стальную и дюралюминиевую. Репер подобной конструкции называется биметаллическим. Деформационные знаки, применяемые для наблюдений за горизонтальными смещениями - это в основном визирные цели, закрепляемые или непосредственно на конструкциях, или на кронштейнах, в полу сооружений - это металлические пластины с перекрестием.

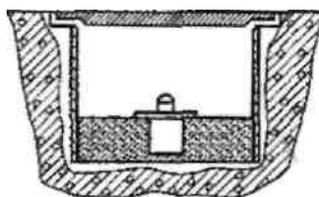


1 — кронштейн; 2 — крышка; 3 — головка; 4 — смотровой колодец; 5 — дюралюминиевая труба; 6 — стальная труба; 7 — башмак; 8 — защитная труба.

Опорные знаки необходимо размещать вне зоны возможных деформаций, но поближе к сооружению. Их число должно быть не менее трех, чтобы обеспечить взаимный контроль за устойчивостью.

Расположение деформационных знаков на сооружение зависит от многих факторов: от цели проведения работ, вида деформации, конструкции сооружения в целом и его отдельных элементов, инженерно - геологических условий и др.

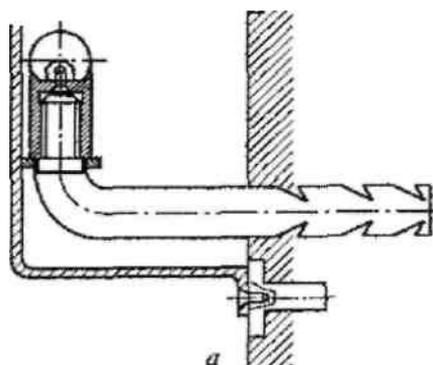
Деформационные знаки для определения горизонтальных смещений гражданских и промышленных зданий размещаются по периметру, но не реже, чем через 15...20м по углам и по обе стороны осадочных швов. На плотинах гидроузлов знаки устанавливают в галереях и по гребню (верх плотины) не менее двух марок на секцию. На подпорных стенках, причальных сооружениях размещают не менее двух марок на каждые 30м.



Высотные реперы на гражданских и промышленных зданиях располагают по углам, по периметру через 10... 15м по обе стороны деформационных швов, на колоннах, в местах примыкания продольных и поперечных стен. На причальных и подпорных стенках реперы располагают через 15.. .20м.

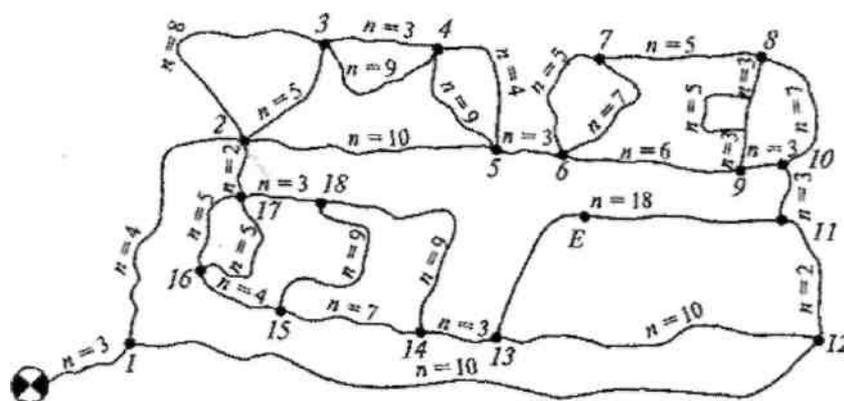
На дымовых трубах, доменных печах, различных башнях устанавливают несколько ярусов деформационных знаков.

12.5. Наблюдения за осадками сооружений



Наблюдения за осадками сооружений выполняют способами геометрического и тригонометрического нивелирования, гидронивелирования, микронивелирования, а также фото- и стереофотограмметрическим способами. Наиболее широко распространен способ геометрического нивелирования. Он обладает множеством достоинств, делающих его практически универсальным. Это высокая точность и быстрота измерений, простое и недорогое стандартное оборудование, возможность выполнять измерения в сложных и стесненных условиях.

