

**Б.А. Попов, М.Б. Реджепов,
Ю.С. Нетребина, Я.В. Вобликова**

Геодезия в строительстве

Учебное пособие



Центрально-Чернозёмное
книжное издательство

УДК 528.4(075.8)
ББК 38.115я73
П 58

Рецензенты:

Есенников О.В., к.т.н., ведущий инженер проектно-изыскательской группы №5
ООО НПО «Гидротехпроект»;
Харитонова Т.Б., к.т.н., доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства
и геодезии ВГТУ

Попов Б.А.

П 58 Геодезия в строительстве: учебное пособие / Б.А. Попов, М.Б. Реджепов, Ю.С. Нетребина, Я.В. Вобликова. – Воронеж: Центрально-Чернозёмное Книжное Издательство, 2021. – 152 с.

ISBN 978-5-7458-1324-5

Рассматриваются организация геодезических работ в строительстве. Более подробно рассмотрены вопросы создания геодезической разбивочной основы, вынос проекта в натуру инженерных коммуникации, земляные работы в строительстве. В пособии также изложены основные этапы геодезических работ: при нулевом цикле строительства, подготовка к монтажным работам, при возведении надземной части сооружений, при строительстве мостов и наблюдения за деформациями зданий и сооружений.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по подготовке по направлениям 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» (профиль «Городской кадастр»), 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль «Геодезия») очной и заочной форм обучения.

Ил. 151. Табл. 10. Библиогр.: 11 назв.

Текст приводится в авторской редакции

УДК 528.4(075.8)
ББК 38.115я73

*Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета*

ISBN 978-5-7458-1324-5

© Б.А. Попов, М.Б. Реджепов,
Ю.С. Нетребина, Я.В. Вобликова, 2021

© ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет», 2021

Оглавление

Введение	7
ГЛАВА 1 ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	8
1.1 Содержание геодезических работ в строительстве, способы и методы их проведения.....	8
1.2 Проектная документация для выполнения геодезических работ.....	11
1.3 Геодезические приборы и оборудование в строительном производстве.....	14
1.3.1 Электронные тахеометры.....	15
1.3.2 Цифровые (электронные) нивелиры.....	16
1.3.3 Лазерные нивелиры.....	17
1.3.4 GPS приемники.....	18
1.3.5 Лазерные дальномеры.....	19
ГЛАВА 2 СОЗДАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗБИВОЧНОЙ ОСНОВЫ.....	20
2.1 Геодезическая разбивочная основа.....	20
2.1.1 Проектирование и вынос на местность (разбивка) строительной сетки.....	21
2.1.2 Вынос на местность красных линий от осей проезда.....	28
ГЛАВА 3. ВЫНОС ПРОЕКТА В НАТУРУ.....	28
3.1 Теоретические основы выноса проекта сооружения в натуру.....	28
3.2 Точность детальной разбивки.....	29
3.3. Элементы разбивочных работ.....	30
3.3.1 Вынос в натуру проектного угла.....	30
3.3.2 Вынос в натуру проектной линии.....	32
3.3.3 Вынос в натуру проектной отметки.....	33
3.3.4 Вынос в натуру линии с заданным уклоном.....	34
3.3.5 Вынос линии проектного уклона с помощью нивелира.....	34
3.3.6 Вынос линии проектного уклона с помощью теодолита.....	35
3.4 Способы разбивочных работ.....	35
3.5 Технология разбивочных работ.....	38
3.6 Закрепление осей.....	39
ГЛАВА 4. ВЫНОС В НАТУРУ ПРОЕКТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ.....	42
4.1 Общие принципы выноса в натуру инженерных коммуникаций.....	42
4.2 Технология выноса проекта трассы в натуру.....	43
4.3 Геодезические работы при бестраншейной прокладке трубопровода.....	48
4.4 Прокладка трубопроводов через водные препятствия.....	50
4.5 Разбивка надземных коммуникаций.....	51
4.6 Укладка труб в траншеи.....	51
4.7 Монтаж инженерных сооружений.....	54

4.8. Исполнительные съемки инженерных систем и сооружений.....	56
4.9 Поиск скрытых подземных коммуникаций.....	60
ГЛАВА 5 ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	63
5.1 Виды земляных сооружений.....	63
5.2 Составление проекта вертикальной планировки и расчет объемов земляных работ.....	63
ГЛАВА 6 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ НУЛЕВОМ ЦИКЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	74
6.1 Расчет границ откосов котлована.....	75
6.2 Передача отметки на дно котлована.....	76
6.3 Исполнительная съемка котлована.....	79
6.4 Перенос осей на дно котлована.....	80
6.5 Высотное обеспечение детальной разбивки котлована.....	82
6.6 Геодезические работы при возведении фундаментов.....	82
6.6.1 Монтаж и исполнительная съемка ленточных сборных фундаментов.....	83
6.6.2 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка свайных фундаментов.....	85
6.6.3 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка монолитных фундаментов.....	86
6.6.4 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка монолитного ростверка.....	88
6.6.5 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка ж/б фундаментов под колонны.....	89
6.6.6 Исполнительная съемка колонн.....	91
6.6.7 Устройство фундаментов под оборудование.....	94
ГЛАВА 7. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К МОНТАЖНЫМ РАБОТАМ.....	95
ГЛАВА 8. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ СООРУЖЕНИЯ.....	98
8.1 Перенос осей и отметок на монтажный горизонт.....	98
8.2 Геодезические работы при монтаже панелей перекрытия и лестничных клеток.....	105
8.3 Геодезические работы при возведении зданий в скользящей опалубке.....	112
8.4 Геодезические работы при монтаже подкрановых путей.....	115
ГЛАВА 9. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ.....	119
9.1 Задачи геодезических работ при строительстве мостов.....	119
9.2 Общие сведения о разбивочных сетях мостов.....	119
9.3 Разбивка осей опор моста.....	122
9.4 Геодезические работы при монтаже пролетного строения.....	125

ГЛАВА 10 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	126
10.1 Виды деформации и их причины.....	126
10.2 Классификация методов измерения деформаций сооружений.....	127
10.2.1 Осадка зданий и сооружений.....	127
10.2.2 Периодичность и частота измерения осадок.....	129
10.2.3 Методы измерения вертикальных смещений сооружений.....	129
Библиографический список	152

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время геодезические работы стали важнейшей и неотъемлемой частью современного строительного производства. Без строительной геодезии уже невозможно возведение ни одного серьезного промышленного или гражданского объекта. В связи с этим, во всем мире значительно ужесточились требования к качеству всех геодезических работ, проводимых на строительной площадке.

Геодезические работы для строительства начинаются в период изысканий (изучение местности, выбор оптимального места для строительства), продолжают на стадии проектирования, сопровождают весь ход строительства, а на ответственных объектах не заканчиваются и после сдачи объекта в эксплуатацию. На каждом из этих этапов геодезия является важнейшим элементом работ.

Геодезическое сопровождение строительства - это комплекс измерений, вычислений и геометрических построений на местности, обеспечивающих точное размещение зданий и сооружений, а так же их возведение в соответствии с геометрическими параметрами проекта и требованиями действующих нормативных документов. Очевидно, что некачественная работа геодезиста на строительном объекте может стать причиной нарушений строительно-монтажных работ и их дорогостоящих переделок.

При этом необходимо учитывать, что геодезические измерения на строительной площадке выполняются в разнообразных физико-географических условиях, что оказывает влияние на точность и качество измерений. Поэтому от правильной организации и выполнения геодезических работ зависят устойчивость и надежность возводимых объектов, технико-экономические и качественные показатели строительства.

Специфика современного строительства, как в России, так и за рубежом, многообразии решаемых геодезистами задач на всех этапах строительства способствовали появлению строительной геодезии как нового, самостоятельного раздела инженерной геодезии.

Целью учебного пособия является систематизация и обобщение современных методов геодезических работ на всех этапах строительно-монтажного производства.

Пособие поможет студентам в приобретении знаний, умений и навыков, позволяющих им самостоятельно выполнять комплекс инженерно-геодезических работ, связанных с изысканиями, проектированием и строительством зданий и инженерных сооружений.

ГЛАВА 1 ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

1.1 Содержание геодезических работ в строительстве, способы и методы их проведения

Основанием для начала строительства объекта служит разрешение, которое выдает администрация области, города или района. В процессе выдачи разрешения решаются вопросы, связанные с расположением дома относительно сторон света и относительно других уже существующих зданий и сооружений, а так же с будущим подключением дома к сетям инженерных коммуникаций и дорогам.

Объем, содержание и точность выполнения геодезических работ на строительной площадке определяются действующими инструкциями и нормативными документами.

Содержание и технологическая последовательность геодезических работ определяются этапами строительства. Они обеспечивает решение следующих основных задач.

В период изысканий – изучение местности и существующих объектов, создание опорных геодезических сетей и съемочного обоснования, топографические съемки местности, обновление планов и карт, трассирование линейных сооружений, привязка геологических выработок и других объектов местности, сбор и анализ геодезических материалов.

В период проектирования – подготовка топографической и информационной основы, формирование цифровой модели местности, горизонтальная, вертикальная и ландшафтно-архитектурная проработка проектов, определение площадей, объемов, составление проекта производства геодезических работ, испытание объектов на моделях и макетах, инженерная подготовка территории

При выносе проекта в натуру – построение разбивочной основы, вынос на местность главных точек, осей и отметок сооружения в соответствии с проектом.

При строительстве зданий и сооружений – обеспечение геометрических форм и размеров строящегося объекта в соответствии с проектом, контроль качества строительства, учет объемов выполненных работ, управление строительными машинами и механизмами, исполнительная съемка объектов и их элементов, выявление отклонений от проекта.

После окончания строительства составляется исполнительный генплан и технический отчет о результатах выполненных геодезических работ.

При эксплуатации сооружений – контроль всех видов деформаций, прогнозирование динамических процессов, в основаниях и фундаментах сооружений, организация постоянного геодезического мониторинга сложных объектов и экологического контроля состояния окружающей среды, специальные обследования территории.

Геодезические работы в строительстве имеют ряд специфических особенностей, что определяет их организацию.

Изыскательские работы часто выполняются в сложных физико-географических условиях, могут носить экспедиционный и сезонный характер.

На удаленных объектах работа может выполняться вахтовым методом. Такие условия работы требуют высокой квалификации исполнителей, предполагают необходимость частых переездов с одного рабочего места на другое.

Чаще всего изыскания проводят по бригадному принципу, при котором каждой бригаде выделяется свой конкретный участок работ. Состав бригады определяют в зависимости от объема работ, категории строящегося объекта, квалификации исполнителей и т. п.

Бригада геодезистов обеспечивается геодезическим оборудованием, включающим электронные тахеометры, цифровые или оптические нивелиры, приборы спутникового позиционирования, приборы вертикального проектирования, ноутбуки со специализированным программным обеспечением.

Перед началом изыскательских работ составляется проект, включающий информацию о физико-географических условиях работы, топографической изученности района, схемы и точность создания геодезических опорных сетей, чертежи геодезических центров, методику и параметры съемки, перечень необходимых приборов и оборудования, смету на выполняемые работы и прочие сведения,

Геодезические работы на строительной площадке сопровождают весь ход строительства и также имеют свои особенности. Эти работы выполняются в любое время года в сложных условиях строительной площадки, при наличии большого числа транспортных и подъемных механизмов, складываемого оборудования и материалов.

Как правило, геодезические работы на строительной площадке начинаются после расчистки территории, освобождения ее от строений, подлежащих сносу, и вертикальной планировке местности, если она предусмотрена проектной документацией. Их осуществляют по единому для данной строительной площадки графику, увязанному со сроками выполнения общестроительных, монтажных и специальных работ

Работы на строительной площадке заключаются в создании плановой и высотной опорной геодезической сети, выносе в натуру осей строящегося объекта и его элементов, их закреплении их на местности, контроле и приемке исполнительной документации подрядных организаций, контроле геометрических параметров строительных конструкций

Каждый этап строительно-монтажных работ заканчивается исполнительной геодезической съемкой, в процессе которой геодезист контролирует соответствие выполненных работ проектным данным и производит поиск возможных ошибок строительства. Составляется исполнительный генеральный план, исполнительные чертежи, профили, разрезы, картограммы, а также технический отчет о результатах, выполненных геодезических работ.

Поскольку работа геодезиста на строительном объекте носит периодический характер, это позволяет одному геодезисту обслуживать сразу несколько строительных объектов.

Геодезические работы при строительстве промышленных объектов и жилых зданий выше 12 этажей выполняют по специально разработанному проекту производства геодезических работ (ППГР).

В процессе строительства объекта ведется геодезический мониторинг состояния строительных конструкций, отдельных деталей и узлов. При этом контролируются все виды деформаций строительных конструкций, грунта и воздействие строящегося объекта на близлежащие здания и сооружения. В случае обнаружения недопустимых величин деформаций принимаются меры по их устранению.

После окончания строительства и сдачи объекта в эксплуатацию геодезический мониторинг деформаций продолжается иногда в течение нескольких лет.

Структура геодезической службы на строительной площадке

Геодезические работы в период изысканий на территории городов и поселений городского типа, проводятся при участии специалистов отдела главного архитектора города. Они выполняют следующие работы: составление планов застройки; выдачу разрешений на геодезические и топографические работы, планирование, приёмку и учет выполненных работ; осуществление регистрации, хранения, архивирования топографических и геодезических материалов; контроль сохранности геодезических знаков, а также отведение участков земли и вынос на местность красных линий застройки.

В период строительства все геодезические работы проводят геодезические службы при крупных строительных объединениях и главках.

Задачей геодезической службы строительных организаций – является комплекс работ по созданию точного геометрического соответствия проекту строящихся зданий, сооружений и их элементов.

В состав работ, выполняемых геодезической службы входят: сдача и приемка от заказчика топографической и геодезической документации; контроль и закрепление главных осей, опорных сетей и строительной сетки; контроль геометрических размеров, высотных отметок и координат; развитие опорных геодезических сетей; геодезический контроль строительного-монтажных работ на всех этапах строительства; контроль деформаций зданий и сооружений.

Геодезическая служба строительной компании, как правило, состоит из главного геодезиста и нескольких исполнителей геодезических работ, которые подчиняется главному инженеру строительства. Крупные строительные компании часто создают собственные геодезические группы, состоящие из нескольких человек, подчиняющихся главному геодезисту.

В основные обязанности главного геодезиста входят: контроль работы геодезической службы; разработка способов и методов работы; обеспечение руководства геодезической и топографической информацией; участие в комиссиях, расследующих причины аварий на стройке, по любым, относящимся к его компетенции вопросам.

В обязанности геодезистов-исполнителей входят: непосредственное выполнение полевых геодезических работ на строительной площадке, обработка ре-

зультатов измерений; контроль замерных работ, выполненных линейным техническим персоналом; ведение журналов геодезического контроля.

Кроме перечисленных обязанностей, геодезистам часто приходится решать вопросы с представителями различных инстанций, арендаторами земель, архитекторами, проектировщиками, представителями органов власти, поставщиками коммунальных услуг и пр.

1.2 Проектная документация для выполнения геодезических работ

Строительство зданий и сооружений осуществляется по проектам. Основным проектным документом, отражающим принципы организации будущего строительства, является генеральный план (генплан) застройки. **Генеральный план (генплан, ГП)** — проектный документ, на основании которого осуществляется планировка, застройка, реконструкция и иные виды градостроительного освоения территорий.

На генплане показывают взаимное расположение зданий, сооружений, инженерных сетей, объекты благоустройства и озеленения (рис.1.1).

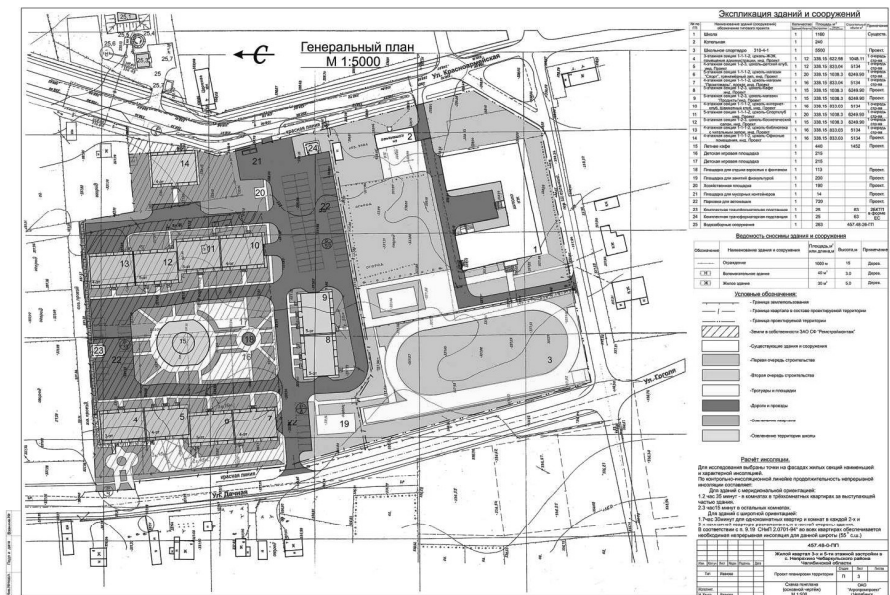


Рис. 1.1. Генеральный план жилого комплекса

Кроме генплана, для выноса проекта на местность, для выполнения работ по вертикальной планировке и благоустройству территории застройки используются разбивочные чертежи. **Разбивочный чертёж** – это чертёж, показывающий расположение проектируемых сооружений или зданий с привязкой их к строительной

координатной сетке, базисной линии или к существующим сооружениям (рис. 1.2).

Разбивочный чертеж составляется на основе генплана с учетом размещения пунктов геодезической основы на строительной площадке и содержит величины горизонтальных углов и расстояний, необходимые для перенесения на местность той или иной точки, линии, плоскости.

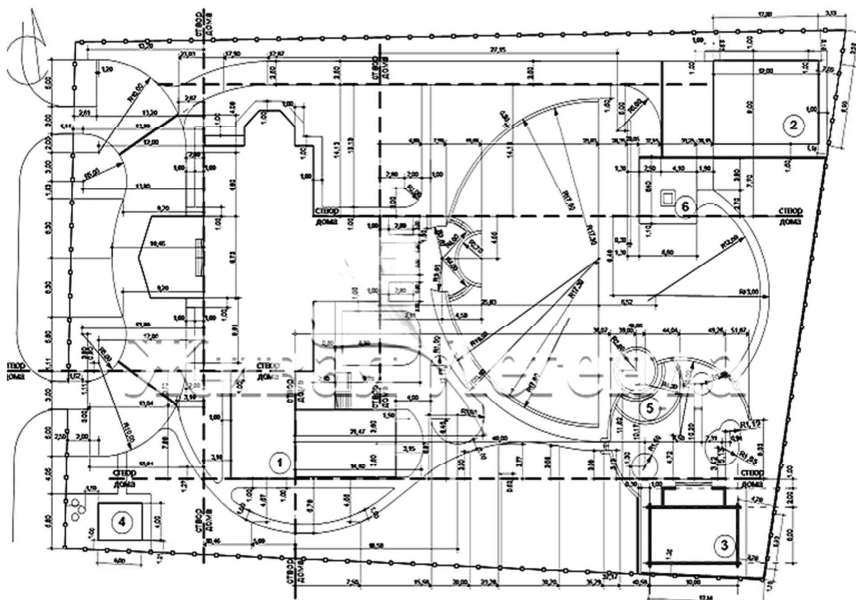


Рис. 1.2. Разбивочный чертеж элементов благоустройства

Для осуществления детальной разбивки зданий, сооружений, а также для решения других вопросов, связанных с выполнением геодезических работ на строительной площадке, используются рабочие чертежи. Они представляют собой крупномасштабные разрезы зданий, сооружений (рис. 1.3).

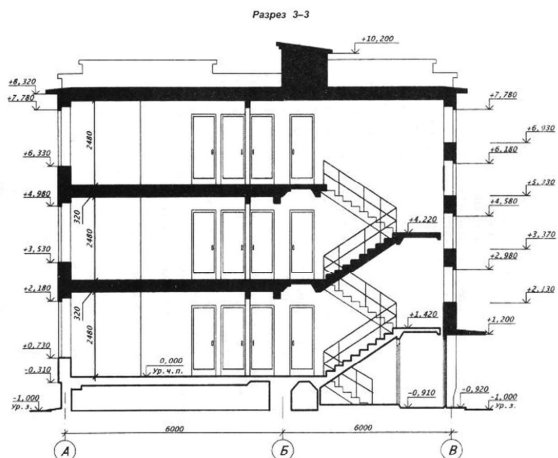


Рис. 1.3. Вертикальный разрез здания

На чертежах разрезов наносят:

- координационные оси;
- расстояние между осями и привязку наружных стен к крайним координационным осям;
- вертикальные цепочки размеров, включающие толщину перекрытий и высот оконных проемов и помещений;
- горизонтальные цепочки размеров;
- отметки уровня чистого пола помещений и низа настилов перекрытий, наружных элементов стен, земли;
- состав перекрытий и покрытий с указанием названий, составляющих их конструкций и материалов.

К основным рабочим чертежам, используемым при геодезических работах, также относятся: заглавный лист проекта, план разбивки осей, план фундаментов, площадок под оборудование, вертикальные разрезы, чертежи на монтажные работы и технологическое оборудование.

Наряду с основной характеристикой архитектурно-планировочного решения, в заглавном листе проекта содержатся данные по плано-высотной геодезической привязке объекта, указана условная нулевая отметка (уровень пола 1-го этажа).

На плане разбивки осей показаны главные и основные оси, характеризующие габариты строящегося объекта, указаны координаты пересечения осей, углов поворота дорог, опор линий электропередачи, колодцев подземных коммуникаций.

На плане фундаментов представлены все разбивочные оси с привязками к ним отдельных частей фундамента, его габариты и отметки верхнего обреза, глубина заложения в грунте, расстояние между осями (рис. 1.4).

