

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

*МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
к выполнению практических и курсовых работ
для студентов, обучающихся по направлениям подготовки:
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
(профиль: Геодезическое обеспечение геоинформационных систем)
всех форм обучения*

2025г.

УДК 528 (07)
ББК 26.12:74.56 я723

Составители: канд. техн. наук Ю. Г. Трухин

Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации зданий и инженерных сооружений: методические материалы к выполнению практических и курсовых работ для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 21.03.02 «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль: Геодезическое обеспечение геоинформационных систем) всех форм обучения / сост.: Ю.Г. Трухин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2025. 38 с.

В методических материалах приведен алгоритм расчёта цифровых высотных показателей рельефа местности, при вертикальной планировке строительной площадки, используемых в программном обеспечении расчёта баланса земляных масс. Приведены методы выполнения геодезической съёмки при контроле качества (геометрической точности) строительных работ при вертикальной планировке территорий и при выполнении работ и процессов по строительству многоэтажных зданий.

Предназначены для студентов направлений 21.03.02 «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль: Геодезическое обеспечение геоинформационных систем) всех форм обучения.

УДК 528 (07)
ББК 26.12:74.56 я723

Методические материалы подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ММ ГОСиЭЗиИС_ПР и КР.pdf

Ил. 25. Табл. 7. Библиогр.: 12 назв.

Рецензент – канд.техн. наук, доцент кафедры технологии и организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ВГТУ
С.И.Матренинский.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКЕ	6
1.1 Определение черных отметок.....	6
1.2 Определение планировочной отметки	8
1.3 Определение красных отметок	9
1.4 Определение рабочих отметок.	9
1.5 Определение нулевых точек и построение картограммы распределения земляных масс	10
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПРИ ПЛАНИРОВКЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ	11
2.1 Порядок выполнения геодезического контроля при выполнении планировочных земляных работ на строительной площадке.....	11
ГЛАВА 3. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ	15
3.1 Геодезическое оборудование применяемое для контроля выполнения строительных работ	15
3.2 Геодезический контроль при возведении монолитного многоэтажного жилого здания	17
3.2.1 Подземная часть здания	18
3.2.2 Надземная часть здания.	24
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	27

ВВЕДЕНИЕ

Первым этапом подготовки строительства любого объекта является вертикальная планировка, обеспечивающая допустимые уклоны территории и зоны застройки для формирования систем водоотведения и водоудаления, проездов и территории для оптимального размещения зданий, промышленных предприятий и различных сооружений. Преобразование существующего рельефа с целью приспособления городской территории для эксплуатации и строительства осуществляется на основании проекта вертикальной планировки. Это осуществляется методами проектирования на основе автоматизированных систем.

Вертикальная планировка – мероприятия по искусственному изменению существующего рельефа местности. Целью планирования рельефа территории является создание благоприятных условий для строительства зданий и сооружений, прокладки новых дорог и проездов, инженерных коммуникаций, благоустройства территории. В рамках работ по изменению ландшафта проводится срезка растительного слоя или подсыпка грунта, перемещение земляных масс. Как с финансовой, так и с организационной стороны, вертикальная планировка является высоко затратным процессом, поэтому грунт стараются перемещать рационально.

Важная цель проведения вертикальной планировки – организация стока поверхностных вод с территории при помощи водосточной системы или естественным путем. Рельеф организуется таким образом, чтобы собрать всю лишнюю воду с участка и отвести её к месту сброса или очистным сооружениям, не допустив при этом затопления улиц, дорог, подвалов и элементов благоустройства.

Целью курсовой работы является изучение технологических особенностей производства земляных работ и ознакомление с геодезическим контролем при их выполнении.

В процессе работы над курсовым проектом требуется выполнить следующие задачи:

- закрепить навык чтения рельефа местности по горизонталям;
- изучить методику определения черных, планировочных, красных и рабочих отметок;
- построить картограмму земляных масс;
- разработать технологический процесс и выбрать комплекта машин;
- разработать порядок проведения программы геодезического контроля при производстве земляных работ;
- изучить и разработать процесс геодезического контроля при строительстве монолитного многоэтажного жилого здания.

Курсовая работа выполняется в формате А4 с приложением графических материалов (чертежей, графиков, схем) и расчётов с текстовым описанием геодезических методов контроля выполнения строительных работ и процессов. Результатом геодезических замеров контролируемых параметров процессов является исполнительная схема их выполнения.

Необходимые исполнительные схемы выполняются графически, с указанием цифровых показателей замеров и нормативов их предельно допустимых значений. Указывается место расположения поста геодезического прибора и его тип.

ГЛАВА 1. ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКЕ

Строительная площадка, размеры которой принимаются от 300м до 800м, имеет прямоугольную конфигурацию и произвольную систему горизонталей. Необходимо подсчитать объёмы насыпей и выемок при планировке площадки с уклоном $i = 0,002$ и нулевым балансом земляных масс. Подобрать методику геодезического контроля всех технологических операций, которые выполняет полный комплект машин для вертикальной планировки площадки.

В состав земляных работ по вертикальной планировке площадки входят: разработка выемки, перемещение грунта из выемки в насыпь площадки, формирование насыпи, транспортирование лишнего грунта в отвал или недостающего грунта из карьера, разравнивание грунта, доставленного из карьера, уплотнение грунта в насыпи, окончательная планировка площадки.

Для определения объемов работ по вертикальной планировке на чертеж площадки наносим планировочную сетку – площадку делим на равные квадраты (строительную сетку) при прямоугольной её форме (рис. 1).

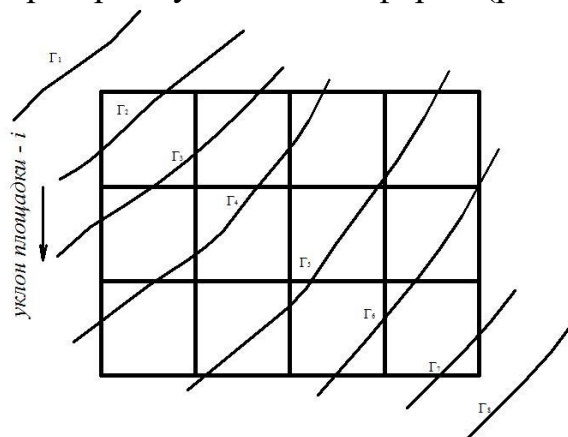


Рис. 1. План площадки с горизонталями

Сторона квадрата строительной сетки принимается равной 50м, 60м, 80м, 100м или более, в зависимости от рельефа и размеров площадки.

Вертикальную планировку площадки можно производить под заданную отметку или под отметку, определяемую из условия нулевого баланса земляных масс, при котором объемы грунта выемок и насыпей равны между собой.

В последнем случае сначала определяют отметку планировки, а затем ведут подсчеты по той же методике, которая рекомендуется для площадок с заданной отметкой.

1.1 Определение черных отметок

На чертеже плана площадки с горизонталями (рис.1) вычисляем черные отметки земли. Черные отметки находят по заданным отметкам горизонталей (при $\Gamma_2 > \Gamma_1$) следующим образом (рис. 2):

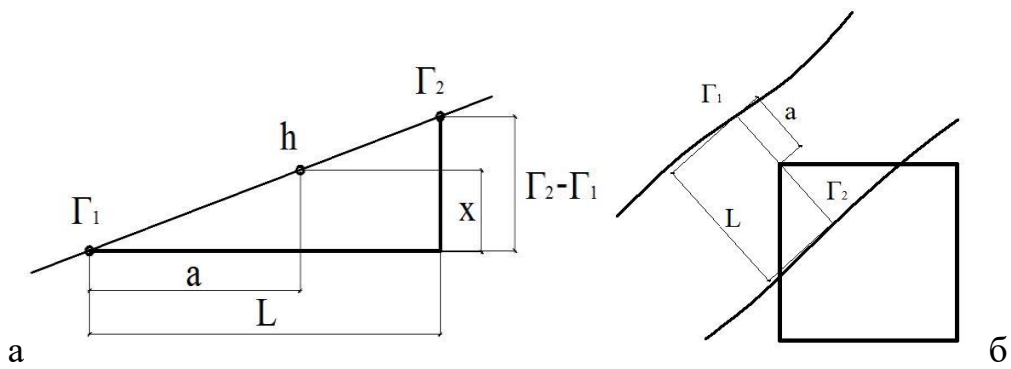


Рис.2. Определение черной отметки: а – профиль, б – план.