Способом геометрического нивелирования можно определять разности высотных точек, расположенных на расстоянии 5... 10м, с погрешностью 0,05...0,1мм, а несколько сотен метров- с погрешностью до 0,5мм.



Способ тригонометрического нивелирования позволяет определять осадки точек, расположенных на существенно разных высотах, в труднодоступных местах. Такие случаи возникают при наблюдениях за высокими зданиями, башнями, плотинами, при производстве измерений через препятствия.

Наиболее высокая точность порядка 0,1мм обеспечивается при коротких (до 100м) лучах визирования с применением высокоточных теодолитов ЗТ2 и специальной методики измерений, позволяющей измерять зенитные расстояния с погрешностью порядка 5". Кроме того, методика предусматривает однообразную во всех циклах установку теодолита и его тщательное исследование, строгую вертикальность реек, выбор времени и условий наблюдений для уменьшения влияния вертикальной рефракции и ряд других мероприятий, направленных на ослабление действий различных источников погрешностей. Расстояния до определяемых точек должны измеряться с погрешностью 3.. .5мм.

Гидронивелирование обеспечивает такую же точность, как и геометрическое нивелирование, но применительно к наблюдениям за осадками позволяет создавать стационарные автоматизированные системы с дистанционным съемом информации.

При использовании гидростатического нивелирования применяют различные системы, конструкция которых зависит от условий проведения работ, требуемой точности и от способа измерения положения уровня жидкости относительно отсчетных индексов измерительных сосудов.

Существуют автоматизированные системы гидростатического нивелирования, в которых изменение положения уровня жидкости в сосудах определяется автоматически с помощью электрических или опико-электронных датчиков.

Применение гидродинамического нивелирования позволяет расширить диапазон измерений и значительно упростить процесс автоматизации наблюдений за осадками.

Способ микронивелирования применяют при наблюдениях за взаимным положением близко расположенных на расстоянии 1,0... 1,5 м точек. Такие задачи возникают при изучении осадок и наклонов отдельных конструкций: фундаментов, балок, ферм, технологического оборудования. Измерения выполняют с помощью микронивелира.

Фото- и стереофотограмметрические способы предусматривают применение фототеодолита для фотосъемки исследуемого объекта. Определение деформаций вообще, и в частности осадок, этими способами заключается в измерении разности координат точек сооружения, найденных по фотоснимкам начального (или предыдущего) цикла и фотоснимках деформационного (или последующего) цикла.

Тщательно выполненные измерения и соответствующий учет элементов ориентирования позволяют определять деформации сооружений фотограмметрическими способами со средней квадратической погрешностью менее 1,0 мм.

При наблюдениях за осадками крупных инженерных сооружений, отличающихся повышенными требованиями к точности производства этих работ, разрабатывается, как правило, специальная методика геодезических измерений. Исходными данными для разработки методики измерений служат величины погрешностей m_8 , определения осадок наблюдаемых точек, измеренных относительно исходного репера, и погрешностей m_{A5} разности осадок двух точек, расположенных на определенном расстоянии друг от друга.

12.6. Наблюдения за горизонтальными смещениями сооружений

Горизонтальные смещения сооружений или их отдельных элементов измеряют различными способами, основными из которых являются: линейно-угловой, створный и стереофотограмметрический. Применяют также прямые и обратные отвесы.

Линейно- угловые построения применяют в случае, когда величины смещений необходимо знать по двум координатам. Эти построения могут развиваться в виде специальных сетей триангуляции и трилатерации, комбинированных сетей, угловых и линейных засечек, ходов полигонометрии, сетей из вытянутых треугольников с измеренными сторонами и высотами. Применение того или иного вида построения зависит от характера сооружения и его геометрической формы, требуемой точности и условий измерений, организационных и других факторов. Так, например, угловую и линейную засечки применяют для определения смещений недоступных точек сооружения, а триангуляцию, полигонометрию, сети из вытянутых треугольников с измеренными сторонами и высотами- для протяженных сооружений криволинейной формы. Во многих случаях применяют комбинированные схемы, когда, например, триангуляция или трилатерация используются для определения устойчивости исходных пунктов, с которых способами засечек или полигонометрии определяются смещения точек на сооружении.