К проектной документации, кроме перечисленных выше материалов, относится ряд других документов. Например, чертежи по выносу в натуру проекта вертикальной планировки (картограмма земляные масс и т.п.). При строительстве крупных и сложных объектов, а также многоэтажных крупнопанельных зданий обязательно наличие проекта производства геодезических работ (ППГР).

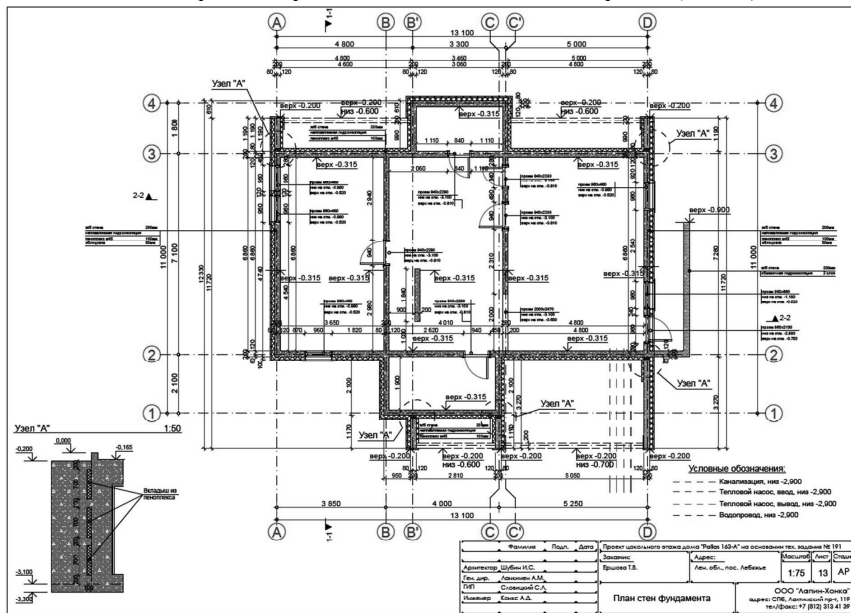


Рис. 1.4. План фундаментов

1.3 Геодезические приборы и оборудование в строительном производстве

В настоящее время в строительном производстве используются как традиционные оптические приборы (теодолиты, нивелиры), так и современные электронные средства измерений (электронные тахеометры, цифровые нивелиры, лазерные рулетки).

Традиционные методы измерений более трудоемки по сравнению с современными, они занимают больше времени, требуют камеральной обработки результатов измерений. Их большим недостатком является то, что для работы с оптическими приборами требуется помощник, так как снятие показаний в одиночку чаще всего бывает невозможно.

Современные методы измерений с помощью электронных приборов являются универсальными. Они позволяют быстро формировать и контролировать любую (самую сложную) геометрию объекта.

К современным геодезическим приборам можно отнести: электронные тахеометры, цифровые нивелиры, лазерные рулетки, лазерные построители горизонтальной и вертикальной плоскости и прочее оборудование. Их использование возможно на всех этапах строительства, при выполнении любых видов геодезических работ: при выносе (разбивке), контроле (съемке) плановых и высотных координат.

1.3.1 Электронные тахеометры

Электронный тахеометр представляет собой объединение теодолита, светодальномера и микропроцессора или микрокомпьютера в единую модульную конструкцию, имеющих единое программное обеспечение (рис. 1.5)

Принцип работы тахеометра основан на отражении узконаправленного лазерного пучка от отражающей цели и измерении расстояния до нее. Отражателем в общем случае служит специальная призма, закрепленная на поверхности объекта. Современные электронные тахеометры одновременно могут измерять горизонтальные и вертикальные углы, расстояния и превышения. Измерение двух углов (вертикального и горизонтального) даёт возможность вычислить трехмерные пространственные координаты точки отражения.

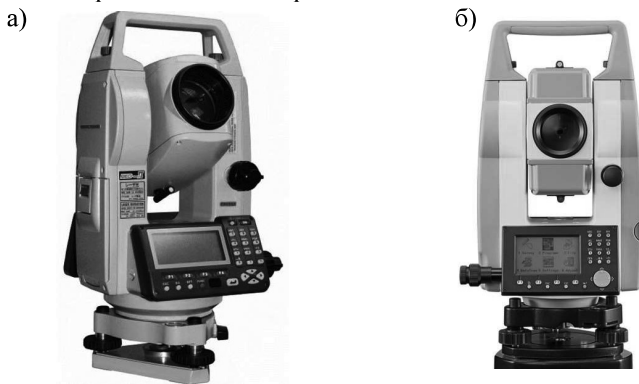


Рис. 1.5 Электронные тахеометры:

а) электронный тахеометр Sokkia SET 530 RK3;

б) тахеометр безотражательный GEOMAX ZTS607S.

С появлением безотражательных тахеометров стало возможно проводить измерения без отражателя. Достаточно просто навести прибор на нужную точку. При этом луч прибора отразится от любой ровной поверхности.

Современные электронные тахеометры позволяют создавать полностью автоматизированную систему, звеньями которой являются: электронный тахеометр, стационарный компьютер и графопостроитель.

Эти приборы оснащены специально разработанным программным обеспечением, которое позволяет существенно упростить и повысить качество работ на стройплощадке.

Наличие безотражательной технологии дает возможность выполнить измерения одним исполнителем. Большинство приборов рассчитано для работы в сложных полевых условиях, некоторые вычисления можно сделать непосредственно на стройплощадке. А если использовать модель роботизированного тахеометра, то производительность комплекса повышается до 80%, в отличие от функционирования обычных тахеометров.

1.3.2 Цифровые (электронные) нивелиры

В настоящее время наибольшая степень автоматизации геометрического нивелирования достигается при использовании цифровых электронных нивелиров.

Электронные нивелиры - это современные многофункциональные геодезические приборы, совмещающие функции высокоточного оптического нивелира, электронного запоминающего устройства и встроенного программного обеспечения для обработки полученных измерений (рис. 1.6).

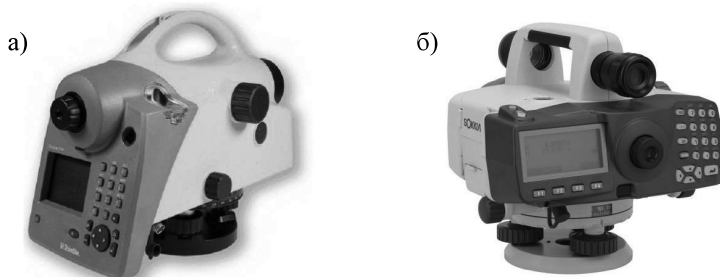


Рис. 1.6. Цифровые нивелиры:

а) цифровой нивелир Trimble DiNi;

б) цифровой нивелир SOKKIA SDL 1X

Электронный цифровой нивелир прост в использовании и не требует особых навыков и дополнительного обучения. Основная отличительная особенность электронных нивелиров - это встроенное электронное устройство для снятия отсчета по специальной рейке с высокой точностью. Применение электронных нивелиров позволяет исключить личные ошибки исполнителя и ускорить процесс измерений. Достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку. Прибор выполнит измерение, отобразит на экране полученное значение и расстояние до рейки. Цифровые технологии позволяют значительно расширить возможности нивелиров и области их применения.

Характерными чертами электронных нивелиров является: быстрые измерения, исключение ошибки считывания и записи, контроль стабильность визирной оси, автоматическое вычисление высот и превышений

В отличие от традиционных оптических нивелиров, при работе с цифровым нивелиром отсчет производится автоматически и вносится в память прибора. С помощью цифрового нивелира можно автоматически осуществлять отсчеты по нивелирной рейке, определять расстояния до нее и вычислять превышения между нивелируемыми точками. Внутренняя память рассчитана на хранение нескольких тысяч измеренных точек. Возможности цифровых нивелиров обеспечивают увеличение производительности на 50 % по сравнению с традиционными оптико-механическими приборами. Все цифровые нивелиры имеют компенсаторы.

1.3.3 Лазерные нивелиры

Лазерные нивелиры, или иначе построители плоскостей, представляют собой приборы, способные преобразовывать лазерные лучи в лазерные плоскости. Это свойство позволяет получать видимые линии красного (реже – зеленого) цвета, проецируемые на различные поверхности (рис. 1.7). По аналогичному принципу работает и ротационный нивелир, но этот прибор образует плоскости за счет вращающегося луча. Все современные приборы этого класса обладают функцией самовыравнивания, то есть плоскости идеально выровнены по вертикали и горизонтали. Простота использования и возможность работы с нивелиром без помощников делает этот прибор незаменимым при внутренней отделке помещений. Для автоматического снятия отчета по специальной рейке со штрих-кодом используются цифровые нивелиры, позволяющие, к тому же, запоминать, анализировать и обрабатывать данные за счет электронной памяти и программного обеспечения. В качестве приемного устройства в них использована матрица, с помощью которой распознается кодовая маска на нивелирной рейке.



Рис. 1.7. Лазерные нивелиры:
а) лазерный нивелир Skil 0500 AB;
б) ротационный лазерный нивелир CONDROL

1.3.4 GPS приемники

Геодезические GPS системы позволяют в кратчайшие сроки, с минимальными усилиями и с высокой степенью надежности получать координаты объектов. Работать с этими приборами можно в любое время суток независимо от климатических условий. Принимая и обрабатывая сигналы со спутников, находящихся на околоземной орбите, GPS системы определяют координаты с точностью от метра до нескольких миллиметров. Геодезическое GPS оборудование (рис. 1.8) применяется при развитии высокоточных геодезических сетей и планово-высотных съемочных сетей, для крупномасштабной съемки на открытой местности и наблюдений за деформациями поверхности земной коры. Внедрение в практику геодезических GPS систем существенно облегчило работу по выносу в натуру линейных и площадных объектов. Важным преимуществом данных приборов является тот факт, что в процессе работы с ними не нужна прямая видимость между базовой и подвижной станцией. Данные приборы можно использовать: для выноса плановых координат на текущий монтажный горизонт (в режиме статика); для разбивки и съемки плановых координат свайного поля (в режиме реального времени RTK).

GPS оборудование позволяет быстро и легко определить координаты местоположения с высокой точностью, измерить расстояние и произвести разбивку. Благодаря своей расширенной функциональности и техническим возможностям геодезические GPS системы часто способны заменить собой несколько измерительных приборов.

а)



б)



Рис. 1.8. Геодезические GPS системы:

- а) высокоточная интегрированная двухчастотная ГЛОНАСС/GPS система;
- б) геодезическая спутниковая система GPS South H68.

Основным источником погрешности в системе GPS до недавнего времени было присутствие режима "ограниченного доступа". В этом режиме в сигналы спутников Министерством обороны США априорно вводилась погрешность, поз-

воляющая определять местоположение с точностью 30-100 м, хотя точность GPS-систем может добиваться нескольких миллиметров. С 1 мая 2000 года порядок "ограниченного доступа" был отключён. Теперь каждый пользователь в любой точке Земли может пользоваться этой системой. Другими источниками погрешности являются неудачная геометрия взаимного расположения спутников, многолучевое распространение радиосигналов (влияние переотражённых радиоволн на приёмник), ионосферные и атмосферные задержки сигналов и др.

Геодезические GPS-системы являются довольно сложными устройствами, но они позволяют достигать точности привязки объекта до долей сантиметра, соответственно, цена таких систем высока и может достигать десятки тысяч долларов.

1.3.5 Лазерные дальномеры

Принцип действия *лазерных дальномеров* (рис. 1.9) основан на измерении времени прохождения лазерного луча от излучателя до объекта измерения и обратно. Расстояние определяется с высокой точностью – погрешность измерений измеряется миллиметрами. В отличие от строительных рулеток, используя лазерный дальномер, пользователь может производить измерения в одиночку. При работе с лазерными дальномерами скорость и точность определения расстояний увеличивается в несколько раз.

Плюсами лазерных приборов являются наглядность и расширенные функции, несложность в эксплуатации и возможность работать с прибором одному человеку, что позволяет сэкономить время и повысить производительность. Лазерные рулетки, позволяют не только измерять расстояние от наблюдателя до объекта, но и вычислять площади и объёмы.

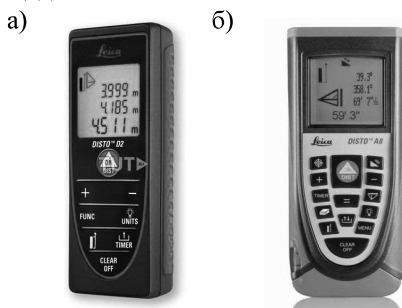


Рис. 1.9. Лазерные дальномеры:

- а) лазерный дальномер-рулетка Leica Disto D2;
- б) лазерный дальномер-рулетка Leica DISTO A8.

К минусам, сдерживающим использование лазерных дальномеров в строительстве, относится невозможность с их помощью откладывать заданные расстояния.

Сравнивая современные и традиционные технологии, можно сделать вывод о целесообразности их совместного использования. Современные геодезические технологии позволяют значительно уменьшить трудоемкость процесса разбивки и съемки, повысить качество и производительность работ. Однако серьезным недостатком современных электронных приборов является их высокая стоимость, что пока ограничивает их использование на строительной площадке. Хотя, если речь идет о строительстве крупных объектов, данные приборы могут быстро окупиться. При строительстве небольших объектов традиционные оптико-механические приборы, как правило, полностью обеспечивают нужды строителей. В связи с этим наиболее целесообразным является совместное использование традиционных и современных технологий в зависимости от величины строящегося объекта, его сложности, реальных условий строительства и стоящих перед строителями задач.

ГЛАВА 2. СОЗДАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗБИВОЧНОЙ ОСНОВЫ

2.1 Геодезическая разбивочная основа

На стадии подготовки площадки к строительству, прежде всего, создается *геодезическая разбивочная основа*. Она представляет собой сеть геодезических пунктов, положение которых определяется прямоугольными координатами X , Y и отметкой H . Разбивочная основа создается в целях обеспечения необходимыми исходными данными геодезических построений и измерений, выполняемых на всех этапах строительства.

Геодезическую разбивочную основу чаще всего создают в виде: строительной сетки, красных линий или центральной системы (рис. 2.1).

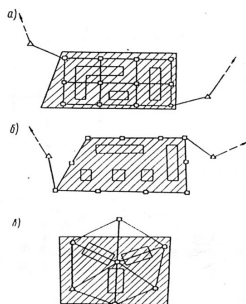


Рис. 2.1. Схемы разбивочной сети строительной площадки в виде: *a* — строительной сетки; *б* — красных линий; *в* — центральной системы

2.1.1 Проектирование и вынос на местность (разбивка) строительной сетки

Строительная сетка – это увеличенная до натуральных размеров координатная сетка генерального плана, закреплённая в проектное положение на местности прочными геодезическими знаками. Она служит основой для разбивочных работ, монтажа технологического оборудования и производства исполнительных съёмок.

Строительную сетку, как правило, проектируют на генеральном плане, реже на топографическом плане местности.

При проектировании строительной сетки должны быть обеспечены следующие условия:

- максимальные удобства для выполнения разбивочных работ;
- основные возводимые здания и сооружения должны быть расположены внутри фигур сетки;
- линии сетки параллельны основным осям возводимых зданий и расположены по возможности ближе к ним;
- обеспечены непосредственные линейные измерения по всем сторонам сетки;
- пункты сетки расположены в местах, удобных для угловых измерений с видимостью на смежные пункты, а также в местах, обеспечивающих их сохранность и устойчивость.

Строительную сетку, как правило, проектируют в виде квадратов или прямоугольников (рис. 2.2).

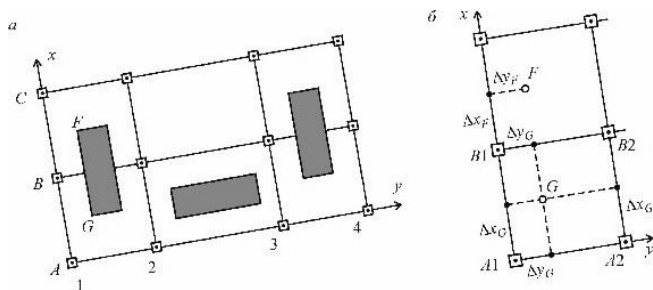


Рис. 2.2. Строительная сетка:

а – схема; б – вынос на местность точек способами прямоугольных координат и створов

Вначале сетку вычерчивают на кальке в масштабе генплана. После этого, наложив кальку на генплан, сохраняя параллельность сторон сетки и основных осей сооружений, смещают ее так, чтобы в зону земляных работ попало минимальное число пунктов сетки. После утверждения проекта сетки, ее переносят на генплан.

Поскольку при этом какая-то часть пунктов может попасть на здания, сооружения или в зону земляных работ, их сразу отмечают, чтобы не закреплять постоянными знаками при построении сетки на местности.

Если же строительная сетка создается для расширения или реконструкции существующего предприятия, ее проект должен быть увязан с уже существующей строительной сеткой или заменяющим ее планово-высотным обоснованием. Если старые пункты не сохранились, сетку увязывают с основными осями построенных сооружений.

Одному из углов сетки присваивают начальные координаты с таким расчетом, чтобы в пределах строительной площадки не иметь отрицательных значений координат. При возможности, желательно совмещать начальный пункт с имеющимся на площадке пунктом триангуляции или полигонометрии, что облегчит в дальнейшем переход от системы координат строительной сетки к общегосударственной или местной.

При отсутствии пунктов планового обоснования графически определяют линейные элементы для выноса исходных направлений от четких местных контуров. В этом случае контроль особенно важен.

Пунктам строительной сетки присваивают порядковые номера. При этом обозначение каждого пункта складывается из букв А и В с индексами, причем индекс при букве А показывает число сотен метров по оси абсцисс, а при букве В - по оси ординат (рис.2.3).

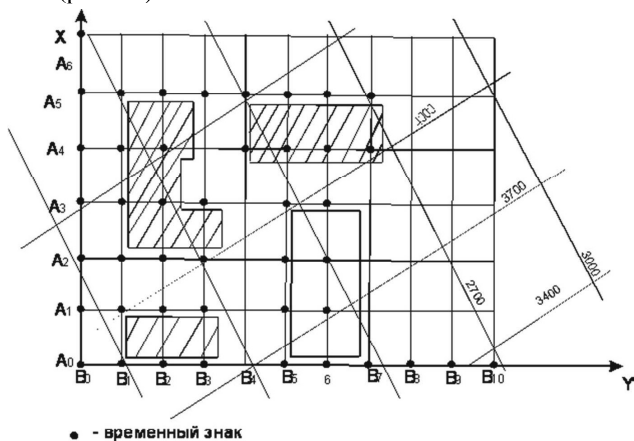


Рис. 2.3. Обозначение пунктов строительной сетки

Так, пункт А6 - В8 имеет координаты $x = 600\text{м}$ и $y = 800\text{м}$.

Разбивку строительной сетки начинают с выноса на местность ее исходного направления. Работа выполняется способами перпендикуляров, полярных координат, линейных и угловых засечек. Для контроля выносят не менее трех точек исходного направления. Линейные измерения выполняют с точностью 1:1000 -

1:2000, угловые - 30 - 60". Точки исходного направления закрепляют деревянными или металлическими знаками.

Если координаты точек определялись с плана графически, точность их выноса в натуру может составить 0,2 - 0,3 мм в масштабе плана. В общем случае это не повлечет искажений сетки, так как на эту величину сдвинется весь комплекс проектируемого сооружения. Однако это необходимо учитывать, при сложном рельефе строительной площадки, так как значительный сдвиг всей площадки может привести к изменению первоначального проекта вертикальной планировки. Кроме того, при выносе в натуру строительной сетки расширяющегося или реконструируемого объекта, смещение проектируемой сетки относительно уже существующей части, недопустимо. В этом случае строительную сетку следует разбивать, как продолжение имеющейся сетки. Если знаки старой сетки не сохранились, их следует восстановить.

От вынесенного и закрепленного в натуре исходного направления выполняют разбивку всей строительной сетки. Для этого используют один из двух основных способов: осевой способ или способ редуцирования

При *осевом способе* разбивки строительной сетки на местности в точке А (рис. 2.4) строят две перпендикулярные оси МД и ЕН. По ним в створе линии откладывают отрезки, равные сторонам сетки. В точках М, Н, Е и D строят прямые углы и вдоль полученных направлений разбивают точки сети. По величинам невязок в пунктах F, К, L и Р судят о точности разбивочных работ.

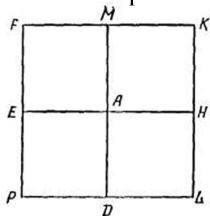


Рис. 2.4. Схема осевого способа разбивки строительной сетки

Временные знаки заменяют постоянными железобетонными и по ним прокладывают полигонометрические ходы, уравнивают их и вычисляют окончательные координаты точек. Между соответствующими пунктами основных полигонов разбивают заполняющие пункты сети, по которым прокладывают полигонометрические ходы второго порядка. Этот метод приемлем, в основном, для небольших по размеру строительных площадок площадью до 10 га.

При *способе редуцирования* от исходного направления намечают положение пунктов строительной сетки с точностью 1:1000 - 1:2000 и закрепляют их временными знаками. Если строительная сетка больших размеров, то координаты угловых и некоторых центральных пунктов определяют методом триангуляции или полигонометрии. Между ними, по периметру строительной сетки, прокладывают полигонометрические ходы первого порядка. По остальным пунктам сетки прокладывают полигонометрические ходы второго порядка. Затем вычисляют точные значения координат временных знаков и сравнивают их с проектными

значениями. Решая обратные геодезические задачи, вычисляют значения редуций, на которые смещают центры пунктов строительной сетки, и закрепляют их постоянными знаками. По закрепленным пунктам выборочно в шахматном порядке выполняют контрольные измерения углов и линий. Расхождения в длинах сторон не должны превышать 10 - 15 мм, а в значениях углов - 10 - 15".

В процессе строительства строительную сетку сгущают, прокладывая дополнительные ходы. Допускается применение метода геодезических засечек или метода геодезических четырехугольников.

Метод редуцирования заключается в смещении приближенной точки в проектное положение.