Превышение или принижение абсолютной отметки угловых точек сетки от известной отметки горизонтали определяют по формулам:

$$h = \Gamma_1 + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_1}{L} \cdot a \quad \text{или} \quad h = \Gamma_2 - \frac{\Gamma_2 - \Gamma_1}{L} \cdot (L - a) \quad (1)$$

Два метода подсчёта чёрных отметок ($\Gamma_1 + X$) соответствуют высоте рельефа местности в характерных (угловых) точках строительной сетки.

В углах планировочной сетки проставляем черные отметки (рис. 3).

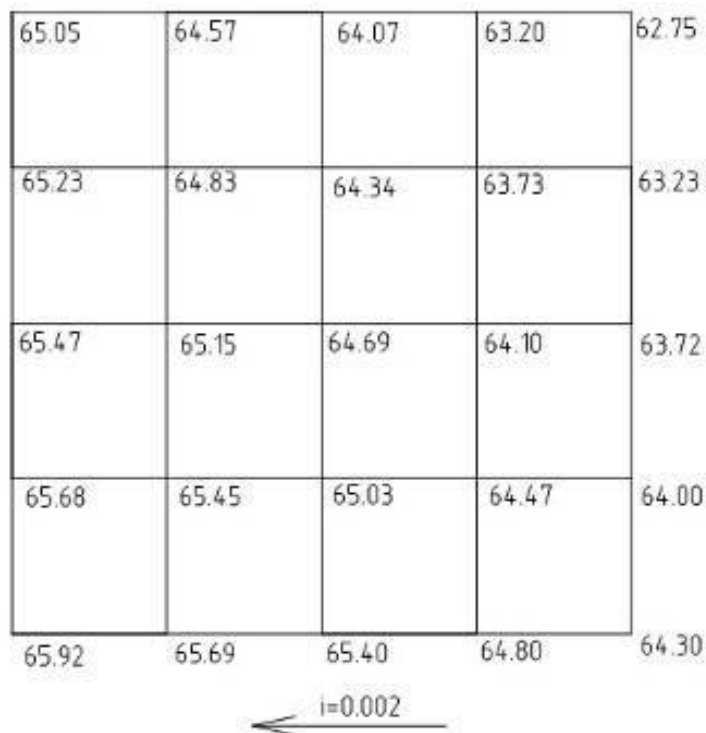


Рис. 3. Черные отметки площадки

1.2 Определение планировочной отметки

Расчетную отметку площадки, планируемую с равенством объемов грунта выемок и насыпей, рассчитываем *методом трёхгранных призм*.

Для этого квадраты или прямоугольники планировочной сетки (рис. 1) дополнительно разбиваем на равные треугольники (рис. 4.) и расчетную отметку планировки определяют по формуле:

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 6\Sigma H_6}{3n} \quad (2)$$

где ΣH_1 , ΣH_2 , ΣH_3 , ΣH_6 – сумма черных отметок таких углов планировочной сетки, в которых соответственно сходятся 1, 2, 3, 6 угла элементарной фигуры; n – количество треугольников, образованных на планировочной сетке.

$H_0 = [(65.92 + 62.75) + 2(65.05 + 64.30) + 3(64.57 + 64.07 + 63.20 + 63.23 + 63.72 + 64.00 + 64.80 + 65.40 + 65.69 + 65.68 + 65.47 + 65.23) + 6(64.83 + 64.34 + 63.73 + 65.15 + 64.69 + 64.10 + 65.45 + 65.03 + 64.47)] / 3 * 32 = 64,62$ м.

H_0 – эта отметка линии, проходящей по середине ширины площадки, вокруг которой будет наклонена горизонтальная плоскость.

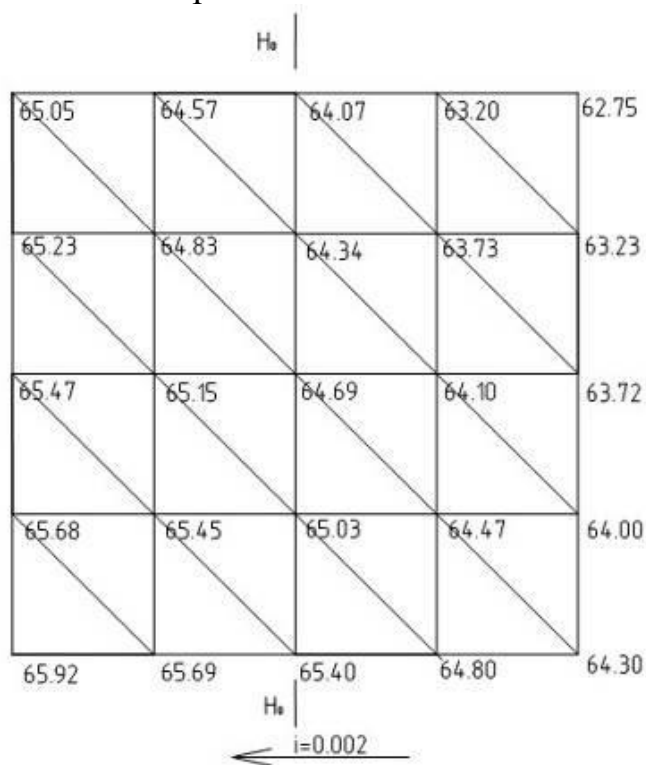


Рис. 4. Схема деления планировочной сетки площадки по методу трёхгранных призм

1.3 Определение красных отметок

Красной отметкой называется планировочная отметка с учетом уклонов, которые создаются для стока ливневых и паводковых (сезонных) вод. Красная отметка может быть определена по формуле:

$$H_1 = H_0 + iL, \quad (3)$$

где H_0 – расчетная отметка, определенная ранее;

i – уклон площадки;

L – расстояние от линии поворота до точки, в которой определяется отметка H_1 .

$$H_1 = 64.62 + 0,002 * 80 = 64.78;$$

$$H_2 = 64.62 + 0,002 * 160 = 64.94;$$

$$H_3 = 64.62 - 0,002 * 80 = 64.46;$$

$$H_4 = 64.62 - 0,002 * 160 = 64.30;$$

Красные отметки проставляют в чертеже (рис.5).