Створные наблюдения широко применяют для исследования деформаций сооружений прямолинейной формы, когда смещения достаточно по одному направлению. При этом координатную систему выбирают так, чтобы с направлением смещений совпадала ось координат, а с направлением створа - ось абсцисс.

Величины смещений находят по разности значений ординат (нестворностей), измеренных в двух циклах.

Нестворность определяют различными методами, из которых наиболее распространены методы подвижной марки и малых углов. Для задания створной линии применяют струнные и оптические способы, а также способы, основанные на принципах физической оптики. Струнный способ предусматривает использование натянутой стальной струны различного диаметра, оптический- зрительных труб большого увеличения (теодолиты, нивелиры, автоколлимационные системы, специальные алиниометры).

12.7. Наблюдения за кренами, трещинами и оползнями

Крен - это вид деформации, свойственный сооружениям башенного типа. Появление крена может быть вызвано как неравномерностью осадки сооружения, так и изгибом и наклоном верхней его части из-за одностороннего температурного нагрева и ветрового давления. В связи с этим полную информацию о кренах и изгибах можно получить лишь по результатам совместных наблюдений за положением фундамента и корпуса башенного сооружения. В зависимости от вида и высоты сооружения, технических требований и условий наблюдений для определения крена применяют различные способы.

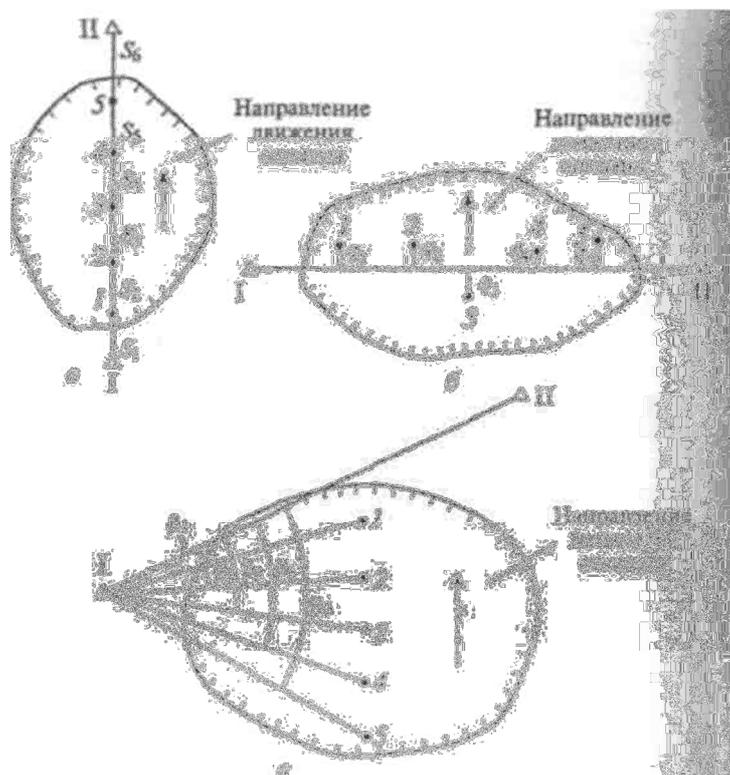
Наблюдения за трещинами обычно проводят в плоскости конструкций, на которых они появляются.

Для выявления трещин применяют специальные маяки, которые представляют собой плитки из гипса, алебаstra и т.п. Маяк крепится к конструкции поперек трещины в наиболее широком ее месте. Если через некоторое время трещина появляется на маяке, то это указывает на активное развитие деформации.

В простейшем случае ширину трещины измеряют линейкой. Применяют также специальные приборы: деформометры, щелемеры, измерительные скобы.

Наблюдения за оползнями выполняют различными геодезическими методами. В зависимости от вида и активности оползня, направления и скорости его перемещения эти методы подразделяют на четыре группы:

осевые (одномерные) - смещения фиксированных на оползне точек определяют по отношению к заданной линии или оси;



плановые (двумерные) - смещения оползневых точек наблюдают по двум координатам в горизонтальной плоскости;

высотные - для определения только вертикальных смещений;

пространственные (трехмерные) - находят полное смещение точек в пространстве по трем координатам.