Основные этапы метода включают:

- предварительную разбивку приближенной точки;
- точное измерение элементов разбивки для приближенной точки;
- сравнение их с проектными величинами и вычисление редуций (отклонений);
- смещение приближенной точки в проектное положение на основании вычисленных величин редуций.

Значение редуций удобно представлять прямоугольными или полярными координатами, и привязывать их к одному из направлений визирования с опорного пункта, которое принимается в качестве условной оси абсцисс. Направление смещения приближенной точки в проектное положение определяется знаком прямоугольных редуций r_x и r_y . По ним вычисляют угловой и линейный элементы общей редуции, привязанные к условной оси абсцисс по формулам (1.1) и (1.2):

$$\alpha = \arctg \frac{r_x}{r_y} \quad (1.1)$$

$$r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} = \frac{r_x}{\cos\alpha_r} = \frac{r_y}{\sin\alpha_r} \quad (1.2)$$

Способ, которым выполняют редуцию зависит от ее величины: при $r > 200$ мм применяется полярный способ с откладыванием угла теодолитом и расстояния - рулеткой. При $r < 200$ мм - способ прямоугольных координат с использованием координатной палетки.

При способе **прямоугольных координат** из прозрачного синтетического материала, изготавливается палетка размером 200x200 или 400x400 мм с сеткой 10x10 мм (рис.2.5).

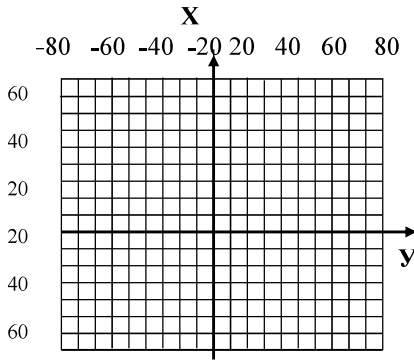


Рис.2.5. Редукционная палетка

Для редуцирования палетка укладывается началом координат в приближенной точке и ориентируется по направлению условной оси абсцисс. Затем, на палетке откладывают величины редукиций r_x и r_y с учетом их знаков. Проектная точка фиксируется насечкой. Основной недостаток палетки, укладываемой на земле, - трудность ориентирования ее по условной оси абсцисс, что приводит к ее развороту и, как следствие - к погрешностям редуцирования.

При редукиции *способом полярных координат* (рис.2.6) используются формулы (1.3), (1.4), (1.5):

$$r_x = S^0 - S \quad (1.3)$$

$$r_y = \frac{S^0}{\rho} \times \Delta\beta \quad (1.4)$$

$$\Delta\beta = \beta^0 - \beta \quad (1.5)$$

где S^0, S - расстояния по горизонтальным углам к проектной P^0 и приближенной P точкам сооружения.

Редукиции r_x и r_y привязаны к точке P и направлению AP , взятым условно за начало координат и положительное направление оси абсцисс.

При разбивке 3-х лучевой прямой угловой засечкой, в натуру переносят приближенную точку P (рис.2.7), измеряют для нее углы b_1, b_2, b_3 . Сопоставляя их с проектными значениями b_{10}, b_{20}, b_{30} , вычисляют вспомогательные величины по формулам (1.6), (1.7) и (1.8):

$$u_1 = \frac{S_1^0}{\rho} \times \Delta\beta_1 \quad (1.6)$$

$$u_2 = \frac{S_2^0}{\rho} \times \Delta\beta_2 \quad (1.7)$$

$$u_3 = \frac{S_3^0}{\rho} \times \Delta\beta_3 \quad (1.8)$$

а затем и сами редукиции по формулам (1.9), (1.10) и (1.11):

$$r_x = \frac{u_2 - u_1 \times \cos y_{12}^0}{\sin y_{12}^0} = \frac{u_3 - u_1 \times \cos y_{13}^0}{\sin y_{13}^0} \quad (1.9)$$

$$r_y = u_1 \quad (1.10)$$

$$y_{12}^0 = \alpha_2^0 - \alpha_1^0 \quad (1.11)$$

$$y_{13}^0 = \alpha_3^0 - \alpha_1^0 \quad (1.12)$$

где - $S_1^0, \alpha_1^0, S_2^0, \alpha_2^0, S_3^0, \alpha_3^0$ - проектные расстояния и дирекционные углы направлений засечек.

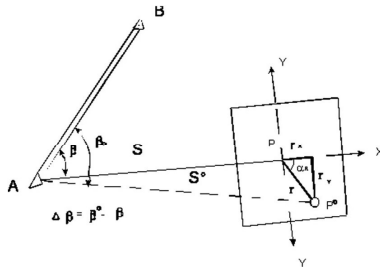


Рис.2.6 Редуцирование способом полярных координат

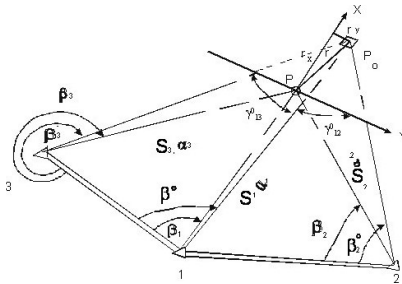


Рис. 2.7 Редуцирование способом угловой засечки

Редуцирование чрезвычайно ответственная операция, так как ошибки в редуцировании приводят к неправильной установке постоянных знаков. Поэтому, только после редукии нескольких знаков и контроля их положение в створе (или под прямыми углами), переходят к установке постоянных знаков.

Для этого поступают следующим образом. Колышками 1-2 и 3-4 с гвоздями в центрах торцов закрепляют два взаимно перпендикулярных створа, пересекающихся над точкой А12В (рис.2.8).

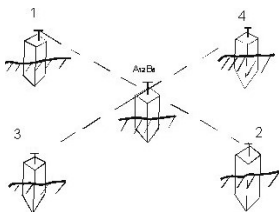


Рис. 2.8. Схема установки постоянных знаков

После этого бурят скважину для постоянного знака. Установив его, натягивают между гвоздями в торцах кольев проволоку или леску. Под пересечением створов 1-2 и 3-4 устанавливают центр постоянного знака. После бетонирования знаку дают несколько дней устояться. Затем повторяют редуцирование и намечают центр пункта.

Способ редуцирования является основным при построении больших строительных сеток. Но он имеет существенный недостаток - до установки постоянных знаков возникает опасность повреждения временных знаков, а постоянные знаки можно устанавливать только после того, как выполнены точные измерения, уравнены их результаты и вычислены элементы редукции. Поэтому работу нужно организовывать так, чтобы свести к минимуму разрыв во времени между установкой временных и постоянных знаков.

Высотное обоснование на строительной площадке обеспечивается высотными опорными пунктами — строительными реперами. Обычно в качестве строительных реперов используют опорные пункты строительной сетки и красной линии. Высотная отметка каждого строительного репера должна быть получена не менее чем от двух реперов государственной или местной геодезической сети

Геодезическая разбивочная основа для определения положения объектов строительства по высоте должна создаваться в виде замкнутых полигонов или отдельных нивелирных ходов так, чтобы отметки были получены не менее чем от двух реперов государственной или местной геодезической сети. Пункты этой основы следует совмещать с пунктами, определяющими плановое положение строящегося объекта. В отдельных случаях допускается условная система высот.

Постоянными знаками строительную сетку закрепляют в местах пересечения осей. Знаки делают из заполненных бетоном отрезков труб, из забетонированных обрезков рельсов и т. п.

2.1.2 Вынос на местность красных линий от осей проезда

Красной линией называют условную границу, отделяющую территории улиц и площадей от застраиваемой территории. Застройка может осуществляться как по красной линии, так и с определенным отступом от неё.

При выносе в натуру красной линией на местности закрепляют оси проезда и относительно этих осей выносят на местность точки застройки способом перпендикуляров или полярных координат (рис.2.9).

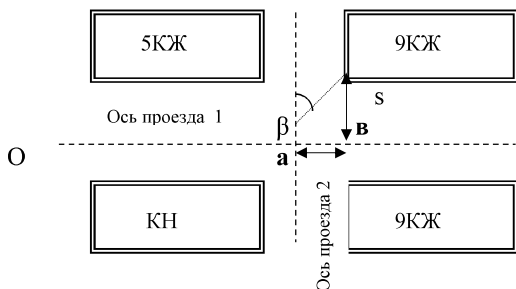


Рис. 2.9. Вынос точек застройки относительно осей улиц

Если в качестве плановой разбивочной основы используется красная линия, то на генплане указывают данные, определяющие положение будущего сооружения относительно нее, например, угол между главной осью сооружения и красной линией.

ГЛАВА 3. ВЫНОС ПРОЕКТА В НАТУРУ

3.1 Теоретические основы выноса проекта сооружения в натуру

Выносом проекта в натуру или **разбивкой** называют геодезические работы по перенесению на местность пространственного положения главных элементов сооружения согласно рабочим чертежам.

Детальной разбивкой сооружения называются геодезические работы по пространственному разделению строящегося сооружения на составляющие элементы.

Разбивка ведется с пунктов геодезического обоснования, созданного еще при съемке местности для проектирования или до начала строительства.

Геометрической основой проекта для вынесения его в натуру являются продольные и поперечные оси сооружения, относительно которых в рабочих чертежах даются все проектные размеры (рис.3.1)

Различают три вида осей сооружений.

Главные оси – это две взаимно перпендикулярные линии, относительно которых сооружение располагается симметрично. На генеральном плане главные оси обозначаются римскими цифрами.

Основные оси – это оси, проходящие по контуру сооружения, одни из них – продольные – обозначаются буквами, а перпендикулярные к ним – поперечные – обозначаются цифрами. Для линейных сооружений (трубопроводов, каналов) в проекте намечают главные и основные продольные оси. Если сооружение имеет закругление, то оси повторяют его контур.

Вспомогательные или разбивочные оси служат для детальной разбивки частей и элементов сооружения. Они проектируются и разбиваются параллельно основным осям, но иногда могут располагаться и под углом к ним.

При разбивке главные и основные оси закрепляются четырьмя знаками, по два с каждой стороны сооружения. Знаки должны располагаться в местах, обеспечивающих им длительную сохранность и беспрепятственное ведение работ.

Высотное положение плоскостей и отдельных точек проекта задают от некоторой поверхности (от уровня чистого пола первого этажа) вышележащие отметки обозначаются со знаком плюс, нижележащие со знаком минус. Для каждого сооружения эта условная поверхность соответствует определенной абсолютной отметке, которая указывается в проекте

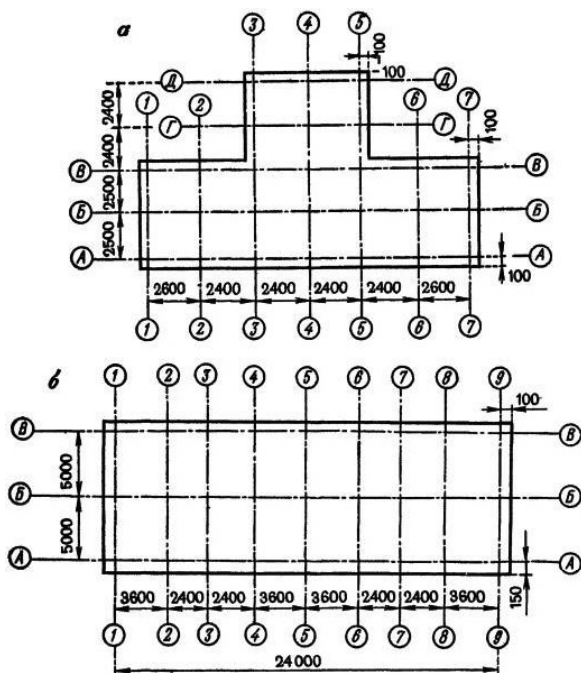


Рис. 3.1. Схема разбивки и закрепление осей сооружения

Работа выполняется в три этапа. *На первом этапе* от пунктов геодезической основы согласно данным привязки находят на местности положение главных разбивочных осей и закрепляют их знаками.

Опираясь на главные оси, производят разбивку и закрепление основных осей сооружения.

На втором этапе проводят детальную разбивку сооружения. От закрепленных точек главных и основных осей разбивают продольные и поперечные оси отдельных частей сооружения с одновременной установкой точек и плоскостей на уровень проектных высот.

Третий этап заключается в разбивке технологических осей, которые служат для установки в проектное положение конструкции и технологического оборудования.

3.2 Точность детальной разбивки

Детальная разбивка производится значительно точнее, чем разбивка главных осей, задающая лишь положение и ориентировку сооружения в целом. Если в общем случае главные оси могут быть определены на местности с ошибкой 3-5 см, то основные и детальные вспомогательные оси разбивают с точностью 2-3 см и точнее. Разбивка технологических осей требует еще более высокой точности геодезических измерений (1 мм и точнее).

В общем случае точность возведения инженерного сооружения зависит от точности геодезических измерений, точности технологических расчетов проекта и погрешностей строительно-монтажных работ, и определяется по формуле (2.1):

$$m^2 = m\sigma^2 + m\tau^2 + m\epsilon^2, \quad (2.1)$$

где $m\sigma$ - суммарная величина влияния линейных, угловых и высотных ошибок геодезических измерений; $m\tau$ - суммарные ошибки технологических расчетов проектов установок, агрегатов, автоматических линий; $m\epsilon$ - суммарное влияние ошибок строительно-монтажных работ, включая для сборных элементов погрешности их изготовления.

Таким образом, при разбивке сооружении соблюдаются общий принцип производства геодезических работ: от общего к частному. При этом точность измерений повышается от первого этапа к третьему.

3.3. Элементы разбивочных работ

Основным элементом разбивочных работ является: построение проектного угла, отложение проектных расстояний, вынесение в натуру проектных отметок, плоскостей и уклонов.

3.3.1 Вынос в натуру проектного угла

Для выноса в натуру проектного угла ВАС (рис.3.2) необходимо:

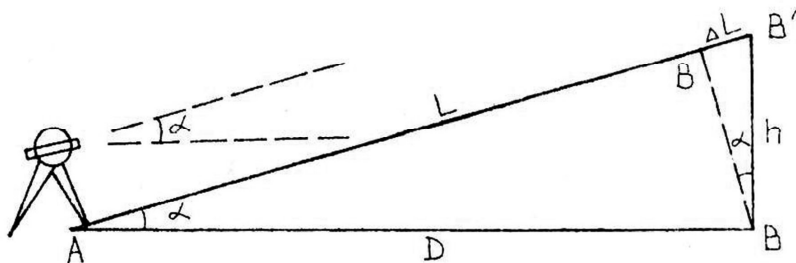


Рис. 3.3. Схема определения поправки за наклон линии

α - угол наклона, L – наклонная линия = $D + \Delta L$,

ΔL - поправка за наклон линии к горизонту,

h – превышение концов линии.

Поправка за наклон линии вычисляется по формуле (2.3):

$$\Delta L = D (1 - \cos \alpha) = 2D \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (2.3)$$

Если известно превышение h концов линии, то поправка за наклон линии может быть вычислена по формуле (2.4):

$$\Delta L = \frac{h^2}{2D} \quad (2.4)$$

Таблица 3.1

Поправка за наклон линии (мм) к горизонт

Угол наклона	Расстояние, м									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1°	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
1° 30'	3	7	10	14	17	21	24	27	31	34
2°	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
2° 30'	10	19	29	38	48	57	67	76	86	95
3°	14	27	41	55	69	82	98	110	123	137
3° 30'	19	37	56	75	93	112	131	149	168	187
4°	24	49	73	97	122	146	171	195	219	244
4° 30'	31	62	92	123	154	185	216	247	277	308
5°	38	76	114	152	190	229	266	304	342	381
5° 30'	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
6°	55	110	164	219	274	329	383	438	493	548
6° 30'	64	129	193	257	321	386	450	514	579	643
7°	75	149	224	298	373	447	522	596	671	745

При высокоточных измерениях вводится поправка за температуру. Уравнение мерного прибора в этом случае определяется формулой (2.5):

$$D = L_{cp} + L_{cp}\alpha(t_{и} - t_{к}) \quad (2.5)$$

L_{cp} - среднее значение измеренной линии, α - коэффициент линейного расширения стали, равный $0,125 \times 10^{-4}$; $t_{и}$ - температура, при которой измерена линия, $t_{к}$ - температура, при которой выполнялось компарирование. Некоторые поправки к длине линии за температуру приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2

Поправка к длине линии за температуру, мм

Температура воздуха, град	Поправка на 100 м	Температура воздуха	Поправка на 100 м
2	2,5	10	12,5
3	3,8	15	18,8
4	5,0	20	25,0
5	6,2	25	31,2
6	7,5	30	37,5
7	8,8	35	43,8
8	10,0	40	50,0
9	11,2		

3.3.3 Вынос в натуру проектной отметки

Проектные отметки переносят в натуру, как правило, способом геометрического нивелирования (рис.3.4). Работа выполняется в следующем порядке:

1) нивелир устанавливают примерно посередине между ближайшим репером и местом, куда переносят отметку;

2) берут отсчет «а» по рейке, установленной на репере;

3) вычисляют горизонт инструмента ГИ по формуле $ГИ = H_{Rp} + a$ и, вычтя из ГИ проектную отметку, находят проектный отсчет «b»;

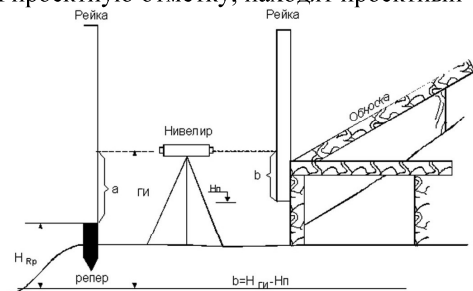


Рис. 3.4. Схема выноса в натуру проектной отметкой

4) затем рейку устанавливают у стойки обноски (или на кольшке) и перемещают ее по вертикали до тех пор, пока горизонтальная нить сетки нитей зрительной трубы не совпадет с проектным отсчетом «b». В этот момент по команде геодезиста рабочий - реечник прочерчивает под пяткой рейки риску, фиксируя этим отметку Нпр.

3.3.4 Вынос в натуру линии с заданным уклоном

Линию с заданным уклоном разбивают при сооружении дорожного полотна, укладке трубопроводов и пр. Во всех этих случаях, кроме проектного уклона i , известно положение исходной точки А (рис.3.5 а, б) и направление створа линии.

Существует несколько случаев решения этой задачи.

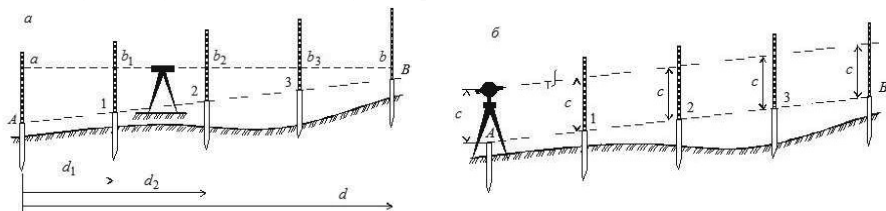


Рис. 3.5. Разбивка линии заданного уклона:

а – нивелиром; б – теодолитом

3.3.5 Вынос линии проектного уклона с помощью нивелира

Работа выполняется в следующем порядке:

- 1) выносимую на местность линию разбивают на равные отрезки по 10 -20м;
- 2) начальную точку линии А с известной или условной отметкой H_A закрепляют на местности;
- 3) вычисляют отметку последующих точек линии H_n по формуле

$$H_n = H_A + id \tag{2.6}$$

где d – расстояние от начальной точки линии до определяемой точки.

- 4) выносят рассчитанные отметки в натуру. Для этого вычисляют отметку горизонта инструмента:

$$ГИ = H_A + a, \tag{2.7}$$

где a – отсчет по черной стороне рейки на точке А;

- 5) затем в каждой определяемой точке забивают кольшек и рассчитывают какой отсчет нужно получить в этой точке.

$$b = ГИ - H_B \tag{2.8}$$

- 6) кольшек, установленный в каждой точке поднимают или опускают до тех пор, пока на рейке не получится рассчитанный отсчет «b».

Верхний срез кольшка зафиксирует точку с проектной отметкой H_B , а срезы всех кольшков – линию заданного уклона.

3.3.6 Вынос линии проектного уклона с помощью теодолита

Чтобы вынести на местность проектную линию с помощью теодолита, необходимо установить теодолит в начальной точке линии А (рис.2.14 б), вычислить угол наклона ϑ , соответствующий проектному уклону i ($\text{tg } \vartheta = i$), и отсчет по вертикальному кругу, соответствующий углу наклона ϑ с учетом места нуля М0. Для теодолита Т30 этот отсчет равен:

$$Л = \vartheta + М0 \quad (2.9)$$

где Л – отсчет по вертикальному кругу теодолита при положении "круг лево" или

$$П = М0 - \vartheta \quad (2.10)$$

где П – вертикальный отсчет при положении "круг право").

Установив на вертикальном круге вычисленный отсчет, придают визирной оси нужный наклон.

Точность выноса в натуру проектного уклона зависит от ошибок определения отметок точек, длины проектной линии и устанавливается нормативными документами.

3.4 Способы разбивочных работ

Наиболее распространены следующие способы разбивки: полярный, с контролем от ближайшей вынесенной в натуру точки; способ линейных засечек; створных засечек и перпендикуляров.

Полярный способ заключается в откладывании от заданного направления проектного угла и расстояния. Применяется при разбивках на открытой местности, когда существует возможность производства угловых и линейных измерений с точки стояния. Расстояния могут быть измерены мерной лентой, рулеткой, или дальномером (рис.3.6а).

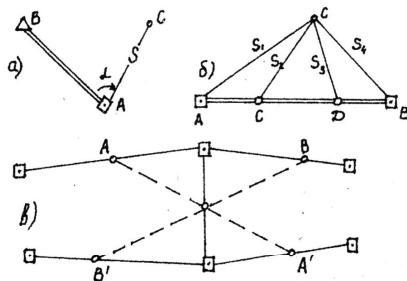


Рис. 3.6. Схема способов разбивки

а) способ полярных координат; б) способ линейных засечек;

в) способ створных засечек.