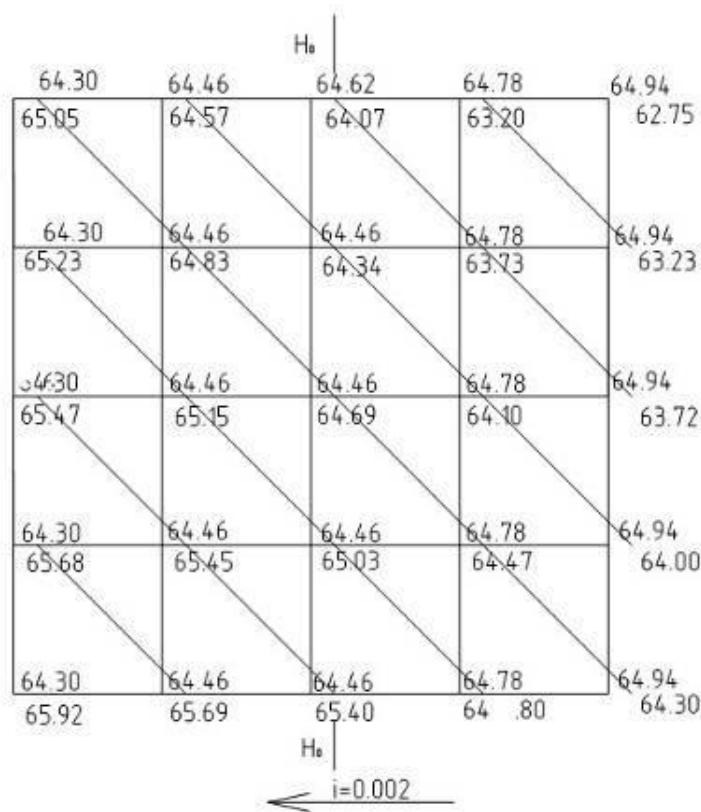


Рис. 5. План участка с красными и черными отметками

1.4 Определение рабочих отметок.

Рабочие отметки вычисляются как разность между красной и черной отметкой по равенству:

$$H_{кр.} - H_{черн.} = \pm h_{раб} \quad (4)$$

Рабочие отметки со знаком «плюс» - обозначают насыпь, то есть грунт на данный участок площадки необходимо завезти и досыпать до проектной красной

отметки; рабочие отметки со знаком «минус» - обозначают выемку, то есть на данном участке площадки находятся излишки грунта, который необходимо разработать под планировочную красную отметку и вывезти.

Все отметки, необходимые для подсчета объемов насыпей и выемок, записываются в углах планировочной сетки с соответствующим знаком (+) или (-).

Таблица 1

Вычисления рабочих отметок

64,30-65,05=-0,72	64,46-64,57=-0,11	64,62-64,07=0,55	64,78 63,20=1,58	64,94-62,75=2,19
64,30-65,23=-0,93	64,46-64,83=-0,37	64,62-64,34=0,28	64,78-63,73=1,05	64,94-63,23=1,71
64,30-65,47=-1,17	64,46-65,15=-0,69	64,62-64,69=-0,07	64,78-64,10=0,68	64,94-63,72=1,22
64,30-65,68=-1,38	46,46-65,45=-0,99	64,62-65,03=-0,41	64,78-64,47=0,31	64,94-64,00=0,94
64,30-65,92=-1,62	64,45-65,69=-1,23	64,62-65,40=-0,78	64,78-64,80=-0,02	64,94-64,30=0,64

1.5 Определение нулевых точек и построение картограммы распределения земляных масс

Между двумя вершинами квадратов с рабочими отметками разного знака всегда находится точка, в которой рабочая отметка равна нулю. В этой точке не производят земляных работ. Расстояние от этой точки до вершин квадратов, имеющих соответствующие рабочие отметки (например, h_1 и h_2) с разными знаками, находят по пропорциональности сторон подобных треугольников. Знаки при этом не учитываются.

$$X = a \cdot \frac{h_1}{h_1 + h_2} \quad (5)$$

Исходя из этого, нулевые точки находят по картограмме распределения земляных масс, которая строится на сетке квадратов по вычисленным ранее рабочим отметкам с учетом знаков.

При построении картограммы величины рабочих отметок откладываются от вершин квадратов по направлению линий нивелировочной сетки вверх и вправо для выемок (h_p со знаком «+») и вниз и влево для насыпей (h_p со знаком «-»). После чего, прямыми линиями соединяют точки лежащие на вертикальных, потом на горизонтальных сторонах квадратов. В местах пересечения линий картограммы со сторонами квадратов находятся нулевые точки, соединив которые получают линию нулевых работ.

Линия нулевых работ проходит через элементарные фигуры планировочной сетки, стороны которых имеют рабочие отметки разных знаков. Точки пересечения линии нулевых работ со сторонами фигур определяем графическим способом (рис. 6.), на чертеже плана площадки проводим линию нулевых отметок 0 – 0 и пронумеруем образовавшиеся элементарные фигуры в насыпи и выемке (рис. 7).

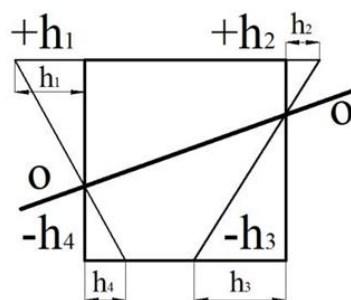


Рис. 6. Графическое определение положения линии нулевых работ на планировочной сетке площадки

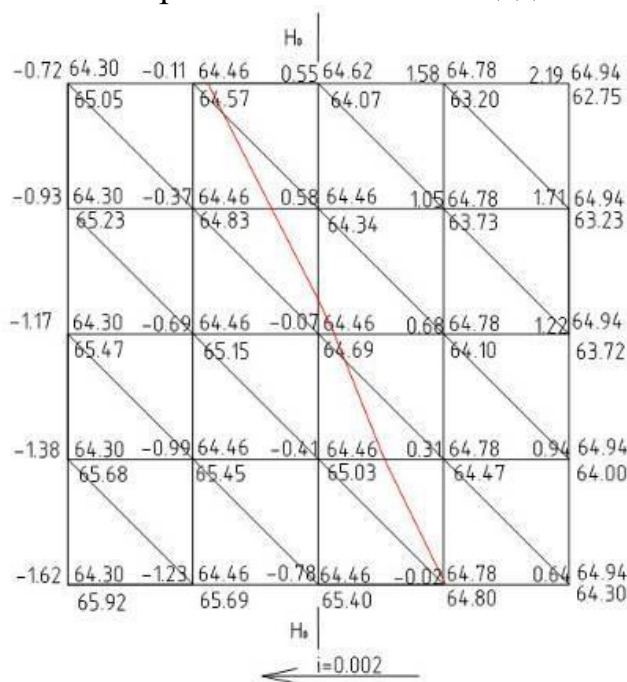


Рис. 7. План участка с рабочими отметками и линией нулевых работ

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПРИ ПЛАНИРОВКЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

2.1 Порядок выполнения геодезического контроля при выполнении планировочных земляных работ на строительной площадке.

Перед началом проведения строительных работ необходимо расчистить территорию. Вначале убирают кустарники и деревья, затем срезают растительный слой, причем верхний плодородный слой отправляют на хранение. Наша строительная площадка имеет значительные размеры, поэтому для удобства обеспечения земляных работ она делится на 6 участков (3 участка для насыпи и 3 участка для выемки грунта). Ведущей машиной является скрепер. До начала планировочных работ необходимо сформировать откосы по границе насыпи. Крутизна откосов – это отношение высоты откоса насыпи к его основанию, её делают такой, чтобы насыпь была устойчивой и не сползала. То есть откос – это сдерживающий фактор грунта. Для откосов лучше использовать более плотные грунты, например суглинок.

После того, как были созданы откосы, устанавливается **первый** тахеометр за пределами строительной площадки (**позиция 1**) так, чтобы хорошо было видно первый и второй участки. На данной точке будет производиться контроль срезки грунта. **Второй тахеометр** устанавливается также за пределами строительной площадки (**позиция 2**) на точке, где хорошо будет просматриваться 3 и 4 участок, контроль будет производиться по насыпи грунта.

На первом участке земляных работ срезка грунта будет осуществляться прицепным скрепером (рис. 8) с объемом ковша 3 м^3 . Используется данный скрепер для перемещения грунта на небольшие расстояния (до 300 м).