Смещения оползневых точек вычисляют по отношению к опорным знакам, располагаемым вне оползневого участка. Число знаков, в том числе и оползневых, определяется из соображений обеспечения качественной схемы измерений и выявления всех характеристик происходящего процесса.



Наблюдения за оползнями проводятся не реже одного раза в год. Периодичность корректируется в зависимости от колебания скорости движения оползня: она должна увеличиваться в периоды активизации и уменьшаться в период угасания.

12.8. Обработка и анализ результатов наблюдений

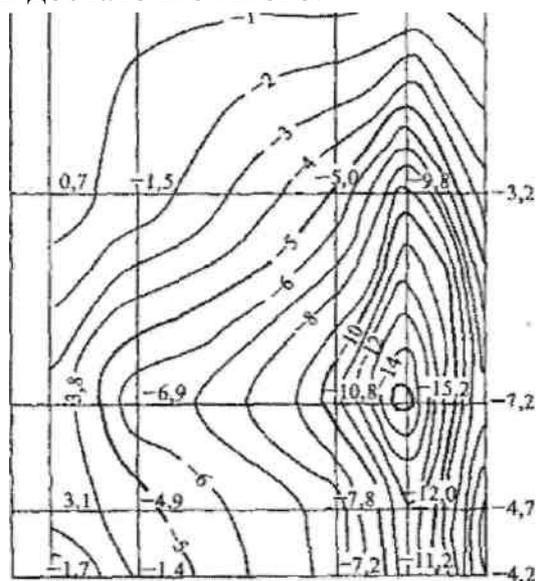
Основные вопросы обработки и анализа результатов наблюдений за деформациями рассмотрим на наиболее распространенном виде работ - наблюдениях за осадками.

По окончании очередного цикла измерений необходимо выполнить оценку точности полученных результатов. Поскольку в основу всех точностных расчетов этого вида работ закладывают величину средней квадратической погрешности превышения на станции m_h , удовлетворяющую для данной схемы исходным требованиям по точности определения осадок, то для сравнения ее и необходимо получить из результатов измерений.

При уравнивании на ЭВМ любая программа автоматически предусматривает оценку точности.

В случае когда точность полученных результатов удовлетворяет требуемой, приступают к анализу результатов наблюдений. В соответствии с решаемой задачей анализу подлежат осадки всех деформационных точек.

Традиционно графики обладают достаточной наглядностью, поскольку для изображения всего происходящего процесса по всем реперам таких графиков необходимо строить достаточно много.



Пространственно-временной график отображает деформационный процесс по всем циклам наблюдений.

Пространственный график на топографической основе строится так же, как рисуется рельеф в горизонталях, только исходными служат не отметки, а осадки реперов в каких-либо двух циклах.

Получаемая информация является исходной для анализа происходящего процесса деформаций. Для анализа используют также материалы по геологии, гидрогеологии, климатологии, состоянию строительных работ и т.п.

При анализе осадок отдельных зданий и сооружений отслеживают их неравномерный характер и вычисляют разности осадок характерных точек в направлении продольных и поперечных осей здания.

Особое внимание уделяют зданиям, у которых обнаруживаются значительные осадки, особенно неравномерные. Сведения об [#] том немедленно передаются всем заинтересованным организациям для своевременного принятия необходимых мер.

По результатам наблюдений каждого цикла составляют краткую пояснительную записку, в которой приводят сведения об измерениях и их предварительном анализе.

Эти сведения, как правило, содержат: фактическую схему и краткое описание технологии измерений, результаты уравнивания, оценку точности полученных результатов, ведомости отметок и осадок реперов, графический иллюстративный материал, краткий анализ результатов наблюдений.

По окончании работ составляют технический отчет, являющийся основным техническим документом по результатам наблюдений. Он содержит те же сведения, что и пояснительная записка, но в обобщенной по всем циклам форме с более подробным анализом и обобщающими выводами.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перфилов В.Ф. Геодезия.- М.: Высшая школа, 2008г.
2. Киселев М.И. Геодезия.- М.: Академия, 2007г.

Учебное издание

Опутин К.В.

**Геодезическое обеспечение промышленного
и гражданского строительства**

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 06.07.2015 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,85. Тираж 100 экз. Изд. № 3078.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