Точность разбивки этим методом без учета погрешностей исходных данных определяют по формуле (2.11):

$$m_p = \sqrt{\left(\frac{S \cdot m_\beta}{\rho}\right)^2 + m_s^2 + m_e^2 + m_{el}^2 + m_\phi^2}, \quad (2.11)$$

где m_s - средняя квадратическая погрешность отложения расстояния S;
 m_β - средняя квадратическая погрешность построения угла β ;
 m_e, m_{el} - средние квадратические смещения разбиваемой точки, обусловленные соответственно неточностью центрирования теодолита и визирной марки на исходной стороне;

m_ϕ - средняя квадратическая погрешность фиксации разбиваемой точки.

При условии равного влияния погрешностей угловых и линейных измерений имеем:

$$m_\beta \leq \frac{m_p \cdot \rho}{1,5 \cdot S}; m_s \leq \frac{m_p}{1,5} \cdot \frac{m_s}{S} \leq \frac{m_p}{1,5 \cdot S}; m_e = m_{el} = m_\phi \frac{m_p}{5,22}; \quad (2.12)$$

Способ линейных засечек заключается в откладывании заданных расстояний от пунктов опорной сети или от твердых контуров существующих сооружений. Место пересечения отложенных расстояний будет соответствовать проектной точке. Способ используется при выносе в натуру точек, близко расположенных к пунктам геодезической сети, съемочному обоснованию или к капитальной застройке. Число засечек должно быть не менее двух. Длина засечек должна быть не более длины мерного прибора. Угол при вершине засечки должен быть не менее 30° и не более 120° (рис.2.15 б).

Точность разбивки этим методом определяют по формуле:

$$m_p = \sqrt{\frac{m_{S1}^2 + m_{S2}^2}{\sin^2 \gamma} + m_\phi^2} \quad (3.13)$$

где m_{S1}, m_{S2} - погрешности откладывания длин S1 и S2;

m_ϕ - погрешность фиксации точки.

Способ створных засечек применяется при наличии большого числа точек с известными координатами (рис.2.15 в).

Способ заключается в определении положения точки на пересечении двух створов, составляющих между собой угол засечки. Обычно, створы задают теодолитами, проволоками или струнами. Благодаря простоте применения и высокой точности, этот способ часто применяется в промышленном строительстве.

Погрешность разбивки точки способом створной засечки определяют по формуле:

$$m_p = \frac{\sqrt{m_{cm\epsilon 1}^2 + m_{cm\epsilon 2}^2 + m_\phi^2}}{\sin \gamma}, \quad (3.14)$$

где $m_{cm\epsilon 1}, m_{cm\epsilon 2}$ - погрешности построения створов

Наряду с перечисленными способами иногда используются способы угловых засечек, способ триангуляции и способ линейной створной засечки.

Способ угловой засечки имеет преимущества при разбивке точек, значительно удаленных от опорных пунктов, и особенно тогда, когда непосредственное

измерение расстояний до определяемой точки затруднено или невозможно (Рис. 3.7).

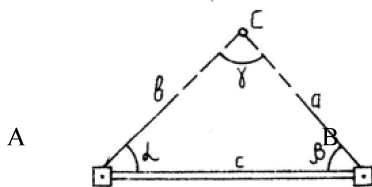


Рисунок 3.7 . Схема способа угловой засечки

При этом, положение проектной точки C определяют откладывая два проектных угла α и β из двух твердых пунктах A и B . Искомая точка будет находиться в пересечении двух полученных направлений AC и BC .

На точность разбивки влияют: погрешность собственно прямой засечки и погрешность, обусловленная неточностью фиксации линий засечки.

Способ перпендикуляров заключается в откладывании в заданном направлении проектного расстояния, из конечной точки которого восстанавливают перпендикуляр и в полученном направлении откладывают еще одно заданное расстояние. Способ удобен в случае расположения сооружения вдоль опорной геодезической сети, специально проложенного теодолитного хода или от створной линии между зданиями.

При этом величина створа по продолжению здания должна быть не более половины длины здания, но в любом случае не превышать 60 м. Длины перпендикуляров не должны превышать 4 м, более длинные перпендикуляры контролируют засечками (рис.3.8).

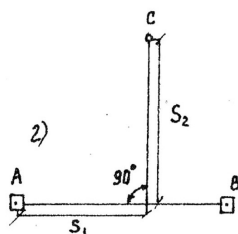


Рис. 3.8. Схема разбивки способом перпендикуляров

Источниками ошибок способа перпендикуляров являются:

ошибки m_{d1} и m_d откладывания расстояний S_1 и S_2 ;

ошибка m_{90} построения прямого угла;

ошибка фиксации m_{ϕ} точки C .

Способ триангуляции применяется в том случае, когда другими способами не достигается заданная точность, но имеется возможность установить прибор в предварительно вынесенной точке Р прямой засечкой (рис.3.9).

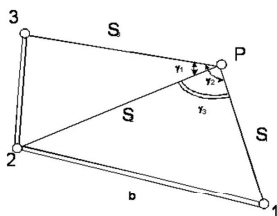


Рис. 3.9. Схема разбивки способом триангуляции

Теодолитом измеряют все три угла треугольника. Распределив невязку в соответствии с весами измеренных углов, определяют координаты точки Р. Сравнив их с проектными координатами, находят поправки - редукции, на которые смещают первоначально найденную точку в проектное положение.

Для оценки точности ее определения применяют формулу Ф. Красовского.

$$m_p = \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma} \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2 + b^2}{3}} \quad (3.15)$$

При разбивке точки с трех пунктов применяют формулу проф. К.Л. Проворова :

$$m_p = \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\frac{(S_1 S_2)^2 + (S_1 S_3)^2 + (S_2 S_3)^2}{(S_1 \sin \gamma_1)^2 + (S_2 \sin \gamma_2)^2 + (S_3 \sin \gamma_3)^2}} \quad (3.16)$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ - углы засечки соответственно между визирными лучами 2 и 3, 1 и 3, 1 и 2;

S_1, S_2, S_3 - длины визирных лучей с пунктов 1, 2, 3.

3.5 Технология разбивочных работ

Строительство инженерных сооружений осуществляется по рабочим чертежам проекта, которые разрабатываются на основании всесторонних комплексных изысканий.

Основными документами для вынесения проекта в натуру являются следующие документы.

1. **Генеральный план сооружения**, составленный в масштабе 1:500 - 1:2000 в котором на топографической основе нанесены все проектируемые строения, указаны проектные координаты и отметки характерных точек и плоскостей. Кроме того, генеральный план дополняют чертежом разбивки главных осей (в городах - красных линий застройки) с данными привязки к пунктам геодезической основы.

2. **Рабочие чертежи**, на которых в крупных масштабах даются планы, разрезы, профили всех частей сооружений с размерами и отметками деталей и поперечников.

3. **Проект вертикальной планировки** в масштабе 1: 1000 - 1: 2000 - проект преобразования естественного рельефа местности для создания поверхности с плавными уклонами. В проекте по сетке квадратов или поперечникам даны черные, красные и рабочие отметки и показаны направления перемещения земляных масс.

4. **Планы и продольные профили** дорог, подземных коммуникаций, воздушных линий в масштабах: горизонтальном - 1:2000-1:5000, вертикальном - 1:200-1:500.

5. **Схемы геодезического обоснования** строительной площадки, чертежи центров и знаков, ведомости координат и отметок.

Геометрической основой проекта для перенесения его в натуру являются разбивочные оси сооружений, относительно которых даются все размеры проекта. Главные оси привязывают к пунктам геодезической основы.

В качестве главных осей линейных сооружений (плотин, мостов, дорог, туннелей) служат продольные оси этих сооружений; в проекте зданий - оси внешних стен; отдельных эстакад и колонн - оси симметрии их фундаментов.

Отметки плоскостей и отдельных точек проекта задают от условной поверхности (в зданиях - от уровня чистого пола первого этажа) и обозначают: вверх - со знаком плюс, вниз - со знаком минус. Для каждого сооружения условная поверхность соответствует определенной абсолютной отметке, которая указывается в проекте.

3.6 Закрепление осей

Закрепление главных и основных осей строящегося объекта необходимо выполнять постоянными и временными геодезическими знаками в зависимости от сроков проведения строительных работ (рис.3.10; 3.11; 3.12).

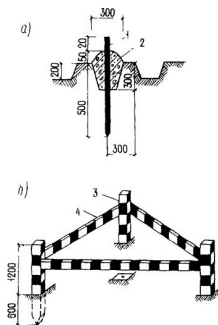


Рис. 3.10. Закрепление главных и основных осей здания до 5 этажей, сооружений высотой до 15 м с продолжительностью строительства до 0,5 года
 а) – знак закрепления осей; б) ограждение знака
 1 - металлический стержень диаметром 16 мм; 2 - бетон класса В7,5; б - ограждение знака: 3 - деревянный столб размером 1800 x 80 x 80 мм или металлическая труба диаметром 30 - 50 мм; 4 - доска размером 1500 x 80 x 20 мм или металлический уголок размером 25 x 25 x 2 мм.

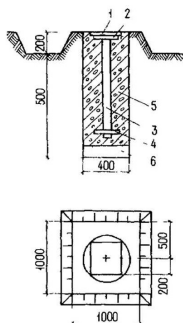


Рис.3.11. Закрепление главных и основных осей здания выше 5 этажей, сооружения высотой выше 15 м с продолжительностью строительства до 0,5 года

- 1 - деревянная крышка;
 2 - металлическая пластина размером 200 x 200 x 10 мм;
 3 - металлическая труба диаметром 30 мм;
 4 - бетон класса В7,5;
 6 - песок

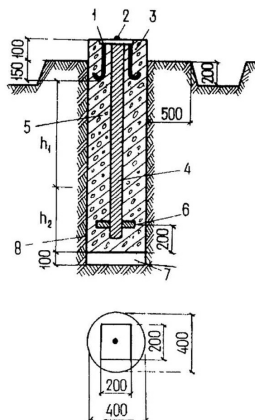


Рис. 3.12 Закрепление главных и основных осей здания (сооружения) с

продолжительностью строительства более 0,5 года

- 1 - металлическая пластина размером 200 x 200 x 15 мм; 2 - заклепка из металла; 3 - анкер 15 мм; 4 - металлическая труба 50 - 70 мм; 5 - бетон классов В7,5 - В12,5; 6 - якорь; 7 - песок; 8 - два слоя рубероида;

После закрепления осей, составляют их исполнительную схему (рис.3.13)

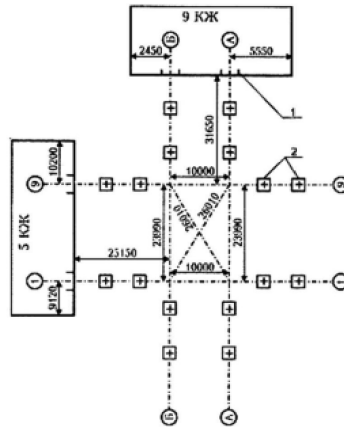


Рис. 3.13. Исполнительная схема закрепления осей здания
1 - окраска осей на существующих зданиях; 2- створные знаки

Некоторые особые случаи закрепления осей показаны на рис 3.14 – 3.18.

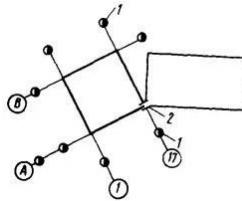


Рис. 3.14 Схема закрепления основных осей здания,
примыкающего под углом к существующему сооружению
1 - грунтовой знак закрепления осей; 2 - откраска осей на существующем здании

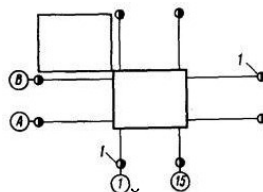


Рис. 3.15. Схема закрепления основных осей здания, примыкающего к углу существующего сооружения

1 - грунтовой знак закрепления осей.

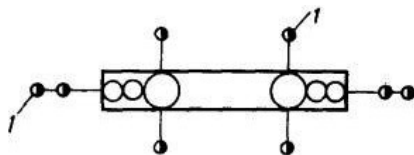


Рис. 3.16 Схема закрепления главных осей крупного промышленного сооружения
1 - грунтовой знак закрепления осей

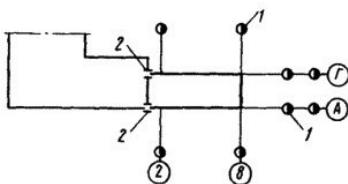


Рис. 3.17. Схема закрепления осей здания, примыкающего к существующему строению
1 - грунтовой знак закрепления осей; 2 - окраска осей на существующем здании

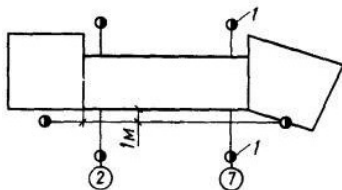


Рис. 3.18. Схема закрепления осей здания, встраиваемого между двумя существующими сооружениями
1 - грунтовой знак закрепления осей

ГЛАВА 4 ВЫНОС В НАТУРУ ПРОЕКТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

4.1 Общие принципы выноса в натуру инженерных коммуникаций

Исходной документацией для выноса в натуру проектов инженерных коммуникаций являются: генеральный план застройки, продольные и поперечные профили коммуникаций, разрезы и планы колодцев, привязка трасс к пунктам геодезической основы и существующим твердым контурам.

В качестве опорной геодезической сети для выноса проекта в натуру могут служить пункты опорных геодезических сетей и твердые контуры местности.

Высотной основой служат марки и реперы нивелирной сети всех классов. При необходимости она сгущается нивелирными ходами, отвечающими требованиям нивелирования IV класса.

Выдаче задания на разбивку предшествуют подготовительные работы, при которых необходимо:

а) выписать координаты и отметки точек опорной геодезической сети на район работ;

б) определить координаты точек начала и конца трассы, вершин углов поворота;

в) определить длину прямых участков трассы;

д) вычислить длину привязочных линий до твердых контуров.

Последовательность геодезических работ при разбивке инженерных коммуникаций определяется технологией строительства и включает:

1) изучение разбивочных чертежей;

2) предварительную разбивку трассы, закрепление углов поворота, в случае изменения ситуации или выявлении неточностей в проекте – корректировку трассы;

3) окончательный вынос трассы в натуру с закреплением ее стержнями через 100 м, закрепление центров колодцев и углов поворота трассы выносными знаками, привязками к твердым контурам и обозначением на обносках;

4) нумерацию колодцев, обозначение диаметров труб;

5) вынос оси трассы на обноску и закрепление ее гвоздями;

6) установку постоянной визирки в виде буквы «Т»;

7) выверка ходовой визиркой глубины и уклона траншеи путем совмещения верхней грани ходовой визирки в одной плоскости с двумя гранями смежных постоянных визирок.

Строгому контролю при разбивке инженерных коммуникаций подлежат центры колодцев камер, вершины углов поворота трассы, точки изменения уклонов и диаметров труб, места примыкания к зданиям и сооружениям, разветвления и места пересечения с другими коммуникациями. На прямых участках трассы закрепляется ось трассы не реже, чем через 100 метров.

В случае, когда при полевом обследовании будет установлено расхождение между отметками на плане и на местности, необходимо провести техническое нивелирование, которому подлежат точки поворота трассы, колодцы, точки пересечения с другими коммуникациями.

Точность разбивки инженерных коммуникаций в плановом положении соответствует 1:2000, а в высотном положении – 3-5 мм. Уклоны напорных трубопроводов задаются с точностью – 1-2 см.

4.2 Технология выноса проекта трассы в натуру

Вынос в натуру трассы инженерных коммуникаций выполняется по данным привязки углов поворота трассы к пунктам геодезической основы или бли-

жайшим четким контурам. Данные для привязки получают графическим путем с топографической карты.

После выноса в натуру углов поворота трассы, в створе устанавливают ряд вех, обследуют вынесенное направление (особенно переходы через овраги, пересечение автомагистралей и т.п.). Окончательные вершины закрепляют на местности. При выносе трассы на местность может возникнуть ситуация, когда нет прямой видимости между двумя углами поворота, тогда для измерения углов можно применять следующие способы:

1) определение направления трассы от направления на пункт геодезического обоснования (рис. 4.1);

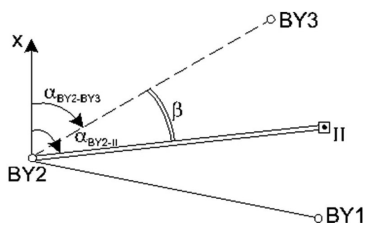


Рис.4.1 Разбивка трассы от направления на пункт геодезического обоснования

2) определение направления трассы от стороны теодолитного хода, проложенного между точками углов поворота и пунктом геодезической основы (рис. 4.2)

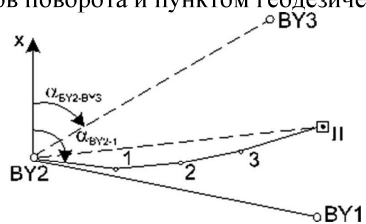


Рис. 4.2 Разбивка трассы от стороны теодолитного хода:

1, 2, 3 – точки теодолитного хода; II – точка полигонометрического хода.

Координаты точек, необходимые для вычислений, снимают графически с плана.

При разбивке пикетажа ведут пикетажный журнал, в котором показывают ось трассы в виде прямой линии, на которую наносят в масштабе все пикетажные и плюсовые точки, границы препятствий и ситуацию (рис. 4.3).

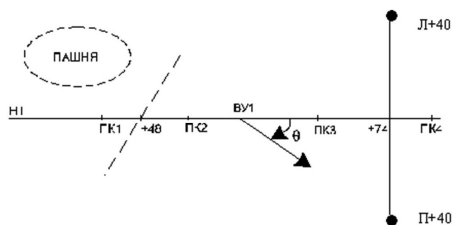


Рис. 4.3 Фрагмент пикетажного журнала

Запись ведется снизу вверх, чтобы левая и правая стороны страницы соответствовали левой и правой стороне трассы. Углы поворота показывают в виде стрелок, подписывают пикетаж начала и конца круговых кривых, записывают элементы круговых кривых.

Для представления о рельефе на расстоянии 15-20м от оси трассы разбивают поперечники, и строят поперечные профили.

Вводы подземных коммуникаций в здания разбиваются от осей стен. Предварительно по исполнительному чертежу фундамента проверяют, оставлено ли в соответствующем месте отверстие. Место ввода обозначают с внешней стороны здания и от ближайшего колодца разбивают трассу. В самотечных коммуникациях увязывают отметки лотка колодца с отметкой низа отверстия, чтобы получить проектный уклон.

Закрепление трассы. Ось линейного сооружения закрепляется на местности постоянными или временными знаками (рис. 4.4). Чтобы эти знаки было проще найти, рядом с ними устанавливают опознавательную вежу - «сторожок»

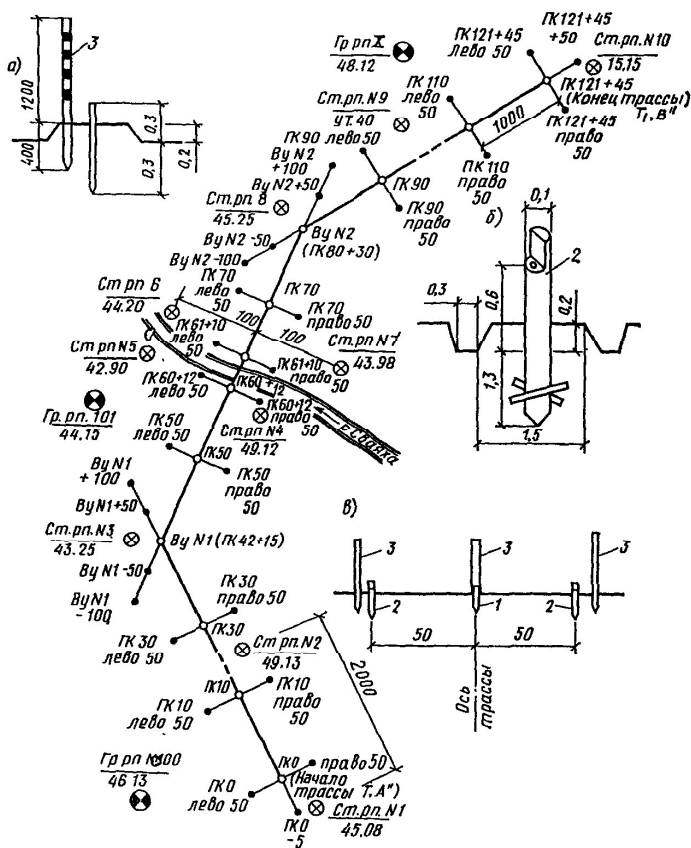


Рис. 4.4 Схема закрепления оси трассы магистрального трубопровода
 а - временный знак по трассе трубопровода (все размеры даны в метрах);
 б - постоянный знак по трассе; в – схема закрепления знаков по оси трассы;
 1 - временные знаки; 2 - постоянные знаки; 3 - опознавательные вехи

При строительстве подземных коммуникаций по оси трассы роют котлован, поэтому, чтобы не потерять ось трассы, для ее обозначения на местности, перпендикулярно к оси устанавливают обноску (рис. 4.5).

Обноска представляет собой обрезную доску, прибитую горизонтально к двум столбам, зарытым в землю по обе стороны траншеи на расстоянии около 1,5 м. от ее краев.

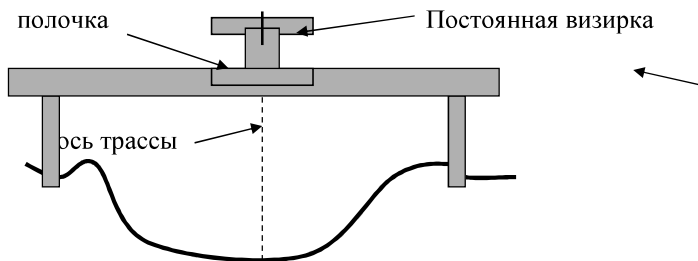


Рис. 4.5. Обноска

На обноску выносят ось трассы и закрепляют ее гвоздем. Между смежными обносками по трассе натягивают проволоку, фиксируют ось прокладки или сооружения. К обноске прибивают брусок – полочку, на которой устанавливается и наглухо закрепляется постоянная визирка в виде буквы «Т», верхняя грань которой должна быть горизонтальной.