В начале процесса, скрепер срезает грунт на первом участке и перемещает его на 2 и 4 участок по эллиптической траектории (рис. 8).

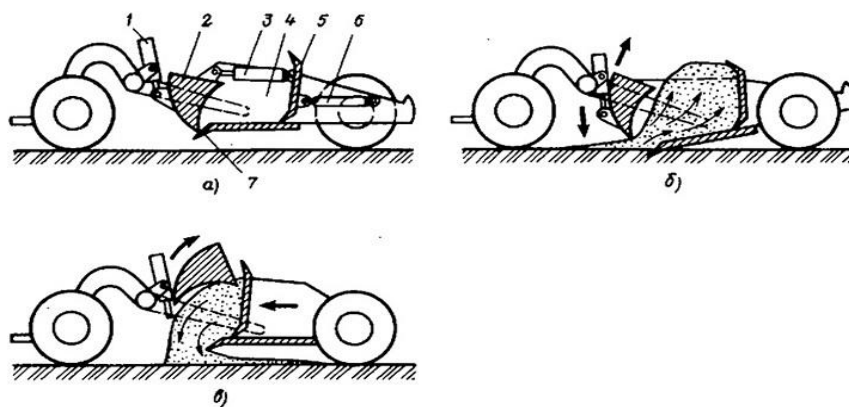


Рис. 8. Схема работы прицепного скрепера:

а – транспортное положение, б – набор, в – разгрузка;

1, 3, 6 – гидроцилиндры; 2 – заслонка; 4 – ковш; 5 – задняя стенка; 7 – нож.

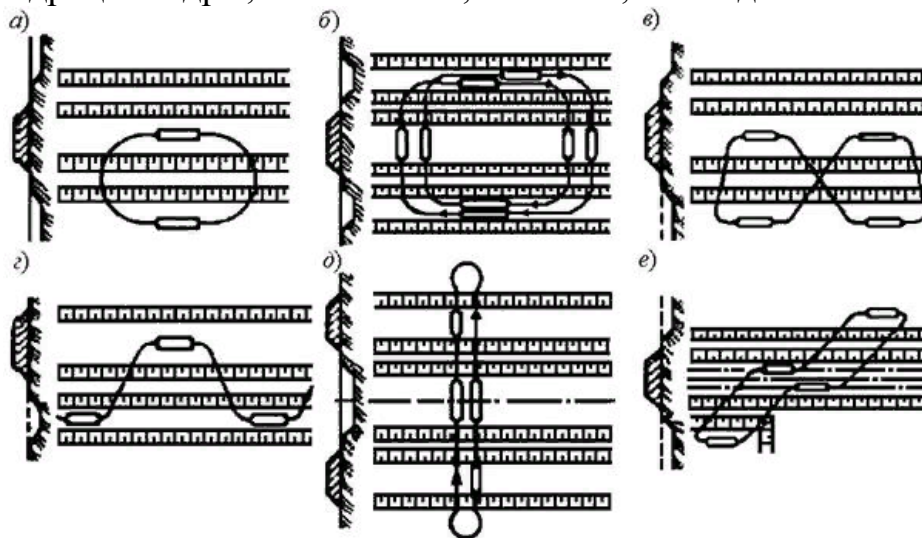


Рис. 9. Схема движения скреперов:

(а) эллипс; б) спираль; в) «восьмерка»; г) «зигзаг»; д) челночно-поперечная; е) челночно-продольная).

Параллельно данному процессу на 3 участке работает бульдозер. Он рыхлит землю параллельными проходками (рис. 10) в местах, где требуется

наибольшая срезка грунта. Завершив рыхление на втором участке, бульдозер перемещается на 5 участок. Далее бульдозер работает на 2, 4, и 6 планируя поверхность отсыпаемых скреперами слоёв на участках 2, 4, и 6.

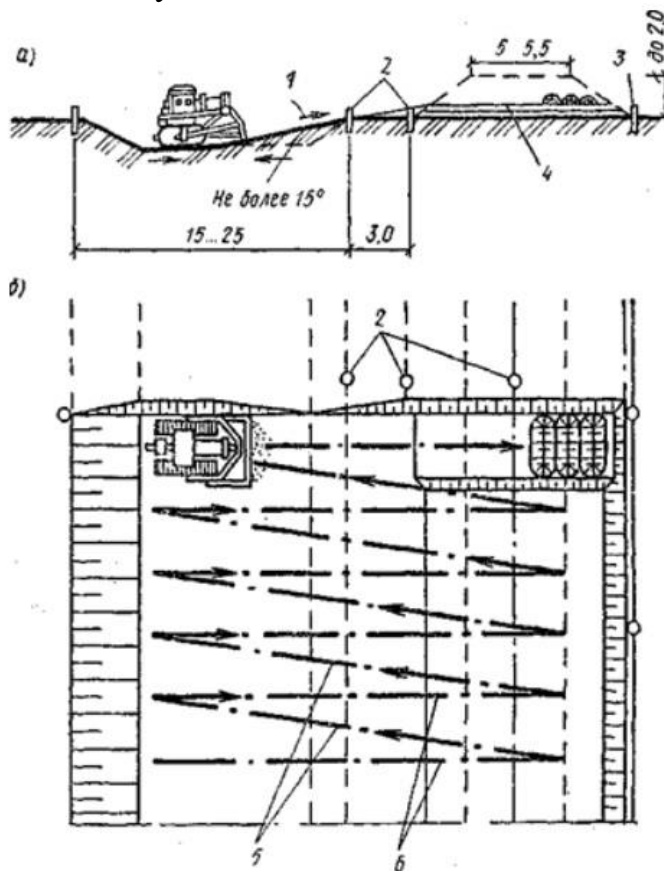


Рис. 10. Схема возведения насыпи бульдозером

- 1 – направление рабочего хода бульдозера;
- 2 – разбивочные кольшки;
- 3 – вешки-высотники;
- 4 – отсыпанные слои грунта;
- 5 – направление холостого хода бульдозера;

Как только бульдозер разрыхлил землю на 3 участке, в работу вступает скрепер с объемом ковша в 10м^3 . Он срезает грунт на 3 участке земляных работ и также перемещает его на 4 участок.

После того, как на 4 участке был отсыпан первый слой грунта, скрепер с объемом ковша 10м^3 перемещается на 5 участок, а скрепер с ковшом 3м^3 перемещается со 2 на 4 и 6 участок, где осуществляет укладку грунта в откосы по периметру зоны насыпи. Срезанный грунт с 3 и 5 участков перемещают на 6 скрепером с 10-ти кубовым ковшом.

Первый тахеометр перемещается на площадку, где просматриваются четвертый и шестой участки (**позиция 3**), продолжая контролировать срезку и укладку слоёв грунта.

Бульдозер закончивший рыхлить землю на пятом участке, перемещается на 2 участок, чтобы разровнять грунт, затем перемещается разравнивать грунт на 4 и 6 участок.

На 2 участке тахеометром производится нивелировка отсыпанного и выравненного бульдозером грунта. Затем на участке начинает работать каток, уплотнять грунт. Когда первый слой грунта был уплотнен, также производится нивелировка. Данные этой съёмки оцениваются двумя замерами уровня грунта – до и после процесса уплотнения, разница между которыми, вместе с образцами

взятыми из уплотнённых зон, передаётся в строительную лабораторию на проверку степени уплотнения.