Назначение постоянных визирок в том, чтобы линия, через их верхние грани, была параллельна дну проектируемой траншеи с соблюдением заданного уклона.

Для проверки глубины и уклона траншеи используют визирку (рис. 4.6).

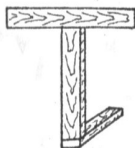


Рис. 4.6 Ходовая визирка.

При перемещении ходовой визирки по дну траншеи верхняя ее часть должна располагаться на одной прямой с верхними гранями двух смежных постоянных визирок (рис. 4.7).

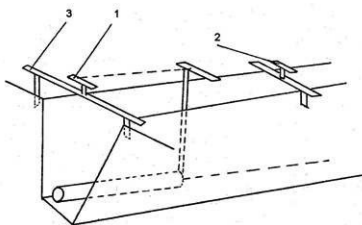


Рис. 4.7. Проверка глубины и уклона траншеи ходовой визиркой
1- постоянная визирка; 2- ходовая визирка; 3- обноска.

Очевидно, что высота постоянной визирки, вынесенной на обноску, зависят от выбранной длины ходовой визирки.

Расчет длин постоянных визирок рассмотрим на примере.

Исходными данными для расчета являются (рис. 4.8):

- расстояние между колодцами $MN=l=50$ м.;
- уклон трубопровода $i=0,01$;
- проектные отметки низа трубы в колодцах $Hm=125.245$ и $Hn=125.745$ м.;
- отметка верха обноски ($Hp=127.645$ м. и $Hs=128.245$ м.).

Длина ходовой визирки выбрана равной 3,5 м.

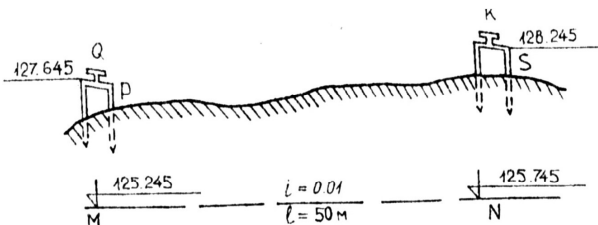


Рис. 4.8 . Схема для расчета длин постоянных визирок.

Из рисунка имеем:

$$Hq = 125.245 + 3.5000 = 128.745 \text{ м.};$$

$$Hk = 125.745 + 3.5000 = 129.245 \text{ м.}$$

Следовательно, искомые длины постоянных визирок будут равны следующим значениям:

$$Pq = 128.745 - 127.646 = 1, 1 \text{ м.};$$

$$Sk = 129.245 - 128.245 = 1, 0 \text{ м.}$$

4.3 Геодезические работы при бестраншейной прокладке трубопровода

При переходе проектируемой трассы через полотно автомобильной или железной дороги, другие препятствия, прибегают к скрытой (бестраншейной) проходке трассы, которая в зависимости от конкретных условий осуществляется следующими способами:

- а) продавливанием с выемкой грунта;
- б) продавливанием труб без выемки грунта (способом прокола);
- в) щитовой проходкой.

Продавливание труб с выемкой грунта (рис.4.9) начинается с укладки трубы 1 по направлению, заданному теодолитом на направляющие брусья 2, обеспечивающие движение трубы по заданному направлению и проектной высоте.

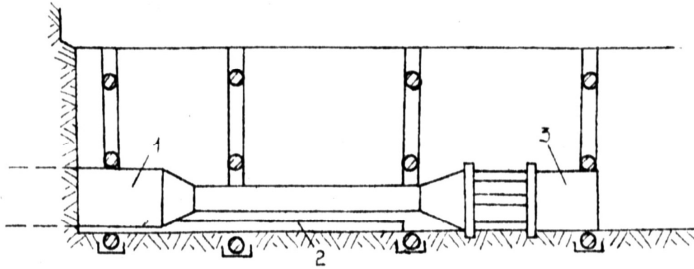


Рис. 4.9. Схема продавливания труб бестраншейным методом

Ось трубопровода или помощи теодолита выносятся на направляющие брусья, на них же передаются отметки для обеспечения заданного уклона. Труба протаскивается через грунт с помощью домкратов 3.

При *продавливании труб способом прокола* на конец трубы устанавливают наконечник конической формы, раздвигающий грунт при движении трубы по направляющим брускам.

Для прокладки глубоко залегающих коммуникаций (6 м. и более) применяют *щитовую проходку*. Это способ строительства тоннелей и шахт с помощью проходческого щита, который, срезая грунт, продвигается в заданном направлении.

Щит монтируется в специальной камере под землей на трассе коммуникаций. Сборные элементы щита спускают в камеру через вертикальный шахтный ствол 1(рис. 4.10)

В ствол шахты опускаются 2 отвеса, по которым задается направление для проходки C_1 , C_2 . На щите укрепляют три контрольных знака 2,3,4, которые обозначают продольную ось щита и служат реперами при нивелировании.

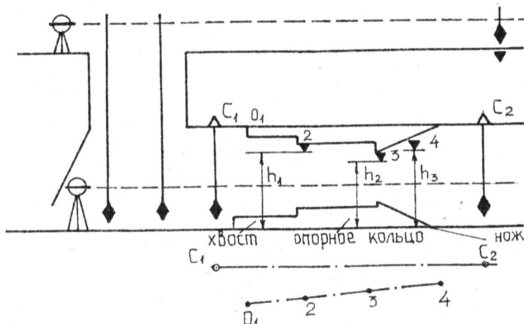


Рис. 4.10. Геодезический контроль щитовой проходки

В процессе проходки щита геодезист, пользуясь контрольными знаками, фиксирует отклонения щита от проектного направления в плане и по высоте.

Положение оси шита в продольном профиле определяют по результатам нивелирования знаков 2,3,4.

В настоящее время для этих целей применяются автоматические методы ведения шита с помощью лазерных устройств.

4.4 Прокладка трубопроводов через водные препятствия

Переход трубопроводов через водные препятствия выполняется с помощью дюкеров (рис. 4.11).

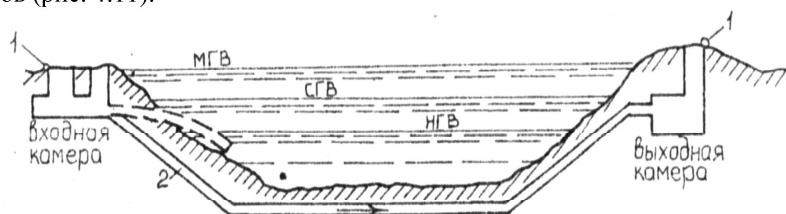


Рис. 4.11. Устройство дюкера:

1 – места определения отметок; 2- трубы; МГВ, СГВ, НГВ – меженный, средний, низкий горизонтальный вод

Дюкер представляет собой сооружение, состоящее из входной и выходной камер, расположенных на разных берегах реки и стального трубопровода, укладываемого между ними по дну реки.

На каждом берегу закрепляют ось дюкера и устанавливают реперы. По дну реки роют траншею глубиной 0,8 – 1,0 м. Прямолинейность траншеи обеспечивается теодолитом или лазерным визиром.

План перехода через реку составляют в масштабах 1:200 – 1:2000 в зависимости от ширины реки.

При съемке переходов определяют отметки меженных вод, производят нивелирование по кольям, установленным на разных створах с целью определения уклона реки. Работы производят по двум-трем створам в полосе 50-100 м. по обе стороны от оси трубопровода.

Высотным обоснованием вертикальных промеров служат сети геометрического нивелирования III – IV классов.

На реках глубиной до 5-6 м. средством для измерения глубины является шест, размеченный на метровые и дециметровые интервалы. При глубине реки до 20 м. применяется лот-груз массой 3-5 кг на капроновом шнуре, размеченном марками на метровые и дециметровые интервалы. При больших глубинах используются эхолоты и специальные радары.

После завершения всех подготовительных работ трубопровод протаскивается через реку при помощи механизмов тяги.

Для наблюдения за положением трубопровода под водой к его головной части приваривают визирную цель на жесткой штанге.

4.5 Разбивка надземных коммуникаций

Разбивка надземных коммуникаций заключается в определении мест установки фундаментов под опоры, на которых монтируется трубопровод. Центры фундаментов разбивают от геодезической основы такими же способами, как и колодцы подземных коммуникаций. Около каждого фундамента устанавливают обноску, на которую теодолитом выносят продольную ось трубопровода и поперечную ось опоры. Между опорами промеряют расстояния и нивелируют верх фундаментов, на которых устанавливаться опоры.

Если трубопровод прокладывается над землей на высоте 3-5 м., то для определения отметки верхней части опор, рейку прикладывают пяткой в нижнюю ее плоскость. Нивелир ставят между репером и опорой и берут отсчет по рейке (рис. 4.12). Отметка верха перекладины определяется по формуле $H_a = ГИ + v + a$, где $ГИ$ – горизонт инструмента; v – отсчет по рейке (перевернутой); a – толщина перекладины.

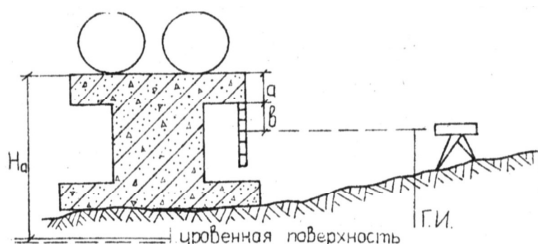


Рис. 4.12. Определение отметки опор надземных трубопроводов

4.6 Укладка труб в траншеи

Укладка труб по заданному уклону в зависимости от точности работ выполняется:

- а) при помощи постоянных и ходовых визирок;
- б) по маякам;
- в) по уровню;
- г) по лазерному лучу.

Укладка труб при помощи постоянных и ходовых визирок включает перемещение ходовой визирки по дну траншеи так, чтобы верхняя ее грань постоянно находилась на одной прямой, соединяющей верхние грани постоянных визирок, чем и устанавливается заданный уклон.

При малых уклонах трубопроводов такая укладка труб считается предварительной. Окончательная укладка выполняется с помощью нивелира.

Более точным является способ укладки труб по маякам. Маяком служи кол, вбитый в дно траншеи. Отметка на верх кола передается с помощью нивелира с ближайшего пункта высотного обоснования и рассчитывается в зависимости от величины исходной отметки $H_2 = H_1 + id$, где i -заданный уклон; d - расстояние до определяемой точки.

После установки маяков укладывают песчаную подушку на дно котлована и на нее укладывают трубы. Маяки ограничивают верхнюю грань песчаной подушки и таким образом трубы устанавливают по линии заданного уклона.

Укладку труб по уровню выполняют при строительстве напорных трубопроводов. Между трубой и уровнем помещают вкладыш. Размер вкладыша определяется длиной уровня d и высотой вкладыша, равного $h = i d$, где i – заданный уклон. Если установить пузырек уровня на середину, то труба установится по линии заданного уклона (рис.4.13).

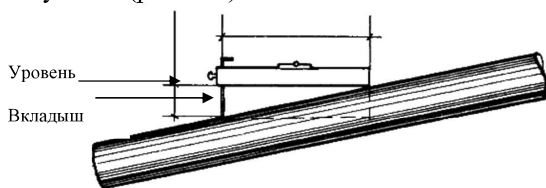


Рис. 4.13 . Укладка труб по уровню

Применение лазерных приборов при сооружении подземных коммуникаций наиболее эффективно в случае, когда необходимо строго соблюдать проектные уклоны и прямолинейность трубопроводов.

Для задания проектного направления и уклона в процессе строительства коммуникаций рекомендуется применять современные лазерные визеры. Точность геодезических разбивочных работ при строительстве линейных сооружений с применением таких приборов не выходит за пределы 1 см на расстоянии 100 м.

Сооружение подземных сетей с помощью лазерных приборов может осуществляться двумя способами в зависимости от технологии строительно-монтажных работ: в подготовленной траншее между двумя предварительно вынесенными в натуре точками трассы и непосредственно за проходом экскаватора. В первом способе на дне траншеи разбиваются и закрепляются начальная и конечная точки прямолинейного участка трубопровода. Лазерный визир устанавливают на дне траншеи и ориентируют его по оси будущего трубопровода. Для ориентирования лазерного пучка используются точки, ранее вынесенные и закрепленные на дне траншеи.

В зависимости от используемого прибора проектный уклон лазерному пучку задается либо по шкале микрометра (прибор ЛВ-5М), либо с помощью подъ-

емных винтов по нивелирной рейке, последовательно устанавливаемой в начале и в конце прямолинейного участка (прибор ПЛ-1).

В торце трубы, подготовленной к укладке, закрепляют контрольную марку, центр которой устанавливается строго по геометрической оси трубы, после чего трубоукладчик опускает трубу на дно траншеи. Трубу одним концом присоединяют к уже уложенному трубопроводу, а свободный конец трубы перемещают до тех пор, пока лазерный пучок не попадет в центр контрольной марки (рис. 4.14). В этом положении труба закрепляется и из нее извлекается контрольная марка.

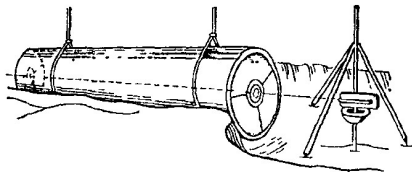


Рис. 4.14. Укладка трубопровода по лазерному лучу.

При втором способе на дно частично открытой траншеи теодолитом переносят проектную ось трубопровода и закрепляют ее кольшками через 20 м. Лазерный визир устанавливают над закрепленной точкой оси на дне траншеи и ориентируют лазерный пучок по проектной оси. По лазерному пучку одновременно производится зачистка дна траншеи, подготовка бетонного основания и укладка секций трубопровода.

Трубопровод укладывают в той же последовательности, что и в первом способе.

Наиболее простой и удобной в работе является схема положения лазерного прибора, при которой его луч совпадает с проектным положением оси трубопровода. Если лазерный прибор нельзя установить по оси трубопровода (траншея залита водой и т.д.), прибор перемещают на штативе выше или ниже оси трубы, и лазерный пучок проходит параллельно оси внутри трубы или над ней. В соответствии с этим, контрольные марки могут устанавливаться внутри и сверху трубы на подставках различной конструкции (рис. 4.15).

Для обеспечения точности ориентирования луча по оси трубопровода лазерный прибор рекомендуется переставлять через 100 - 150 м.

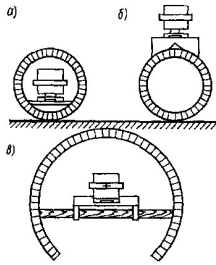


Рис. 4.15 . Установка навесных контрольных марок на секции трубопровода:
 а - на подставке внутри трубы;
 б - на трубе; в - на деревянной распорке внутри трубы

4.7 Монтаж инженерных сооружений

Установка опускных колодцев водопроводов

Особенность геодезических работ при строительстве сооружений этого вида состоит в том, что они не только обеспечивают контроль монтажа опускного колодца, но и продолжают в процессе его погружения.

Для установки опускного колодца необходимо:

- 1) От пунктов геодезической сети вынести в натуру и закрепить временным знаком центр колодца и его главные оси
- 2) По заданному радиусу закрепить ось круговой траншеи для опалубки
- 3) Произвести геодезический контроль размеров опалубки
- 4) При монтаже панелей проверить вертикальность каждой панели рейкой-отвесом
- 5) При монтаже панелей последующих ярусов контролируют соблюдение вертикальности и проектной формы (рис. 4.16)
- 6) Перед погружением колодца на его наружной стороне заложить осадочные марки (не менее 8).
- 7) В процессе опускания колодца знаки регулярно нивелируют от опорных реперов, расположенных вне зоны возможных деформаций грунта.

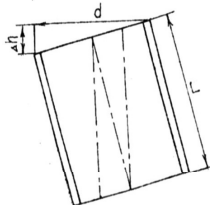


Рис. 4.16 . Определение крена опускного колодца

Величина крена - K колодца вычисляется по формуле (4.1):

$$K = \left(\Delta \frac{h}{d} \right) L \quad (4.1)$$

где d – диаметр колодца; L - глубина погружения.

Установка радиальных канализационных отстойников

Строительство больших радиальных отстойников диаметров до 40 м осуществляется монтажом панелей массой до 9 т и требует строгого геодезического обеспечения и контроля. Для этого необходимо:

1. Вынести в натуру центр отстойника и его главные оси (рис.4.17).

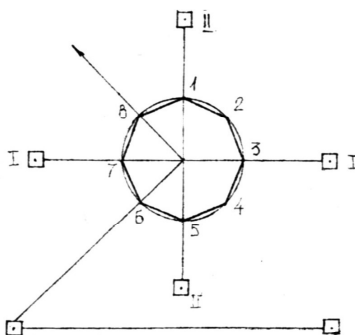


Рис. 4.17 . Схема установки панелей радиального отстойника

2. Разбить оси фундаментов для установки стеновых панелей.
3. После установки панелей выверить рейкой-отвесом их вертикальность и зафиксировать на них риски для монтажа ригелей лотков на заданной высоте.

Сооружение кустовых баз сжиженных газов (КБСГ)

Основными осями, определяющими компоновку всех сооружений КБСГ, являются оси железнодорожных путей и оси эстакады, которые выносят в натуру от пунктов разбивочной опорной сети. От них же производят разбивку осей фундаментов под резервуары для хранения газа и связанных с ними технологическим процессом оси цехов компрессоров, ремонта и наполнения баллонов.

Геодезическое обслуживание сооружений КБСГ не имеет своих особенностей.

4.8. Исполнительные съемки инженерных систем и сооружений

Исполнительные съемки инженерных коммуникаций ведутся теми же способами, что и разбивочные работы, а именно: способом перпендикуляров полярных координат, линейных и угловых засечек.

Производятся исполнительные съемки до проведения испытаний инженерных сетей и засыпки траншей и котлованов. Для этого строительные организации обязаны известить заказчика о готовности этих сетей и сооружений для проведения контрольной геодезической съемки, представить заказчику исполнительные чертежи инженерных сетей за строительные работы.

Если по окончании строительства инженерных коммуникаций пункты геодезического обоснования были утрачены, то приходится вновь создавать съемочное обоснование для выполнения исполнительной съемки. Съемочное обоснование создается в виде ходов полигонометрии или сетей триангуляции. Высотной геодезической основой для исполнительной съемки является нивелирная сеть не ниже III класса точности.

Исполнительная съемка ведется отдельно – сначала плановая, затем высотная.

До начала съемки готовят подробный абрис, в который заносят все промеры и характеристики сооружений, в том числе прямки, точки разветвления и ввода коммуникаций, места изменения уклонов и др.

Съемка выполняется способами прямоугольных координат, угловых, линейных и створных засечек от пунктов и линий съемочного обоснования. Углы при этом измеряют техническими теодолитами, линии – рулеткой.

Вертикальная съемка ведется при наличии готового горизонтального плана методом геометрического нивелирования от реперов и марок геодезического обоснования. При этом, определяют отметки входов в здания инженерных коммуникаций, ободьев люков колодцев и земли возле люка, основания опор воздушных коммуникаций и др.

Съемка подземных коммуникаций сопровождается съемкой притрассовой полосы шириной 20 м.

Независимо от вида коммуникаций, съемке подлежат: углы поворота, точки на прямолинейных участках по оси трассы (не реже, чем через 50 м), главные точки кривых, места изменения уклонов и диаметров труб, ответвлений и присоединений, колодцы, камеры, люки.

На водопроводах и трубопроводах специального технического назначения съемке подлежат: пожарные гидранты, задвижки, вантузы, аварийные выпуски, водоразборные колонки, диаметры труб;

-на теплосети: компенсаторы, задвижки, неподвижные опоры, габариты газораспределительных станций, диаметры труб;

- на газопроводе: коверы, регуляторы давления, задвижки, гидравлические затворы, контрольные трубы, компенсаторы, заглушки, габариты газораспределительных станций, диаметры труб;
- на электрокабеле: места выходов на стены зданий и опоры, сечение каналов по внешним габаритам, число каналов, муфты, трансформаторы, габариты зданий трансформаторных пунктов;
- на слаботочной сети: коробки, шкафы с указанием их типа, сечение каналов по внешним габаритам, число каналов, разветвки колодцев.

При этом должны быть собраны сведения о количестве, материале и диаметре труб, о колодцах, каналах, размерах их сечений, о давлении в газовых и напряжения в кабельных сетях.

При расположении подземных сетей в блоках и туннелях съемке подлежит только одна их сторона, другая же наносится по данным промеров. Дополнительно снимаются все подземные сооружения, пересекающие прокладку или идущие параллельно ей, вскрытые траншеи.

Одновременно со съемкой указанных элементов, снимаются все текущие изменения в ситуации и рельефе.

При производстве работ рекомендуется давать единую нумерацию колодцам, камерам и др.

Горизонтальная исполнительная съемка. Плановое положение всех подземных сетей и относящихся к ним сооружений может быть определено от пунктов съемочного обоснования или геодезических сетей, от твердых контуров зданий и сооружений, в проходном коллекторе, засыпанном землей – от проложенного внутри коллектора теодолитного хода.

Выходы подземных коммуникаций и углы их поворота на незастроенной территории координируются.

Положение подземных коммуникаций от четких точек капитальной застройки определяется: способом перпендикуляров (длиной не более 4м), способом линейных засечек (не менее трех), способом створов (по продолжению створа здания).

Способы исполнительной съемки показана на (рис. 4.18)

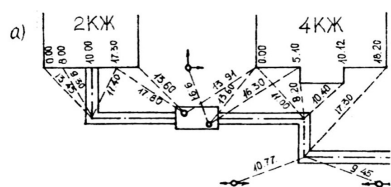
От пунктов опорной геодезической сети и точек съемочного обоснования положение подземных коммуникаций определяется линейными засечками, перпендикулярами, полярным и комбинированным способом.

При съемке колодцев и камер производится обмер внутреннего и внешнего габаритов сооружения, его конструктивных элементов, расположения труб и фасонных частей с привязкой к отвесной линии, проходящей через центр крышки колодца.

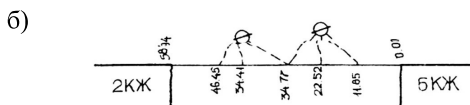
Для газовых и тепловых сетей фиксируется расположение стыков трубопровода с указанием их стыка (рис. 4.19).

Технология вертикальной исполнительной съемки. Высотное положение инженерных коммуникаций определяется до засыпки траншей и котлована тех-

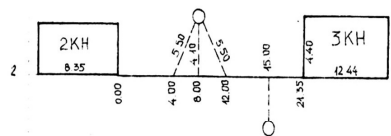
ническим нивелированием. Высотное положение инженерной сети в проходном коллекторе определяется от проложенного внутри него нивелирного хода.



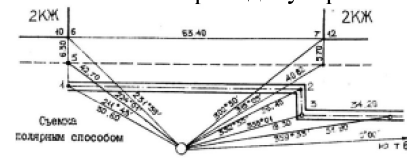
а) Съёмка теплосети линейными засечками



б) Съёмка отдельных колодцев способом перпендикуляров



в) Съёмка способом створов



г) Съёмка полярным способом

Рис. 4.18 . Способы исполнительной съёмки инженерных коммуникаций

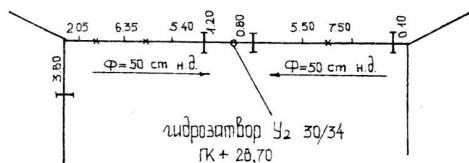


Рис. 4.19. Схема расположения стыков на газопроводе

При наличии густой сети реперов прокладывать нивелирный ход необязательно. В этом случае нивелирование сети (для контроля) производится отдельными станциями с привязкой к двум реперам (рис.4.20).

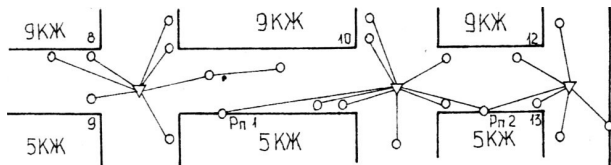


Рис. 4.20 .Схема нивелирования колодца

Определение отметок от условного горизонта запрещается.

Высотные значения точек сети можно получать и с помощью измерения глубинной рейкой или стальной рулеткой от кольца колодца, на который ранее передана отметка (рис.4.21).

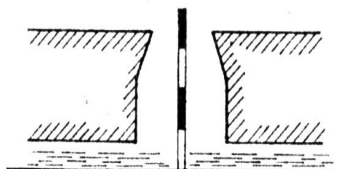


Рис. 4.21. Измерение расстояния до лотка трубы

Нивелированию подлежат: люки всех колодцев, лотки и верх труб, пол каналов теплофикации, углы поворота трассы и точки излома профиля. На прямолинейных участках по оси трассы через 50 м определяются отметки створных точек.

На спланированной территории вдоль трассы определяются отметки бровки траншеи. Кроме того, определяются высоты элементов всех существующих инженерных коммуникаций, вскрытых при строительстве.

Пример исполнительных съемок инженерных коммуникаций показан на рис. 4.22 .

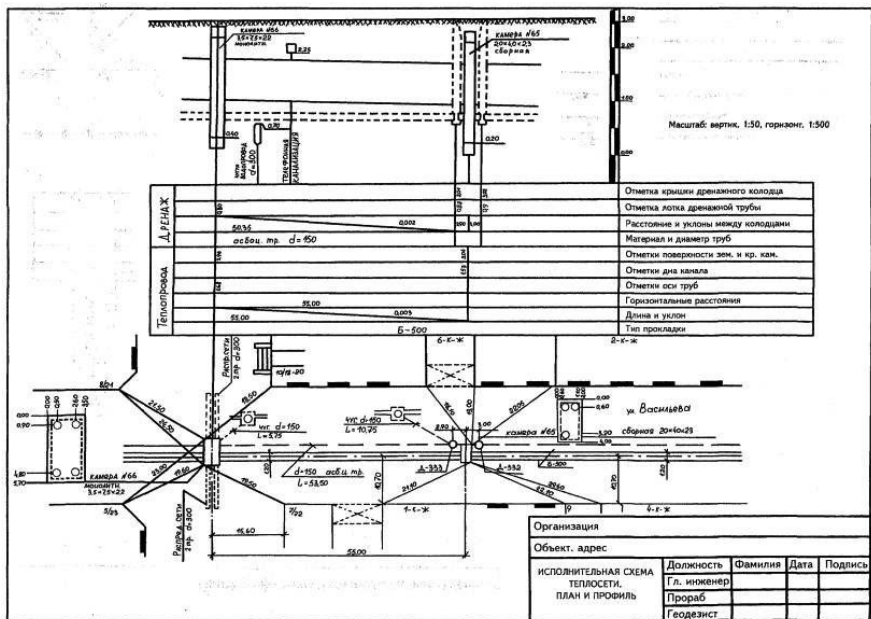


Рис.4.22 Пример исполнительной схемы теплосети

4.9 Поиск скрытых подземных коммуникаций

Поиск скрытых подземных коммуникаций производится в случае отсутствия или утраты исполнительных чертежей, в целях технической паспортизации и т.д.

При наличии на поверхности земли внешних элементов коммуникаций, можно определить примерное расположение и назначение каждой коммуникации.

К внешним элементам скрытых подземных коммуникаций относятся:

для водопровода – колодцы, водосборные колонки, пожарные гидранты, аварийные выпуски;

для канализации, водостока и дренажа – колодцы, водосборные решетки, выпуски, дюкеры, оголовки водосборов;

для теплосети – колодцы, камеры, выходы на поверхность;

для трубопроводов специального назначения – колодцы, выходы на поверхность, эксплуатационные скважины;

для кабельных сетей – колодцы, распределительные шкафы, кабелеуказатели, вводы в здания и выходы на поверхность;

для коллекторов – колодцы, камеры, выпуски;

При отыскании на местности и обследовании этих элементов удается определить назначение инженерных коммуникаций и частично или полностью определить их местоположение.

Значительно облегчает поиск скрытых коммуникаций наличие сооружений и инженерных комплексов, технически необходимых для функционирования инженерных сетей.

К ним относятся:

для водопровода – водонапорные башни, насосные станции, артезианские скважины, водозаборные сооружения;

для канализации – станции биологической очистки и очистные сооружения;

для газопровода – газорегуляторные пункты, газгольдерные станции, газокompрессорные установки, насосные станции;

для теплосети – котельные, тепловые электростанции, градирни, тепловые пункты;

для сетей специального назначения – станции воздухоочистки, кислородные станции, технологические установки различного назначения, хранилища нефтепродуктов и т.д.;

для кабельных сетей – электростанции, трансформаторные подстанции, радиостанции и др.

Кроме того, строительство и эксплуатация инженерных подземных сетей приводят к микроизменениям рельефа, растительности и температуры грунта.

Так, по оси засыпанной траншеи, особенно на не спланированной сельской территории, заметны оседания грунта, со временем превращающиеся в узкие неглубокие канавы.

Растительный покров вдоль трассы подземных коммуникаций заметно отличается от окружающего своей разреженностью.

Вдоль трасс подземных коммуникаций, транспортирующих нагретые жидкости (теплотрасса) и газы, температура грунта выше, чем в естественных условиях. В результате на местности заметны полосы растаявшего снега, а на мокром асфальте – вытянутые сухие участки.

Приборы поиска скрытых подземных коммуникаций

Для определения планового и высотного положения скрытых подземных коммуникаций с точностью 10-30 см и при отсутствии их внешних признаков, применяют специальные современные приборы – трубокабелеискатели, трассоискатели, металлоискатели, георадары различных конструкций.

На экране многих таких приборов отражается схема расположения коммуникаций относительно оси прибора. Благодаря этому отпадает необходимость ходить по исследуемой территории. Такие приборы способны самостоятельно найти и изобразить на дисплее положение коммуникации.

Измерение глубины залегания трубопровода проводятся автоматически, избавляя пользователя от лишних манипуляций с прибором. Кроме того, некоторые

трассоискатели имеют возможность работы с системами видеодиагностики внутреннего состояния коммуникаций.

К таким приборам, например, относится трассоискатель SR-20 SeekTech (рис.4.23).



Рис. 4.23. Трассоискатель SR-20 SeekTech

Одним из лучших отечественных трассоискателей является *трассопоисковый комплекс «Абрис»* фирмы «АКА-ГЕО» (рис. 4.24).



Рис. 4.24 Трассопоисковый комплекс «Абрис»

Прибор состоит из цифрового приемника и генератора. С его помощью можно проводить поиск газопроводов, силовых и телефонных кабелей. Для поиска водопроводных и канализационных труб прибор дополнительно укомплектовывается специальным генератором. Прибор может использоваться для поиска трубопроводов, проходящих по дну водоема.

Когда требуется определить местоположение неметаллических труб, уложенных в землю без вспомогательной поисковой маркировки, то используют либо специальные приборы – *георадары*, либо *акустический метод звуковых импульсов*. Этот метод заключается в том, что на трубу от специального генератора передаются акустические колебания, которые на поверхности земли прослушивают-

ся любым приемником акустических сигналов. Одним из таких приборов является импульсный генератор «Ударник АГ-112» (рис. 4.25).



Рис. 4.25 Импульсный генератор «Ударник АГ-112»

ГЛАВА 5 ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Строительство любых зданий и сооружений вызывает необходимость переработки грунтов, их перемещение, укладку и уплотнение, закрепление, организацию водоотлива и водопонижения.

Весь комплекс этих процессов называют *земляными работами*.

5.1 Виды земляных сооружений

котлован — выемка шириной более 3 м и длиной не менее ширины;

траншея — выемка шириной менее 3 м и длиной, многократно превышающей ширину;

шурф — глубокая выемка с малыми размерами в плане;

насыпь — сооружение из насыпного и уплотненного грунта;

резерв — выемка, из которой берут грунт для возведения насыпи;

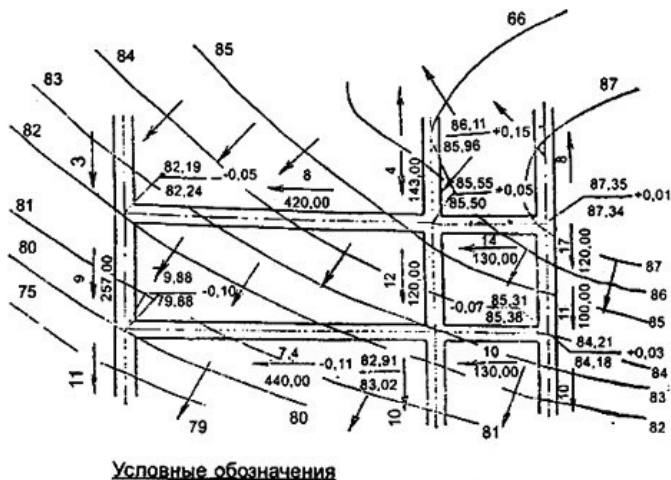
кавальер - насыпь, образуемая при отсыпке ненужного грунта, а также создаваемая для его временного хранения.

5.2 Составление проекта вертикальной планировки и расчет объемов земляных работ

Естественный рельеф местности часто не удовлетворяет требованиям движения строительной техники или благоустройству застроенных территорий. Поэтому, параллельно с горизонтальной планировкой строительного объекта составляют проект вертикальной планировки, предусматривающий искусственное изменение рельефа. Целью вертикальной планировки местности является приспособ-

ление рельефа для отвода дождевых и талых вод с территории квартала и от зданий, для рационального размещения внутриквартальных проездов, экономического использования грунта.

План вертикальной планировки местности составляют в масштабе 1:5000-1:10000 с высотой сечения рельефа $h = 1-2$ м. На нем показывают красные линии застройки, проектные отметки, направление стока воды, уклоны, расстояния до точек перегиба рельефа, фактические горизонталы, проектные отметки и отметки существующего рельефа, точки перегиба продольного профиля (рис. 5.1).



Направление уклона

$\frac{82,19}{82,24}$	← Проектная отметка ← -0,5 - рабочая отметка ← Отметка земли	$\frac{8}{420,00}$	- Уклон, % - Расстояние, м
-----------------------	--	--------------------	-------------------------------

Рис. 5.1 Фрагмент плана вертикальной планировки участка городской территории.

На основании плана вертикальной планировки составляют технический проект (рис.5.2) в масштабе 1:1000 - 1:500. Кроме данных, указанных на плане вертикальной планировки, на проект выписывают отметки "чистого пола" и изображают рельеф местности в виде проектных горизонталей

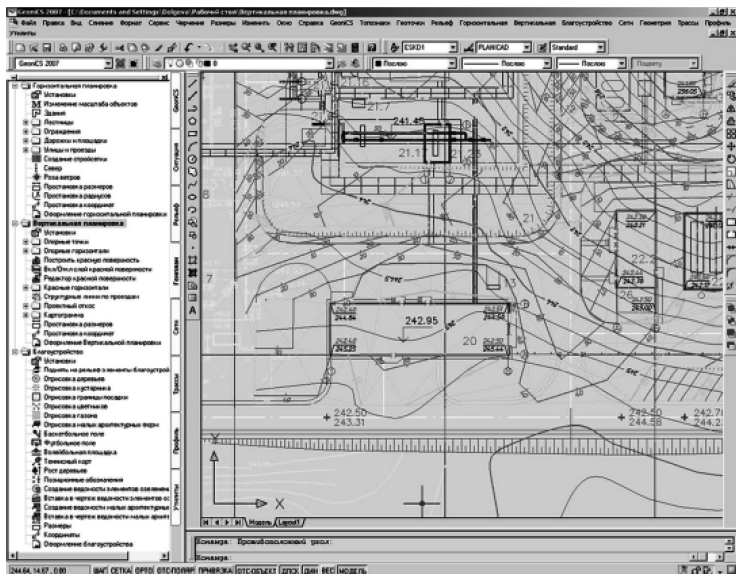


Рис.5.2 Фрагмент проекта вертикальной планировки

Используя проект вертикальной планировки местности, с помощью современных программных продуктов, например, GeonICS Топоплан-Генплан-Сети-Трассы — программного продукта, работающего на платформе AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, можно создать трехмерную пространственную модель местности (рис.5.3).

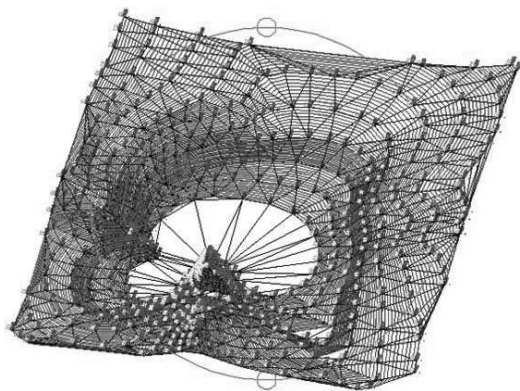


Рис. 5.3 Трехмерная визуализация модели рельефа

Для составления проекта вертикальной планировки выполняют следующие виды работ.

1. На плане участка застройки разбивают сетку квадратов с длиной стороны 10 - 20м.; в вершинах квадратов забивают колышки и нумеруют их: горизонтальные линии квадратов – буквами, а вертикальные – цифрами;

2. Нивелированием определяют отметки вершин квадратов.

При нивелировании поверхности с нескольких станций выбираются связующие точки, которые нивелируются с обеих соседних станций для того, чтобы отметки точек были получены в одной системе высот (рис.5.4).

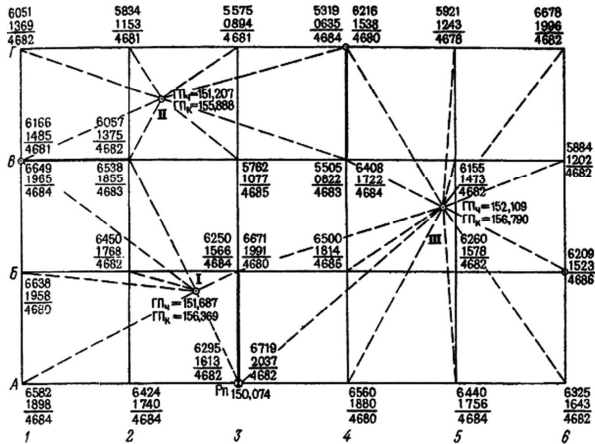


Рис.5.4 Схема нивелирования поверхности по квадратам

Контроль нивелирования опорного хода осуществляется при уравнивании превышений по равенствам (5.1):

$$fh = \sum h_{сп}; \quad fh_{доп} = \pm 10_{мм} \sqrt{n} \quad (5.1)$$

где n - количество станций.

Отметки точек хода вычисляются по формуле $H_2 = H_1 + h_{1-2}$. Затем, определив горизонты инструментов на станциях по формуле $\Gamma.И. = H_1 + a$, вычисляют высоты остальных вершин по равенству $H_N = \Gamma.И. - b$, где H_1 – отметка начальной точки хода, h_{1-2} - превышение, a и b отчеты по рейкам.

Полученные отметки вершин наносят на план и строят горизонтали путем графического или аналитического интерполирования (рис. 5.5).

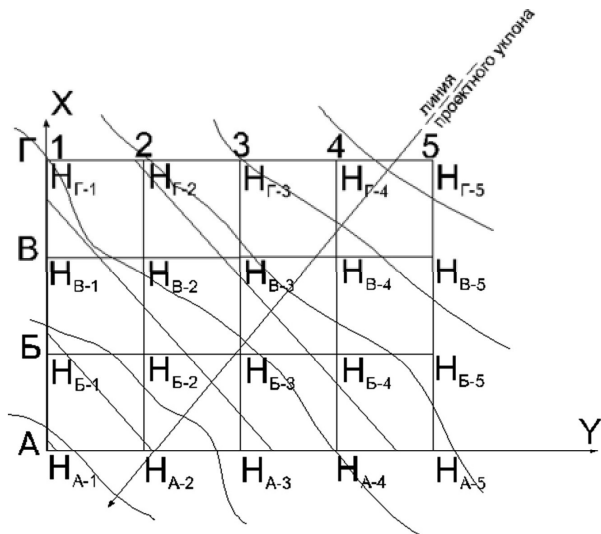


Рис. 5.5. Схема квадратов для вертикальной планировки

4. Затем вычисляют проектную отметку горизонтальной площадки с учетом нулевого баланса земляных работ по формуле(5.2) :

$$H_0 = \frac{\sum_1^n H_a + 2 \sum_1^n H_b + 4 \sum_1^n H_c}{4n} \quad (5.2)$$

где n - число квадратов; a - отметки точек, принадлежащих вершинам одного квадрата; b - отметки точек, принадлежащих двум квадратам; c - отметки точек, принадлежащих четырем квадратам (рис.5.6) .

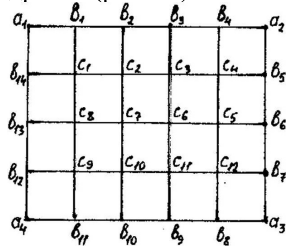


Рис. 5.6. Схема расположения точек для расчета H_0

4. Чтобы получить проектную отметку на местности, необходимо знать, сколько грунта в каждой вершине квадрата нужно срезать или засыпать. Для этого рассчитывают рабочую отметку как разность проектной и абсолютной отметок по формуле (5.3):

$$h_p = H_0 - H_{abc} \quad (5.3)$$

5. Полученные проектные отметки соединяют отрезками прямых линий. Линии, перпендикулярные к ним, будут указывать направление проектного уклона. Величина проектного уклона и высота сечения горизонталей задаются в проекте. На рис. 5.7 представлена картограмма земляных работ.

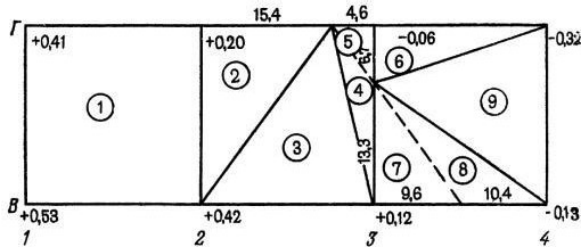


Рис. 5.7. Картограмма земляных работ

6. Затем определяют положение точек нулевых работ. Они располагаются на сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками. Это можно сделать двумя способами: аналитическим и графическим.

а) *аналитический способ* (рис. 5.8):

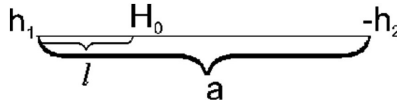


Рис.5.8 Аналитический способ определения точки нулевых работ

Расстояние до точки нулевых работ определяется по следующим формулам (5.4):

$$l_1 = \frac{ah_{p1}}{(h_{p1}-h_{p2})}; \quad l_2 = \frac{ah_{p1}}{(h_{p1}-h_{p2})} \quad (5.4)$$

где l_1 и l_2 расстояние от точек нулевых работ до вершин квадрата;

a – сторона квадрата;

h_{p1} и h_{p2} - абсолютные значения рабочих отметок концов стороны квадрата.

Контроль правильности вычислений осуществляют по формуле (5.5):

$$l_1 + l_2 = a; \quad (5.5)$$

Отложив на сторонах квадратов значения l , определяют положение точки нулевых работ по формуле (5.6):

$$l = \frac{a \cdot |h_1|}{|h_1| + |h_2|} \quad (5.6)$$

где a - длина стороны квадрата; h_1 , h_2 - абсолютные значения рабочих отметок двух соседних вершин квадратов.

б) *графический способ* (рис.5.9)

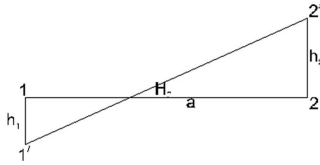


Рис. 5.9 Графический способ определения точки нулевых работ

Отложив от соответствующих сторон квадрата абсолютные значения рабочих отметок **h₁**, **h₂**, соединим полученные точки 1' и 2'.