Тахеометр, находящийся на позиции 1, перемещается на следующую станцию (**позиция 4**), находящуюся за пределами строительной площадки. Станция расположена так, чтобы было удобно обзирать 1,3, 5 и 6 участок. К тому времени бульдозер заканчивает выравнивание грунта. Нивелируется поверхность 6 участка до уплотнения грунта и после. С позиции 4 хорошо контролируется участки 1,3, и 5, где окончательно выравнивается зона срезки грунта. Схема послойной укладки грунта повторяется необходимое количество раз, пока площадка не будет соответствовать проектным отметкам.

ГЛАВА 3. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

3.1 Геодезическое оборудование применяемое для контроля выполнения строительных работ

Геодезические работы в строительстве или геодезическое сопровождение строительства — это работы, выполняемые специалистами геодезической службы при возведении зданий, а также последующий контроль их состояния в процессе эксплуатации. При проведении геодезических работ необходимо определить точное расположение здания или сооружения и его элементов в чертежах и на местности. Существует ряд нормативных документов, определяющих точность вычислений и построений, правила возведения планировочных элементов. Решение указанных задач осуществляется с помощью геодезического прибора, такого как тахеометр.

Тахеометр – геодезический инструмент для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Используется для определения координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, выносе на местность высот и координат проектных точек, прямых и обратных засечек, тригонометрического нивелирования и т.д.

При строительстве здания, рассматриваемого в проекте, может быть использован тахеометр марки Leica TS03 R500 5" (рис. 11). Штатив для тахеометра использовался деревянный, так как у него коэффициент температурного расширения меньше, чем у алюминиевого (рис. 12). Подходит для тахеометров с угловой точностью выше 5", для отражателей и GNSS антенн. Длина в собранном виде 107 см, выдвигается до 176 см, вес 5,6 кг. А также сборная вежа с отражателем внизу (рис. 13).



Рис. 11. Тахеометр марки Leica TS03 R500 5"

Таблица 7

Технические характеристики

Тип прибора	Тип тахеометра	Ручной
	Наводящие винты	Бесконечные
Угловые измерения	Угловая точность	5"
	Разрядность дисплея	0,1"
Безотражательные измерения	Дальность без отражателя	500 м
	Точность без отражателя	± (2.0 мм + 2.0 ppm)
	Время без отражателя	1 сек.
Измерения на отражатель	Дальность на отражатель	3500 м
	Точность на отражатель	± (1.0 мм + 1.5 ppm)
	Время на отражатель	2,4 / 0,8 / <0,15 сек.
	Дальность на плёнку	250 м
Компенсатор	Тип компенсатора	Двухосевая компенсация
	Диапазон работы	± 3.78'
	Точность фиксации	1,5"
	Метод	Четырёхосевая компенсация
Зрительная труба	Увеличение	30x
	Угол поля зрения	1° 30'
	Минимальное фокусное расстояние	1,55
Питание	Батарея	ГЕВ361
	Время зарядки	3 - 6,5 часов
	Время работы	15 / 30
Запись данных / Коммуникации	Порты	RS232, USB, Bluetooth, SD
	RS232	Есть
	Bluetooth	Есть
	USB	Есть
	Картридер	Есть
	Формат данных	GSI/DXF/LandXML/ заданные пользователем ASCII- форматы
	Внутренний формат данных	GSI / DXF / LandXML / CSV / настраиваемые ASCII-форматы
	Внутренняя память	2 GB
Общие характеристики	Операционная система	Windows EC7
	Процессор	TI OMAP4430 1GHz Dual-core ARM® Cortex™ A9 MPCore™
	Защита от пыли и влаги	IP66
	Рабочая температура	-20°C до + 50°C
	Габариты прибора	173x360x226
	Вес с аккумулятором	4,3
	Страна производитель	Швейцария

Дисплей и клавиатура	Тип дисплея	Монохромный
	Разрешения дисплея	3,5“, 320 x 240, QVGA
	Тип клавиатуры	Буквенно-цифровая 28 клавиш
	Кол-во дисплеев	1
	Второй дисплей	не доступен
	Клавиатура	буквенно-цифровая
	Подсветка	подогрев и подсветка дисплея и клавиатуры
Центрир	Тип центрира	Лазерный
	Точность центрирования	1,5 мм на 1,5 м



Рис. 12. Штатив деревянный для тахеометра



Рис. 13. Веха с отражателем

3.2 Геодезический контроль при возведении монолитного многоэтажного жилого здания

Все геодезические работы, производимые при строительстве, выполняют в соответствии с требованиями СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве» с включением следующих этапов:

- разбивка и перенос осей;
- разметка ориентировочных рисок;
- исполнительная съемка.

Внешнюю разбивочную сеть здания следует создавать в виде геодезической сети, пункты которой закрепляют на местности. Во внешнюю разбивочную сеть здания входят основные (главные) разбивочные оси, а также углы здания, образованные пересечением основных разбивочных осей.

Нивелирные сети строительной площадки и внешние разбивочные сети здания следует создавать в виде нивелирных ходов, опирающихся не менее, чем на два репера геодезической сети. Пункты нивелирной и плановой разбивочных сетей, как правило, следует совмещать (дать пример схемы нивелирного хода и разбивочных осей).

Геодезический контроль точности выполнения СМР заключается:

– в инструментальной проверке фактического положения в плане и по высоте конструкций здания и инженерных коммуникаций в процессе их монтажа и временного закрепления пунктов геодезической основы в натуре;

– в исполнительной съемке фактического положения смонтированных конструкций в плане и по высоте, горизонтальности, правильности положения закладных деталей, а также частей здания и инженерных коммуникаций (показать на примере исполнительных схем основных конструкций : фундамента, колонн и стен, перекрытия).

Инструментальный (геодезический) контроль точности геометрических параметров здания заключается в проверке соответствия положения элементов конструкций, частей здания и инженерных сетей проектным требованиям в процессе их возведения и после снятия элементов опалубки.

Плановое и высотное положение элементов, конструкций и частей здания, их вертикальность, положение закладных деталей следует определять от знаков внутренней разбивочной сети здания или ориентиров, а элементов инженерной сети – от знаков разбивочной сети здания или от точек капитальных зданий («привязка»).

Погрешность измерений в процессе инструментального (геодезического) контроля точности геометрических параметров здания, в том числе при исполнительных съемках инженерных сетей должна быть не более величины отклонений, допускаемых строительными нормами и правилами, государственными стандартами или проектной документацией (указать для всех элементов каркаса по нормам СП и СНиП). [1, 2].

Результаты геодезической (инструментальной) проверки должны быть зафиксированы в общем журнале работ, а также составлены исполнительные схемы и чертежи (**представить поэлементно на один элемент каждого вида**).

3.2.1 Подземная часть здания

Возведение подземной части здания относится к работам нулевого цикла, состав работ которого входят работы по возведению фундаментов (сборных, монолитных, свайных и т. д.).

Подземная часть здания включает в себя фундаменты, фундаментные балки, стены подвалов, перекрытия над подземной частью здания.

Разбивка осей здания и высотных отметок:

Возведение подземной части (устройство фундаментов, подвалов, трубопроводов и т. п.) состоит из трех основных циклов:

1) геодезические работы – разбивка осей здания, обеспечение и проверка высотных отметок;

2) возведение подземной части здания;

3) выверка монтажного горизонта, составление исполнительной схемы, актов на скрытые работы, сдача заказчику (до обратной засыпки пазух).

Возведение подземной части здания производится после выполнения работ по подготовке строительной площадки (подготовительные работы) и земляных работ (планировка площадки, отрывка траншей и котлованов).

При возведении монолитных зданий и инженерных сооружений для перенесения проекта в натуру выполняют геодезические разбивочные работы, которые подразделяют на основные и детальные. Основные геодезические разбивочные работы заключаются в построении на местности главных и основных осей зданий и сооружений.