Точка пересечения отрезков 1-2 и 1'-2' соответствует точке нулевых работ.

В целых квадратах объем выемки **V_B** и насыпи **V_H** подсчитываются по формулам (5.7) и (5.8):

$$V_H = 0,25 \cdot a^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (5.7)$$

$$V_B = 0,25 \cdot a^2 \cdot (|h_1| + |h_2| + |h_3| + |h_4|) \quad (5.8)$$

Если квадрат имеет разные знаки рабочих отметок (рис. 5.10), то объемы насыпей и выемок рассчитываются, для варианта – а) по формуле (5.9), для варианта – б) по формуле (5.10), для варианта – в) по формуле (5.11).

а)

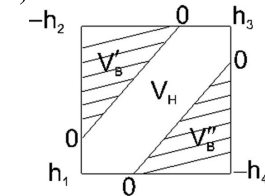
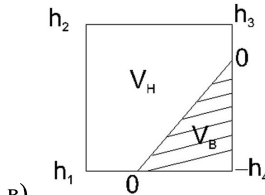
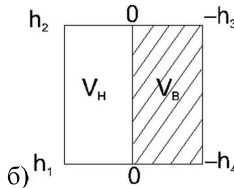


Рис. 5.10 Расчет объемов земляных работ при разных знаках рабочих отметок

$$\begin{aligned} \text{a) } V_H &= 0,125 \cdot a^2 \cdot (h_1 + h_2) \cdot \left(\frac{h_1}{h_1 - h_4} - \frac{h_2}{h_2 - h_3} \right) \\ V_B &= 0,125 \cdot a^2 \cdot (h_3 + h_4) \cdot \left(\frac{h_4}{h_4 - h_1} - \frac{h_3}{h_3 - h_2} \right) \end{aligned} \quad (5.9)$$

$$\begin{aligned} \text{б) } V_H &= 0,25 \cdot a^2 \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) - V_B \\ V_B &= 0,167 \cdot a^2 \cdot h_4 \cdot K_4 \end{aligned} \quad (5.10)$$

$$\begin{aligned} \text{в) } V_H &= 0,125 \cdot a^2 \cdot (h_1 + h_3) \cdot [2 - (K_2 + K_4)] \\ V_B &= V'_B + V''_B = 0,167 \cdot a^2 \cdot (K_2 \cdot h_2 + K_4 \cdot h_4) \end{aligned} \quad (5.11)$$

где **a** - размер сетки квадратов; **h1**, **h2**, **h3**, **h4** - рабочие отметки вершин квадратов; **VB**, **VH** - объем выемки и насыпи; **K2**, **K4** - коэффициенты, определяемые по формуле (5.12):

$$K_2 = \frac{h_2^2}{(h_2 - h_1) \cdot (h_2 - h_3)} \quad (5.12)$$

$$K_4 = \frac{h_4^2}{(h_4 - h_1) \cdot (h_4 - h_3)}$$

На практике объемы масс земли могут иметь форму различных геометрических фигур. Они рассчитываются по соответствующим формулам геометрии.

При больших объемах выемок и насыпей учитывают влияние остаточного разрыхления, увеличивая планировочную отметку на величину. Это рассчитывается по формуле (5.13):

$$\Delta h = \frac{V_B(K_{o,p} - 1)}{F_H + F_B} \quad (5.13)$$

где **V_B** - объем выемок, м³; **F_H** - площадь насыпей, м²; **F_B** - площадь выемок, м²; **K_{o,p}** - коэффициент остаточного разрыхления.

Баланс земляных работ определяют по разности суммарных объемов с учетом объема выемки от оснований сооружений и подземных коммуникаций. При подсчете баланса объем выемки умножают на коэффициент остаточного разрыхления грунта, который равняется 1.01-1.025- для песчаных грунтов, 1.015-1.05- для суглинистого грунта и 1.04-1.09- для глинистых грунтов.

Результаты подсчета заносят в ведомость (табл.5.1).

Таблица 5.1

Ведомость вычисления объемов земляных работ

№ фигур	Площадь фигуры, м ²	Средняя рабочая отметка, м	Объем земляных работ, м ³	
			Выемка(-)	Насыпь(+)
1.	400,0	+0,39		156,0
2.	154,0	+0,21		32,3
3.	200,0	+0,18		36,0
4.		
5.		
6.	200,0	-0,04	30,0	
	$\sum P_1 =$		$\sum (-V) =$	$\sum (+V) =$

Определение объема котлована

Для подсчета объема котлована (рис.5.11, а), вначале определяют его размеры следующим образом по формулам (5.14) и (5.15):

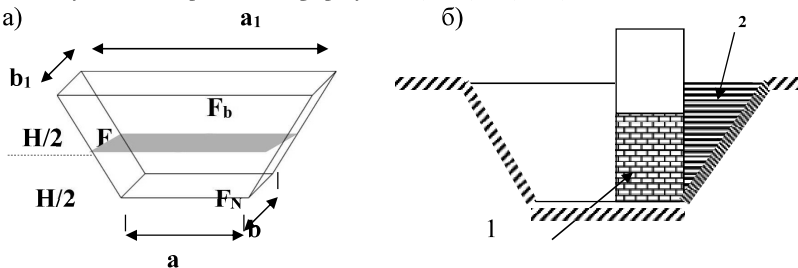


Рис. 5.11 Схема для определения объемов котлована (а) и обратной засыпки (б):

1—объем выемки; 2—объем обратной засыпки

$$a = A + 0,5x^2; \quad b = B + 0,5x^2; \quad (5.14)$$

$$a_1 = A + 2H; \quad b_1 = B + 2H, \quad (5.15)$$

где **a** и **b** - размеры сторон котлована по нижнему краю, м; **a₁** и **b₁** - размеры сторон котлована по верхнему краю, м; **A** и **B** - размеры нижней части фундамента, м; **0,5**-рабочий зазор от края фундамента до начала откоса, м; **H** - глубина котлована, вычисленная как разность между средней арифметической отметкой верха котлована и отметкой дна котлована, м;

Объем котлована определяют по формуле (5.16)

$$V_K = \frac{H [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]}{6} \quad (5.16)$$

Объем обратной засыпки пазах котлована определяют как разность объемов котлована и подземной части сооружения

Определение объема траншеи и других линейно-протяженных земляных сооружений

Объем подобных сооружений определяют с учетом продольного и поперечного профилей сооружения. С этой целью выделяют участки между точками перелома профиля по дну траншеи и по ее поверхности (рис. 5.12).

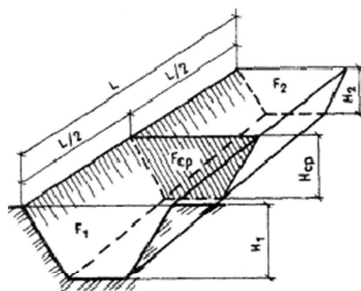


Рис. 5.12 Схема расчета объема траншеи

Для каждого из таких участков объем вычисляют отдельно, после чего их суммируют. Участок рассматривают как трапецеидальный призматойд (рис.4.12), приближенный завышенный объем которого рассчитывается по формуле (5.17), а приближенный заниженный объем которого рассчитывается по формуле (5.18):

$$V = \frac{(F_1 + F_2)L}{2} \quad (5.17)$$

$$V = F_{cp} \cdot L \quad (5.18)$$

где F_1 , F_2 - площади поперечного сечения в начале и в конце рассматриваемого участка; F_{cp} — площадь поперечного сечения на середине рассматриваемого участка, m^2 ; L - длина участка, m .

Подсчет объемов линейных сооружений можно вести по более точной формуле Ф. Ф Мурзо (5.19):

$$V = \left[F_0 + \frac{m(H_2 - H_1)^2}{12} \right] l \quad (5.19)$$

где H_1 , H_2 - глубина в начале и в конце участка, m ; m - заложение откоса.

При неправильном очертании поперечного сечения площадь его может быть определена графическим способом или планиметром. В этом случае достаточно точен и прост способ суммирования ординат, приведенный на рис.5.13.

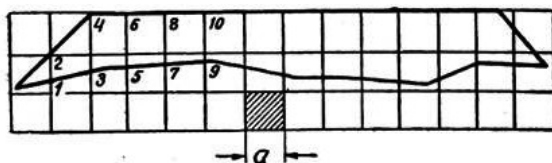


Рис. 5.13. Схема для графического способа подсчета площади поперечного сечения по ординатам.

Поперечное сечение вычерчивается в определенном масштабе на бумаге с квадратными клетками со стороной a , затем циркулем производится последовательное измерение ординат 1—2, 3—4, 5—6 и т. д. в пределах всего поперечного сечения с постепенным раскрыванием ножек циркуля так, чтобы раствор ножек механически наращивал сумму ординат. После последнего измерения раствор циркуля даст сумму ординат $n \times a$ и площадь $n \times a \times a$. Таким образом, $F = n \times a^2$.

Для подсчета объемов насыпей и выемок при планировочных работах план площадки разбивают на квадраты со стороной a (10—100 м) в зависимости от рельефа местности и требуемой точности подсчета (рис. 5.14 а).

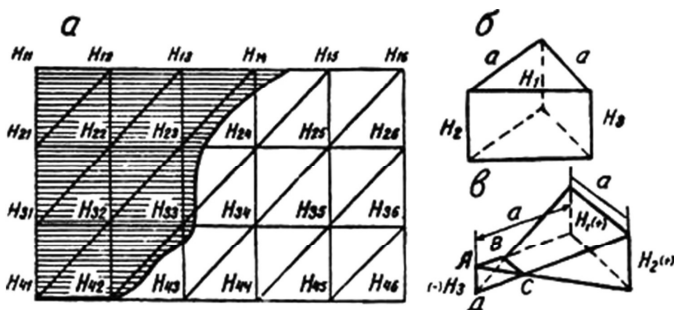


Рис. 5.14. Построение для подсчета объемов земляных работ методом треугольных призм:

а — план участка; б — треугольная призма;

в — призма с рабочими отметками, имеющими разные знаки.

Затем в углах каждого квадрата определяются рабочие отметки H_{11}, H_{12} и т. д., как разность между черными (отметками земли) и красными (планировочными) отметками.

Подсчитать объемы каждого квадрата можно способом треугольных или квадратных призм.

При способе треугольных призм каждый квадрат делится диагоналями на треугольники и затем определяется объем каждой треугольной призмы (рис.2.39 б) по формуле:

$$V_{\text{призмы}} = \frac{1}{6a^2} (H_1 + H_2 + H_3) \quad (5.20)$$

где V призмы — объем треугольной призмы, H_1, H_2, H_3 — рабочие отметки.

Формула применима для всех призм с отметками только положительными или только отрицательными (т. е. для призм, находящихся целиком в выемке или насыпи).

В случае, когда рабочие отметки частично положительные, а частично отрицательные (рис.2.39 в), для определения объемов насыпи и выемки подсчитывают отдельно объем трехгранной пирамиды АВСД (насыпи) по формуле (5.21):

$$V_{\text{пирамиды}} = \frac{1}{6} \frac{a_2 H_3^3}{(H_1 + H_3)(H_2 + H_3)} \quad (5.21)$$

где H_1, H_2, H_3 подставляются по абсолютному своему значению, а знак \pm определяется по знаку H_3 . Объем выемки определится из алгебраической суммы объемов $V = V_{\text{призмы}} + V_{\text{пирамиды}}$: $V = \frac{1}{6} a^2 H_1 + H_2 + H_3$, где H_1, H_2, H_3 подставляются соответственно со знаком $+$ или $-$.

Полный объем выемок и насыпей получается суммированием объемов призм.

ГЛАВА 6. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ НУЛЕВОМ ЦИКЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Нулевой цикл строительства – комплекс строительных работ по возведению подземной части сооружения.

Перед началом работ необходимо проверить сохранность закрепления основных осей, исходных реперов и рассчитать границы откосов котлована. В зависимости от свойств грунта, по табл. 6.1 определить наибольшую допустимую крутизну откосов котлована.

Таблица 6.1

ГРУНТЫ	Допустимая крутизна откосов котлована		
	Отношение высоты откоса к его заложению		
	Глубина выемки в м, до		
	1,5	3	5
Насыпные	1:0,67	1:1	1:1,25

Песчаные и гравийные влажные (не насыпные)	1:0,50	1:1	1:1
Глинистые:			
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0,25	1:0,50	1:0,75
Глина	1:0,25	1:0,25	1:0,50
Лессовые сухие	1:0,25	1:0,50	1:0,50
Моренные суглинистые	1:0,20	1:0,50	1:0,65
Песчаные, супесчаные	1:0,25	1:0,57	1:0,75

6.1 Расчет границ откосов котлована

Расчет выполняется по нижеприведенной схеме (рис.5.1) и по формулам (6.1) и (6.2):

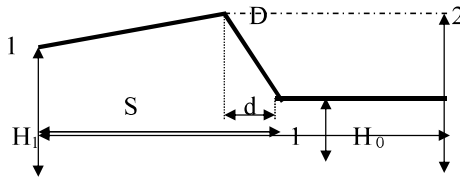


Рис. 5.1. Схема расчета границ откоса котлована

$$d = \frac{(H_1 - H_0 + I S)}{(I_0 + I)} \quad (6.1)$$

$$I = \frac{(H_2 - H_1)}{1} \quad (6.2)$$

где I_0 – заданный уклон.

Полученный результат « d » наносят на план и строят по нему очертания дна и откосов котлована. Точки « D » образуют линию нулевых работ.

Далее следует вынести в натуру границы котлована по внешнему и внутреннему контурам и передать отметку нуля на рабочий репер.

Перед началом разработки котлована у его бровки устанавливают треугольник-«визирку» и рассчитывают длину ходовой визирки для контроля заглубления с учетом недобора грунта для ручной доработки (рис.6.2).

$H_B = 51.15$

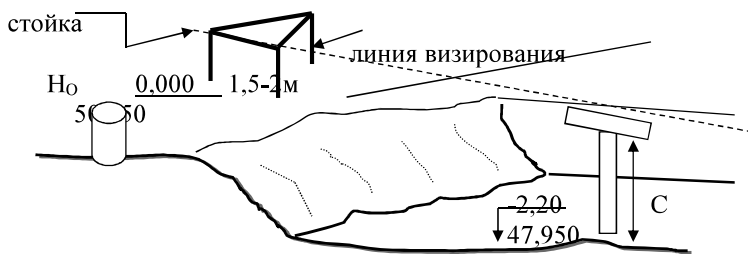


Рис. 6.2 Схема контроля глубины дна котлована

Числовой пример: $H_0 = 50,15$ – отметка нуля.; H_B – отметка стойки (0,5м над отметкой нуля). H дна котлована -2,20 м или 47,95м. $H_B = H_0 + 0,5м = 51,15м$;
 Длина ходовой визирки $C = H_B - H_{ДК} = 51,15 - 47,95 = 3,20м$.

6.2 Передача отметки на дно котлована

Чтобы определить, соответствует ли глубина котлована проектному значению, на его дно выносят проектную отметку.

Процесс передачи отметки на дно котлована показан на рис. 6.3

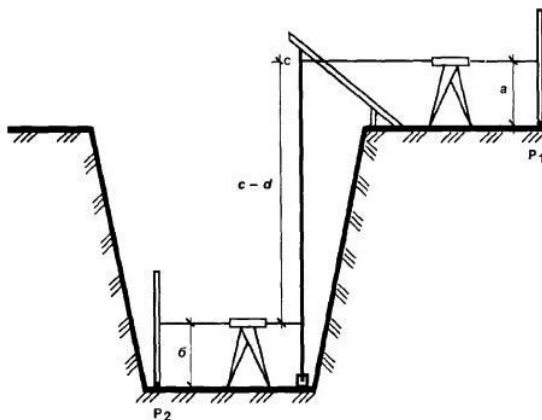


Рис. 6.3 Схема передачи отметки на дно котлована

Нивелир устанавливают между репером и откосом котлована. Берут отсчеты «а» по рейке, установленной на репере и «с» по рулетке, подвешенной на шесте. Затем нивелир переносят на дно котлована и вновь берут отсчет по рулетке «d» и рейке, установленной на колышке у дна котлована «в». Фактическая от-

метка репера P_2 (вершинки колышка на дне котлована) рассчитывается по формуле (6.3):

$$H_{P_2} = H_{P_1} + a - (c - d) - b \quad (6.3)$$

Кольшек, установленный на дне котлована, забивают или поднимают до тех пор, пока его верхняя грань не будет иметь проектную отметку дна котлована.

Разработку грунта механизированным способом прекращают за 5 - 10 см до проектной отметки, чтобы не нарушить целостность грунта. Доведение дна котлована до проектной отметки выполняется вручную. Для этого в небольших углублениях с помощью нивелира через 4 - 5 м по всей площади дна котлована забивают колья таким образом, чтобы их верхний срез находился на проектной отметке.

Если возникает необходимость контроля земляных оснований под фундаменты, зачищаемые вручную, то выполняют контроль точности высотного положения земляных работ с помощью геометрического, тригонометрического нивелирования или визирок.

Контроль глубины разработки котлована при помощи визирок выполняется в следующем порядке. На расстоянии 2 - 3 м от верхней бровки котлована на одной отметке H_b , укрепляют две постоянные визирки (рис. 6.4). Длину l контрольной визирки рассчитывают по проектной отметке H_o дна котлована и отметке верха постоянных визирок H_b , по формуле (6.4):

$$l = H_b - H_o \quad (6.4)$$

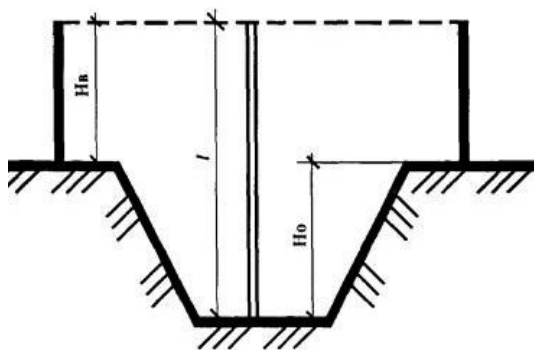


Рис. 6.4 Контроль глубины разработки котлована при помощи визирок

Изготовив визирку расчетной длины l , с ее помощью периодически в процессе зачистки дна котлована контролируют его глубину. Такой способ применяется при сравнительно неглубоких и нешироких котлованах.

Если котлован имеет значительные размеры, то эффективным контролем глубины является тригонометрическое нивелирование.

Контроль глубины разработки котлована способом тригонометрического нивелирования

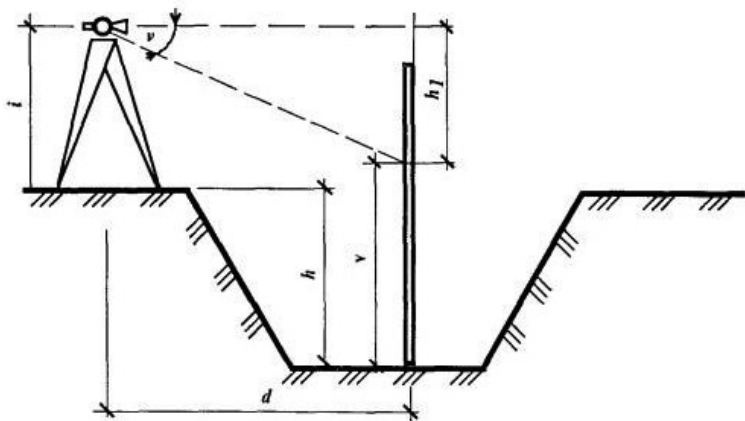


Рис. 6.5 Контроль глубины разработки котлована способом тригонометрического нивелирования

При контроле способом тригонометрического нивелирования для определения глубины котлована h измеряют вертикальный угол v и горизонтальное расстояние d с одной станции прибора. Формула имеет вид (6.5):

$$h = d \operatorname{tg} v + v - i, \quad (6.5)$$

где: i - высота прибора; v - высота визирования на рейку.

На практике высоту визирования стараются сделать равной высоте прибора, поэтому формула принимает вид: $h = d \operatorname{tg} v$.

При рытье глубоких и широких котлованов по мере их углубления отметки от репера постепенно передают по уступам на дно котлована способом геометрического нивелирования. Для контроля передача осуществляется дважды.

Неглубокие котлованы контролируются геометрическим нивелированием с одной станции с применением трех- или четырехметровых реек. Для этого нивелир устанавливают на бровку котлована и по рейке, поставленной на дно, берут отсчет «а» (рис. 6.6) Глубина котлована h вычисляется по формуле: $h = a - v$, где: v - высота инструмента.

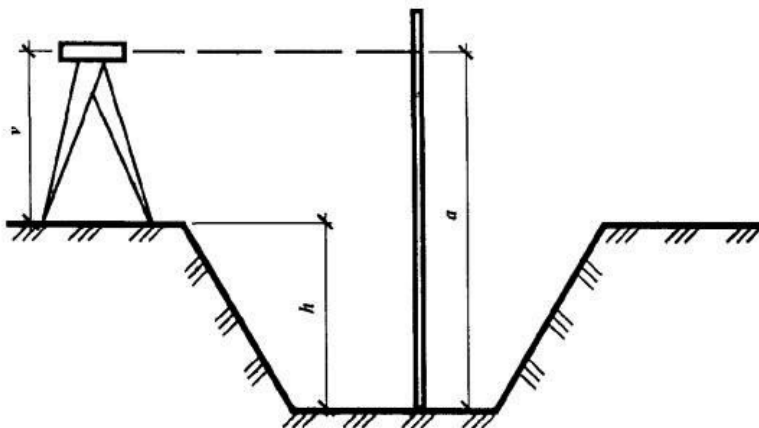


Рис. 6.6 Контроль глубины разработки котлована способом геометрического нивелирования

После окончательной зачистки дна котлована выполняют исполнительную съемку.