Главными осями здания или сооружения являются две линии, пересекающиеся под прямым углом, относительно которых здание или сооружение располагается симметрично. Основными осями являются линии, определяющие контур здания или сооружения в плане, и подразделяются они на продольные и поперечные. Главные и основные оси служат геодезической основой для детальных разбивочных работ.

Главные оси разбивают в тех случаях, когда здание или сооружение имеет сложную конфигурацию и большие размеры, а также когда группа зданий тесно связана между собой технологическими процессами.

Исходными проектными данными для разбивки главных и основных осей зданий и сооружений служат генеральный план строительной площадки, архитектурно-строительные рабочие и разбивочные чертежи.

Геодезические работы при устройстве фундаментов заключаются в разбивке и закреплении осей, проверке отметки основания, выравнивания и подготовке основания. Оси закрепляются на обносках.

Положение в плане наружных граней ленточных фундаментов фиксируют шнуром-причалкой, который натягивают между металлическими штырями. Перед монтажом сборных фундаментов производится геодезическая разбивка места их установки (рис. 14). Для этого по периметру здания, по бровке или только по его углам, устраивается обноска 1 (сплошная или прерывистая). Затем натягивается проволока 3, которая обозначает положение осей 4, и с помощью отвесов точки их пересечения переносятся на дно котлована (или траншеи) и закрепляются штырями.

На глинистых грунтах на выровненное основание насыпается песчаная подушка толщиной 10 см, и на нее укладываются фундаментные блоки. (Дать описание метода геодезического контроля этой операции).

Элементы фундаментов не допускается устанавливать на разрыхленный или насыпной грунт. Такой грунт удаляется, а образовавшееся углубление заполняется песком или щебнем. Проектное положение отметок основания фиксируется на исполнительной схеме и не должно иметь отрицательных значений (ниже проектной отметки).

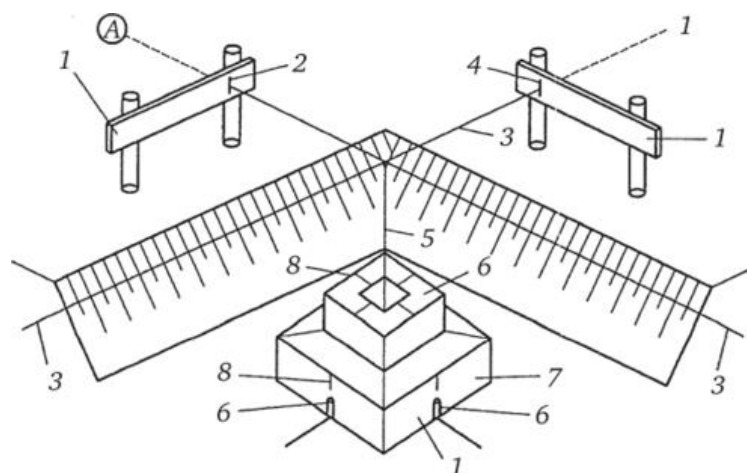


Рис. 14. Геодезическая разбивка столбчатых фундаментов: 1 — обноска; 2,8 — риски; 3 — проволока; 4 — положение разбивочных осей на обноске; 5 — отвес; 6 — колышки-фиксаторы; 7 — фундамент.

Геодезический контроль при возведении свайных фундаментов

При устройстве свайных фундаментов сваи или свайное поле разбивают на основе осей здания или сооружения и плана свайного поля. Плановое положение свай разбивают способами створной и угловой засечки. Центры свай закрепляют временными деревянными кольями или металлическими штырями. Контроль высотного положения свай при забивке их осуществляют методом геометрического нивелирования с применением навесной рейки (показать схему замера в разрезе).

По окончании устройства буронабивных свай на оголовки выносят отметки низа ростверка, по которым производят сверку свай. В заключение производят исполнительную съемку свайного поля и составляют исполнительную схему, на которой показывают отклонения центров свай от проектного положения и отметки верха срезных свай (привести исполнительную схему).

Геодезический контроль при возведении фундаментов под железобетонные монолитные, сборные или стальные колонны.

При невозможности устройства фундамента мелкого заложения в случае недостаточной несущей способности верхних слоев грунта применяют свайные фундаменты – комплекс свай, объединенных в единую конструкцию, передающую нагрузку на основание. Конструктивно свайный фундамент состоит из свай различной конструкции и ростверка. Свая – это полностью или частично погруженный в грунт стержень, служащий для передачи давления от сооружения на нижележащие слои грунта.

Ростверк – распределительная балка или плита, объединяющая головы свай и перераспределяющие на них нагрузку от вышерасположенных конструкций. Различают высокий ростверк, если его подошва располагается выше поверхности грунта, и низкий ростверк, если его подошва опирается на грунт или заглубляется в нем (показать план и разрез ростверка с указанием контролируемых точек, уровней и осей).

Сваи являются основным конструктивным элементом свайного фундамента. Именно они позволяют передать давление от сооружения на глубоко расположенные плотные слои грунта. Помимо этого, сваи уплотняют окружающий их грунт и тем самым улучшают его механические характеристики.

При разбивке фундаментов под стальные колонны особое внимание придается горизонтальности опорной поверхности фундамента и соответствию ее проектной отметке. Даже небольшие уклоны опорной поверхности могут вызвать значительные отклонения оси колонны от вертикали. Высокая точность разбивки осей фундамента в плане диктуется необходимостью установки крепящих колонну к фундаменту анкерных болтов в проектное положение с ошибкой, не превышающей 5 мм. При помощи теодолита, установленного на одном из створных знаков, продольные и поперечные оси колонн выносят на опалубку фундамента. Затем в створе каждой оси устанавливается шаблон на четыре анкерных болта, называемый кондуктором. Кондуктор представляет собой жесткую металлическую раму, на которой нанесены установочные риски и просверлены отверстия для болтов. Расстояния между отверстиями равны заданным проектным размерам. Болты удерживаются на кондукторе гайками, позволяющими менять положение верха каждого болта по высоте. Установка кондуктора состоит в совмещении рисок Х-Х* и У-У* с соответствующими метками на обноске и в подъеме или опускании болта до проектной отметки. Выверка установленных анкерных болтов производится до бетонирования. Измеряют расстояния до центров болтов и проверяют правильность их взаимного расположения, а отметки верха болтов определяют геометрическим нивелированием (рис. 15).

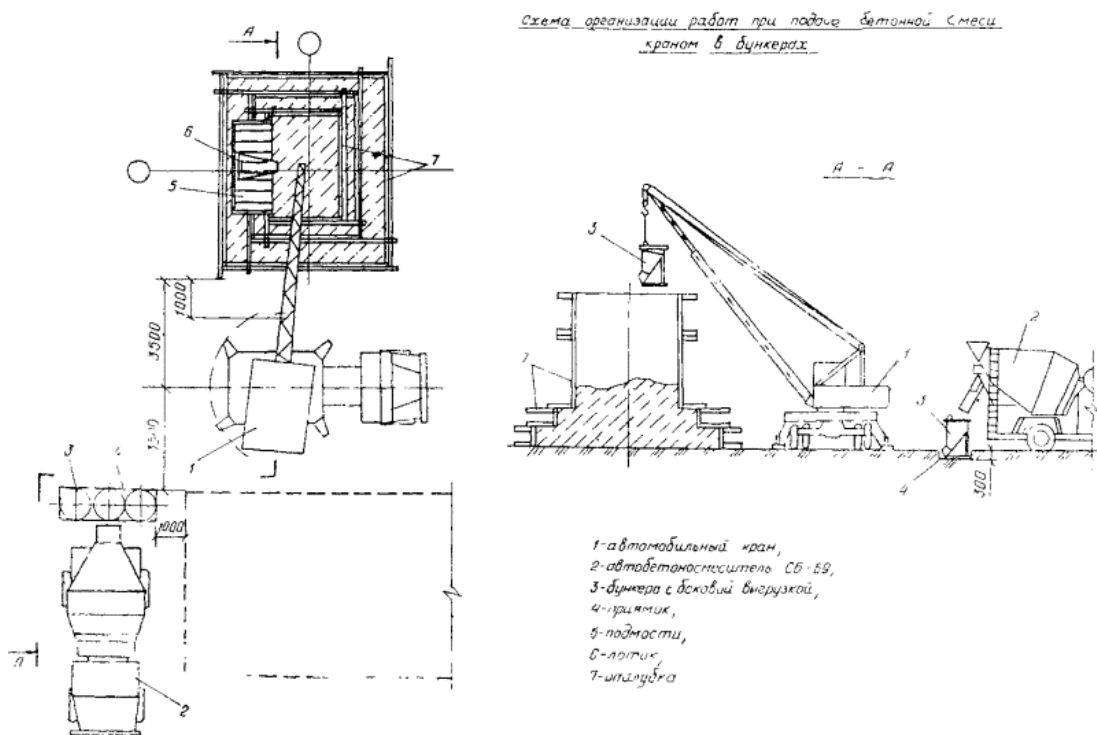


Рис. 15. Возведение монолитных железобетонных фундаментов под колонны

Результаты выверки выписывают на исполнительную схему. Так как в процессе бетонирования положение анкерных болтов может измениться, вновь проверяют их установку до окончательного затвердевания бетона и при необходимости вносят исправления. Вторичное определение положения анкерных болтов в плане и по высоте выполняют после бетонирования фундаментов и заносят полученные данные на ту же исполнительную схему и в прилагаемую к ней ведомость отметок болтов и верха фундамента колонн **(привести пример исполнительной схемы)**.

При выполнении монтажных работ по установке систем опалубки или готовых железобетонных, металлических конструкций строительными нормами и правилами, технологическими картами, проектами производства работ предусматривается измерительный контроль геометрических параметров, характеризующих проектное и пространственное их положение.

Геометрической основой для установки конструкций и оперативных их проверок служит геодезическая внутренняя разбивочная сеть этажа (яруса) и результаты детальных разбивочных работ по выносу монтажных, установочных или вспомогательных осей.

Устройство опалубки стен и колонн выполняют на основании схемы разбивки. От монтажных осей до внутреннего контура опалубки по всему ее периметру с помощью рулетки производится разметка установочных осей, которые фиксируются на перекрытии строительным карандашом. В обозначенный контур крепятся деревянные маяки (кондукторы), соответствующие ширине стены и стальные стержни для фиксации щитовых панелей. По выполненной разметке мест установки щитов монтируют панели, раскрепляют их при помощи подкосов, соединяют между собой и производят выверку установленного контура опалубки путем измерений расстояний от монтажных осей. Контрольные измерения производят в двух крайних положениях нижней ее части. Для щитов длиной более двух метров промеры осуществляются через каждые 1500 мм.

Кроме выставления планового положения нижней части сооружений дополнительно выверяется вертикальность (отвесность) каждой устанавливаемой конструкции. В зависимости от высоты проверяемых сооружений применяются различные инструменты и способы измерений. Если высота достигает свыше трех метров, применяют уже оптические теодолиты, лазерные нивелиры, построитель плоскостей (например, PLS-5), электронные тахеометры.

Измерения вертикальности поверхностей сооружений определяются следующими способами:

- с применением теодолита и линейки, при установке прибора на монтажной оси;
- с использованием электронного тахеометра, измеряемого горизонтального проложения от точек стояния прибора до нижней и соответственно верхней части сооружения.

По окончании бетонирования проводят исполнительную съемку ростверков в плане и по высоте. Для съемки в плане на верхние и боковые грани фундаментов вновь переносят оси. От перенесенных осей делают измерения и по разности между измеренными и проектными расстояниями определяют их отклонения.

После того как ростверки и сваи залиты, а бетон набрал прочность, устанавливается опалубка для заливки монолитной плиты. Для этого пространство между ростверком нивелируется, грунт выравнивается, затем засыпается песком, уплотняется и нивелируется. Далее производятся работы по вязке армокаркаса для пола цокольного этажа, а также для колонн. Местоположение колонн определяется методом выноса точек в натуру, также, как и свай (**привести схему выноски колонн**).

В армокаркасе для колонн проверяется вертикальность арматуры, а также выполняются геометрические промеры: ширина, длина и диагонали. Вертикальность проверяется тахеометром (**привести пример схемы**).

После того как армокаркас плиты залит бетоном, выполняется выравнивание по маякам. Затем нивелируется поверхность плиты. Когда бетон затвердел, можно производить бетонирование колонн. Для этого от армокаркаса отступают 2-3см, тем самым отмечаем, где должна устанавливаться опалубка. По завершению установки опалубки проверяем ее вертикальность. Производятся те же работы, что и при определении вертикальности армокаркаса. Проводиться контроль вертикальности колонн и после снятия опалубки. Проверка происходит тахеометром (**дать схему**).

Завершающий этап при возведении подземной части здания – устанавливается опалубка для монолитной плиты перекрытия (рис. 16)

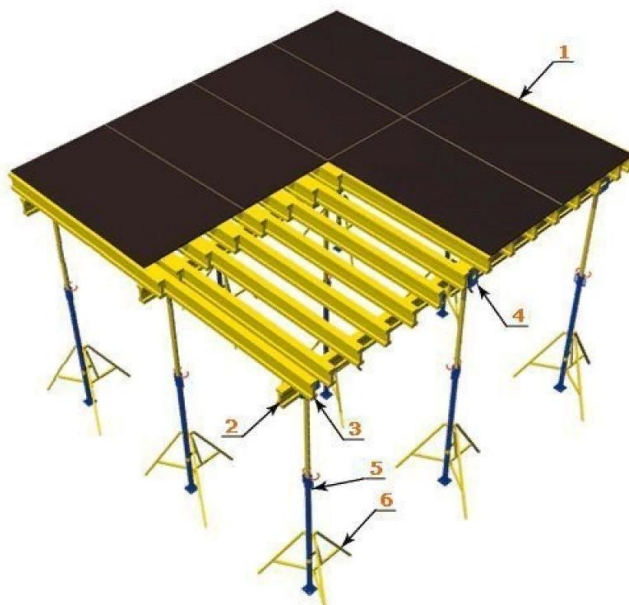


Рис. 16.Схема расстановки опалубочной системы:

- 1 – палуба (фанера ламинированная, толщиной 18 или 21мм);
- 2 – продольная несущая балка; 3 – поперечная распределительная балка;
- 4 – вилка универсальная; 5 – стойка опорная телескопическая; 6 – тренога.

Сборку опалубки монолитного перекрытия необходимо выполнять в соответствии с рабочими чертежами и проектом опалубки в следующей технологической последовательности:

- разметка на плите перекрытия этажа мест установки стоек;
- установка инвентарных стоек опалубки;
- укладка несущих балок на инвентарные стойки;
- укладка распределительных балок по верху несущих;
- укладка листов фанеры (палубы) по распределительным балкам;
- сборка опалубки балок перекрытия и примыканий к железобетонным колоннам;
- установка по периметру торцевой (бортовой) опалубки;
- прием готовой опалубки плиты перекрытия мастером (прорабом) и предъявление ее техническому надзору заказчика;
- оформление, в установленном порядке, **акта и исполнительной схемы освидетельствования скрытых работ (привести пример схемы).**

В проекте требуется указать способы контроля наиболее ответственных точек для проверки горизонтальности, вертикальности и соосности возводимых конструкций в соответствии с проектом, при выполнении всех операций. **Дать пример фрагмента общей исполнительной схемы плиты перекрытия (или покрытия) до и после бетонирования.**

После установки опалубки, к арматуре, выходящей из монолитных стен, вяжется армокаркас плиты перекрытия, и заливается бетоном. После заливки, бетонная смесь равномерно распределяется, а затем нивелируется. Такая исполнительная схема, при условии соблюдения строительных норм и допустимых отклонений от них, является основанием для выдачи разрешения на дальнейшее производство строительных работ на исходном монтажном горизонте.

3.2.2 Надземная часть здания.

Современный уровень развития капитального строительства требует построения локальной геодезической разбивочной основы для производства строительно-монтажных работ при возведении высотных монолитных зданий. Ее создают в виде внешней основы, расположенной вне возводимого объекта, и внутренней, размещаемой внутри здания. Внешнюю геодезическую основу закрепляют осевыми знаками на земной поверхности. Внутренняя геодезическая основа создается от пунктов внешней геодезической основы на исходном горизонте здания или сооружения. Служит она для монтажа опалубки и конструкций надземной части здания, а также технологического оборудования внутри его. Так как схема основы повторяет геометрическую схему расположения осей здания, ее называют осевой геодезической основой.

Возведение крупных зданий позволяет при проектировании и построении локальной сети совмещать ее стороны с основными и промежуточными осями зданий или располагать параллельно им, облегчая последующие геодезические построения при возведении зданий. В таком случае точность положения пунктов

локальной осевой основы будет обуславливаться требуемой точностью положения разбивочных осей. [1,2,3].

Наиболее надёжным и простым видом внешней основы является осевая геодезическая основа, пункты которой располагают на выходах основных и промежуточных разбивочных осей здания или сооружения. Внешняя локальная геодезическая разбивочная основа должна фиксировать оси здания или сооружения с точностью, требуемой для выполнения строительных работ на нулевом цикле, устройства технологических и прочих коммуникаций между зданиями и сооружениями, передачи разбивочных осей наклонным проектированием, а также для предварительного построения пунктов внутренней геодезической основы на конструкциях исходного горизонта зданий.

Класс точности локальной разбивочной основы, методы достижения расчетной точности, количество знаков, их конструкция и расположение в районе строительства здания должны быть указаны в проекте производства геодезических работ (ППГР).

На основании разбивочного чертежа, плана подвала, первого и типового этажей здания составляют схему закрепления осей с учетом обеспечения максимального удобства выполнения геодезических работ, возможности постоянного контроля и восстановления утраченных осей, незыблемости знаков закрепления на натуральных элементах этой схемы.

В составе данного раздела курсового проекта должны быть представлены необходимые исполнительные схемы для подготовки и контроля выполняемых строительных работ на типовом этаже (то есть со 2 по 16 этажи). Такие схемы выполняются на следующие виды работ.

1. Установка арматурных каркасов колонн этажа (соосность в опорной части и вертикальность арматуры).

2. Установка щитов опалубки колонн (соосность и вертикальность).

3. Вертикальность колонн после снятия опалубки (соосность концевой - верхней части колонны, параллельность боковых граней колонны осям).

4. Горизонтальность щитов опалубки перекрытия последующего этажа, устанавливаемых на несущие инвентарные стойки и балки между колоннами по плану бетонирования части этажа (захватки). При этом проверяются отметки у колонн и в центре пролётов, для гарантии отсутствия провисания щитов в пролётах.

5. Горизонтальность верхнего слоя арматурной сетки и обеспечения защитного слоя бетона - 30 мм ниже уровня бетона верхней грани перекрытия.

6. Контроль уровня заливки бетонной смеси перекрытия (с исполнительной схемой по окончании её твердения). При этом, выполняют съёмку верхней и нижней граней бетона перекрытия).

7. Контроль завершается проверкой вертикальности (соосности) всего каркаса здания (поэтажно и единым промером с 1 по 16 этаж) угловых колонн.

Высотной разбивочной основой при возведении зданий и сооружений должны служить реперы нивелирного хода, прокладываемого вблизи

строящегося здания. Класс точности опорной нивелирной сети должен быть не ниже класса точности высотного обоснования, запроектированного для данного здания.

При построении высотной основы, отметки на строительные реперы передают от реперов опорной нивелирной сети, между которыми прокладывают нивелирный ход.

Относительная отметка 0,00 «чистого пола» первого этажа здания должна соответствовать абсолютной отметке, указанной в чертежах проекта здания при его высотной привязке. Построение высотной основы для строительства здания начинают с составления рабочей схемы, на которой указывают отметки исходных реперов, количество строительных реперов высотной основы, направления нивелирных ходов.

Для зданий повышенной этажности (12—14 этажей) и сильно развитых в плане в зависимости от их конструктивных особенностей рабочее высотное обоснование строят по программе III класса государственного нивелирования.

При создании геодезической рабочей высотной основы необходимо применять такие типы нивелиров, технические данные которых должны соответствовать требованиям данного класса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное индустриальное строительство требует надежного геодезического обеспечения. Многоэтажные сборные и монолитные здания характеризуются повышенными требованиями к точности возведения конструкций. Несоблюдение установленных допусков отклонений и накопление погрешностей затрудняют производство работ, могут привести к снижению несущей способности и устойчивости отдельных элементов и здания в целом.

Основой точности возведения здания является комплекс геодезических разбивочных работ, часть из которых относится к работам подготовительного периода, а часть — осуществляется непосредственно во время возведения каркасов здания.

В процессе работы была:

- изучена методика определения черных, планировочных, красных и рабочих отметок;
 - построена картограмма земляных масс;
 - выбран комплект машин для земляных работ, а также расписана последовательность их применения;
 - разработана методика геодезического контроля всех этапов и операций земляных работ при вертикальной планировке площадки;
 - был рассмотрен проект многоэтажного монолитного жилого здания.
- Разработан геодезический контроль при возведении каркаса данного здания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 126.13330.2012.Геодезические работы в строительстве.
2. Тихонюк Н.К., Шинкевич В.А. Геодезическое обеспечение строительства.-СПб., 2014. -238с.
3. Нестерёнок М.С. Геодезическое обеспечение строительства.-Минск: БНТУ, 2007. -106с.
4. ЕНиР "Земляные работы" М.: Стройиздат: 1989г. 224с
5. ЕНиР. Механизированные и ручные земляные работы. Сб.2, вып.1 – М.:Стройиздат, 1984.
6. ЕНиР. "Устройство монолитных конструкций". Сб.4, вып.1 – М.:Стройиздат, 1980
7. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие для строит. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1989.
8. Афанасьев А.А “Технология строительного производства” (учебник для ВУЗов) М,: Стройиздат: 1994. - 559с.
9. Методические указания по устройству подземной части зданий / Сост. С.В.Максимов. –Ульяновск, 1995.
10. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. - М.: Стройиздат, 1985. Методические указания для курсового и дипломного проектирования.
11. Расчет технологических параметров и выбор комплекта машин для вертикальной планировки площадки : Методические указания и контрольные задания для студентов всех форм обучения, специальностей и направлений / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т; Сост.: А. Н. Василенко, А. Н. Ткаченко, А. А. Арзуманов [и др.]. - Воронеж, 2015. – 44 с.
12. Дикман А.Г. «Организация и планирование строительного производства». Учебник для ВУЗов , М. ,Стройиздат ,1988г

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

*к выполнению практических и курсовых работ
для студентов, обучающихся по направлениям подготовки:
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
(профиль: Геодезическое обеспечение геоинформационных систем)
всех форм обучения*

Составители:

Трухин Юрий Геннадиевич