6.3 Исполнительная съемка котлована

Исполнительной съемкой называются геодезические измерения и построения, выполняемые после завершения отдельных этапов работ с целью определения фактического положения объекта или его элементов и составления исполнительной документации - чертежей, схем, планов

Для выполнения исполнительной съемки на дне котлована параллельно основным осям разбивают сетку квадратов со сторонами 5 - 10 м в зависимости от размеров котлована и геометрическим нивелированием определяют отметки их вершин (рис. 6.7).

Методы, порядок проведения и объем съемок устанавливают в соответствии с проектной документацией или ППР (ППГР).

При исполнительной съемке котлованов съемке подлежат бровки котлованов и границы его плоскостей. Верхняя и нижняя бровки снимаются при глубине свыше 3 м. В остальных случаях допускается снимать только нижнюю бровку.

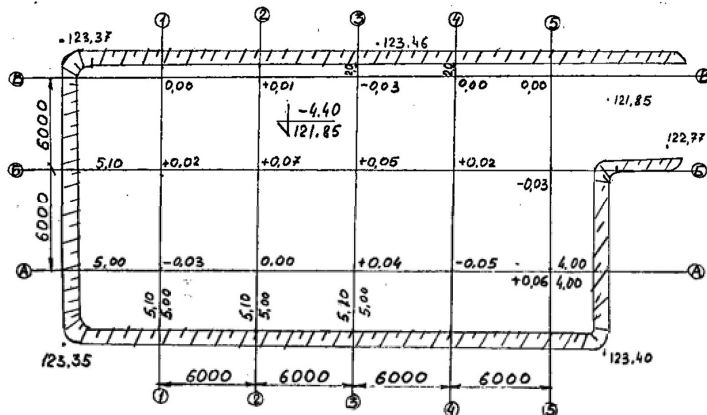


Рис. 6.7 Исполнительная схема котлована.

0,00 = 125,25.

(5.10; 1.15) факт. – расстояние от оси до (верхней, нижней) бровки;

(5.00 1.0) проект

+0,07 – отклонение дна котлована от проекта;

-5,40 – проектная отметка в осях А-В; 1-2

-4.40 – проектная отметка в осях А-В; 2-6. Отметки и размеры даны в метрах.

Нивелированию подлежат контуры котлована, перепады (изменения) отметок оснований под фундаменты.

6.4 Перенос осей на дно котлована

После разработки котлована на его дно выносят оси строящегося сооружения. Перенос осей выполняется в следующем порядке (рис. 6.8):

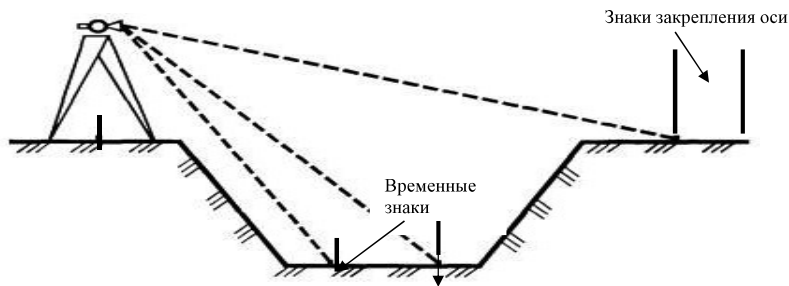


Рис. 6.8 Схема переноса осей на дно котлована

- 1) теодолит устанавливают над знаком закрепления оси, расположенным ближе к границе котлована. Трубу теодолита наводят на знак закрепления этой же оси на противоположной стороне котлована;
- 2) затем трубу теодолита опускают на дно котлована и выставляют по линии оси два временных знака;
- 3) трубу теодолита поворачивают на 90° и повторяют те же действия в перпендикулярном направлении;
- 4) для контроля необходимо промерить диагонали всех прямоугольников, образованных полученными осями.

Для устройства фундаментов зданий и сооружений необходимо произвести детальную разбивку осей и закрепить их на обносках

Обноска — горизонтальная доска с нанесенными на нее осями сооружения, которая устанавливается на двух столбиках на расстоянии 1 -1,5 м от грани котлована вне пределов работы землеройных машин (рис. 6.9).

Вид обноска и место ее расположения указывают на схеме размещения знаков.

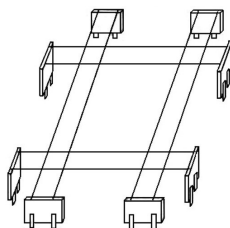


Рис. 6.9 Обноска для фиксирования осей сооружения

Обноска может быть сплошная, разреженная или створная (рис 6.10).

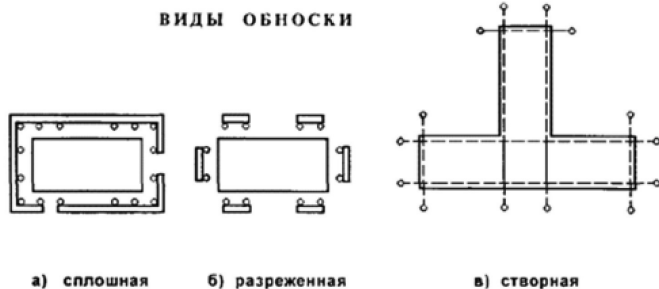


Рис. 6.10 Виды обносок

Сплошная обноска окаймляет все сооружение. Ее применяют при устройстве монолитных фундаментов с большим объемом опалубочных работ, при сложной конфигурации опалубки, при значительном числе устанавливаемых анкерных болтов, закладных деталей, арматурных выпусков.

Разреженную и створную обноску устанавливают по основным осям, температурным швам на расстоянии 18 - 24 м одна от другой. Такие обnosки применяют при устройстве сборных и свайных фундаментов, а также при возведении столбчатых монолитных фундаментов, расположенных на расстоянии 12 м и более один от другого.

Обноску устанавливают в 2 - 3 м от верхней бровки котлована. При котлованах глубиной 3 м и более обноску часто располагают в котловане вдоль его нижней бровки

Вынесенные на обноску оси подписывают и закрепляют гвоздями. Между гвоздями обносков одной оси натягивают проволоку.

6.5 Высотное обеспечение детальной разбивки котлована

На строительной площадке для каждого здания закрепляют не менее двух строительных (рабочих) реперов, а для многосекционных зданий - не менее одного строительного репера на две секции. При этом, рабочие реперы целесообразно совмещать со знаками внешней разбивочной сети здания, сооружения.

Рабочие реперы закладывают на глубину 1-1,2 м в виде забетонированных штырей, труб, а также стальных марок различных конструкций. Рабочий репер должен находиться на удобном для использования месте и давать возможность с одной станции нивелировать наибольшую площадь строительного объекта.

При котлованах большой глубины рабочие реперы необходимо дополнительно закладывать и в котлованах. Высотную отметку на реперы передают с помощью компарированной рулетки, подвешенной на кронштейне, и двух нивелиров.

Передачу высотных отметок на рабочие реперы производят замкнутым ходом, опирающимся на два репера высотной основы.

Тип рабочих реперов, места их установки указываются в геодезическом разделе ППР или в ППГР.

6.6 Геодезические работы при возведении фундаментов

По форме фундаменты делятся на *ленточные, свайные и сплошные* (рис. 6.11).



а) ленточный фундамент



б) свайный фундамент



в) сплошной фундамент

Рисунок 6.11 Виды фундаментов

6.6.1 Монтаж и исполнительная съемка ленточных сборных фундаментов

Сборные ленточные фундаменты состоят из отдельных блоков. Установку блоков в проектное положение производят по принятым ориентирам - рискам, штырям и т.д., установленным в местах пересечения осей здания (рис 6.12).

Перед укладкой блоков намечают середину каждого блока (установочные линии). Теодолит устанавливают над точкой закрепления оси, по которой нужно уложить блоки, и совмещая установочные линии фундаментов с осью сооружения, укладывают каждый отдельный блок (рис.6.13).

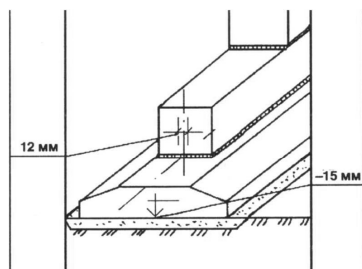


Рис. 6.12 Монтажные риски на ленточном фундаменте

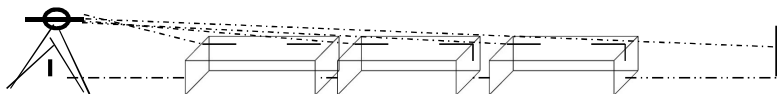


Рис. 6.13 Монтаж ленточных сборных фундаментов

После установки блоков верхнюю часть фундамента нивелируют и выравнивают для укладки плит перекрытия.

Фундаментные блоки можно укладывать с использованием струн или проволок закрепляющих оси сооружения (рис. 6.14)

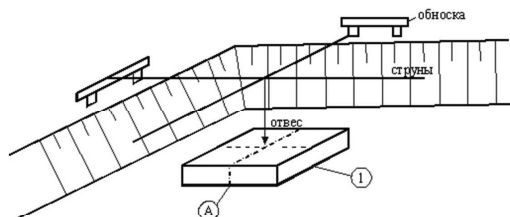


Рис. 6.14 Схема укладки блоков с помощью струн и отвеса

Допустимые отклонения:- осей фундаментных блоков относительно разбивочных осей - $\pm 10\text{мм}$; отметок верхних опорных поверхностей элементов фундаментов - $\pm 10\text{мм}$.

Для составления исполнительной схемы (рис. 6.16) фундаментов выполняют боковое нивелирование (рис.6.15) по периметру здания.

Теодолит центрируют над осевым знаком и ориентируют по оси. Затем, с помощью вертикальной нити сетки нитей, снимают отсчеты по рейке, уложенной горизонтально на фундамент – нулем на одну из граней фундамента. По отсчету и известной ширине фундамента определяют отклонения блоков от оси.

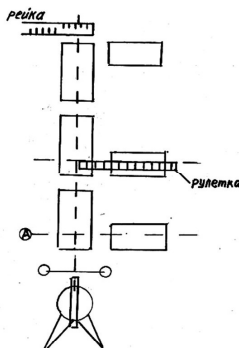


Рис. 6.15 Схема бокового нивелирования.

Примечание:

8 - величина и направление смещения оси блока относительно разбивочной оси;

-5 - отклонение от проекта отметок верхних опорных поверхностей;
Отклонения указаны в мм.

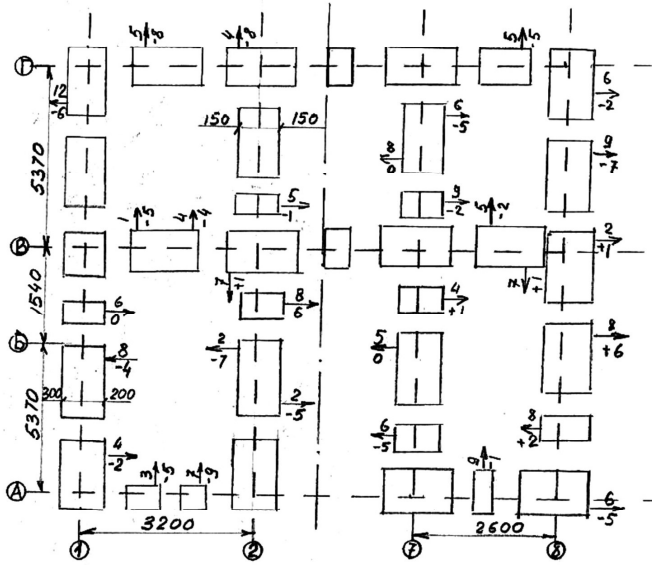


Рис. 6.16 Исполнительная схема ленточного фундамента

6.6.2 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка свайных фундаментов

Свайные фундаменты располагаются рядами или группами. При однорядном расположении свай, вдоль оси натягивают рулетку и, отмеряя проектные расстояния между сваями, забивают в этих местах колышки, которые показывают центр свай.

В случае расположения свай группами, намечают местоположение центра каждой группы, а от него рулетками отмеряют проектные расстояния до каждой отдельной сваи.

Работы выполняются в следующей последовательности:

- 1) изучают рабочие чертежи и вычисляют положение центров свай относительно разбивочных осей;

Разметку для укладки арматуры выполняют на внутренних гранях опалубки с точностью 20 – 30мм относительно проектного положения

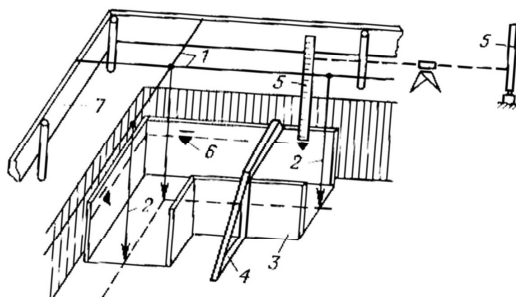


Рис. 6.19 Монтаж монолитных фундаментов

1- струны; 2- отвесы; 3- щиты опалубки; 4- крепления опалубки; 5- рейки; 6- отметка верха бетонирования; 7- обноска.

6.6.4 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка монолитного ростверка

Ростверк — верхняя часть фундамента, распределяющая нагрузку на основании. Ростверк выполняется в виде балок или плит, объединяющих оголовки столбов (свай) и служащих опорной конструкцией для возводимых элементов сооружения (рис.6.20).

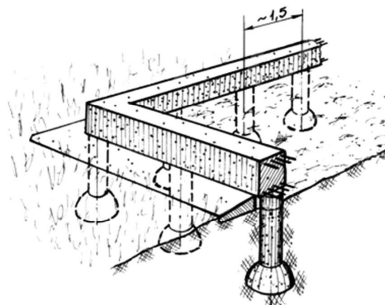


Рис.6.20 Монолитный ростверк

До начала работ по строительству монолитного ростверка от осей, закрепленных в котловане, нужно перенести на сваи и открасить на них ориентирные риски.

Относительно этих рисок, промерами устанавливают проектное положение опалубки. Затем, на опалубку выносят проектные отметки и отмечают их риской.

После окончания работ по бетонированию проверяют положение граней ростверка и его отметки. Затем на ростверк выносят оси сооружения и составляют исполнительную схему (рис.6.21).

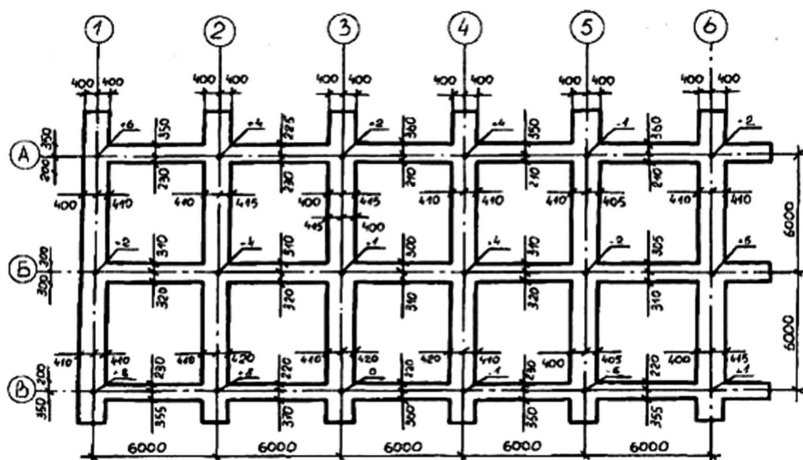


Рис. 6.21 Исполнительная схема монолитного ростверка

Примечания:

- ← 503 → 305 - фактические размеры в поперечном сечении ростверка, мм.
- +3 - отклонение отметки верхней грани ростверка от проекта, мм.

Допустимые отклонения от вертикали или от проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечения составляют на 1 м высоты – 5 мм; на всю высоту фундамента – 20 мм; отклонения осей опалубки от проектного положения фундаментов – 15 мм; во внутренних размерах опалубки – 5 мм.

6.6.5 Разбивка, монтаж и исполнительная съемка ж/б фундаментов под колонны

Способы установки фундаментов под несущие колонны зависят от особенностей их устройства. Под железобетонные колонны чаще всего используются фундаменты стаканного типа (рис. 6.22).

Перед установкой колонн в стаканы следует проверить их основные размеры и нанести линии симметрии по верху и низу каждой грани стакана и колонны.

Установка фундаментов заключается в совмещении осей симметрии стакана, колонны с осью сооружения. Сначала выносят оси на дно котлована. Затем, по этим осям, устанавливают и закрепляют опалубку. Опалубку устанавливают аналогично опалубке ленточных фундаментов. На стенки опалубки выносят проектные отметки дна стакана. При бетонировании необходимо следить, чтобы отклонение от проектной отметки допускалось только в сторону уменьшения (10 - 20мм). Отклонение в горизонтальной плоскости допускается не более 10 мм.

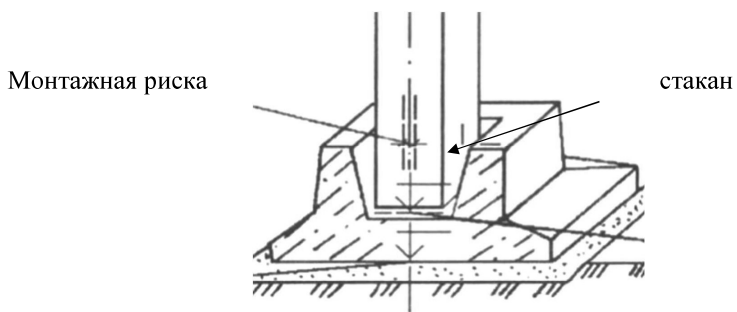


Рис. 6.22 Монтаж фундаментов под колонны

Если фундамент устанавливают для монтажа металлических колонн, то в фундаменте бетонируют анкерные болты для их крепления. Местоположение болтов должно точно соответствовать расположению отверстий в колонне. По окончании установки колонн выполняют исполнительную съемку (рис.6.23а,б).

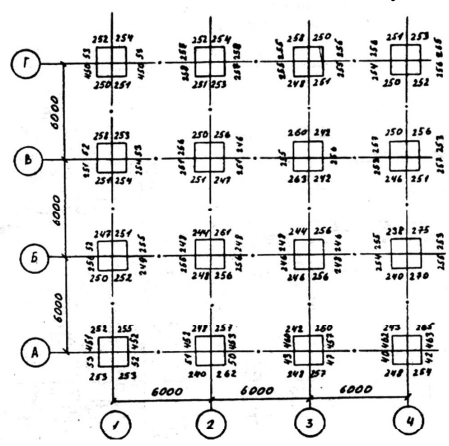


Рис. 6.23 а) Исполнительная схема фундаментов под ж/б колонны.

Примечание:

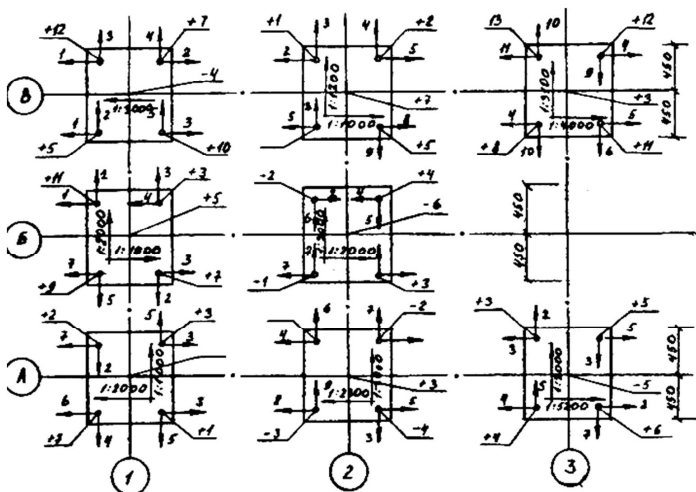
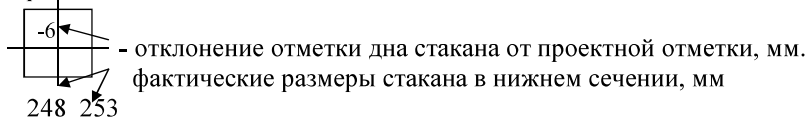


Рис.6.23 б). Исполнительная схема фундаментов под металлические колонны

- величина и направление смещения анкерного болта в плане, мм

↑ 4
2

↙ -3 - отклонение фактической поверхности фундамента или анкерного болта от проекта, мм

1:1000 - направление и тангенс угла наклона поверхности фундамента

6.6.6 Исполнительная съемка колонн

При исполнительной съемке колонн определяют отклонения оси колонны от продольной и поперечной осей здания. Отклонения колонны определяют методом бокового нивелирования (рис.6.24).

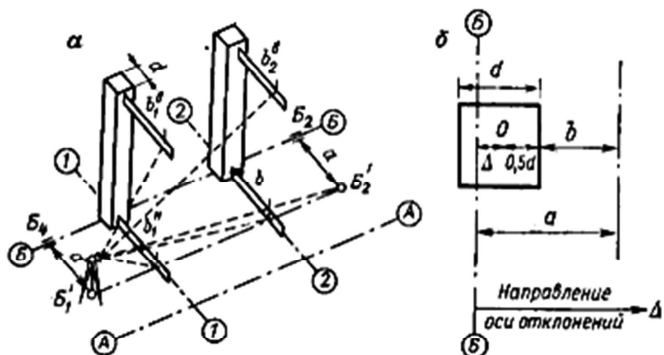


Рис. 6.24 Плановая исполнительная съемка колонн:
 а - схема бокового нивелирования ; б- исполнительный чертеж.

На рис.5.24 ,б видно, что отклонение Δ^H центра колонны О от разбивочной оси Б - Б в нижнем сечении по оси 1-1 равно (6.6):

$$\Delta^H = a - b_1^H - 0,5d \quad (6.6)$$

где d -толщина колонны; b_1^H - отсчет по рейке на оси 1-1 в нижнем сечении. Отклонения в верхнем сечении Δ^B вычисляют аналогично, но по отсчету b_1^B .

Величины допустимых предельных отклонений колонн показаны на рис.6.25.

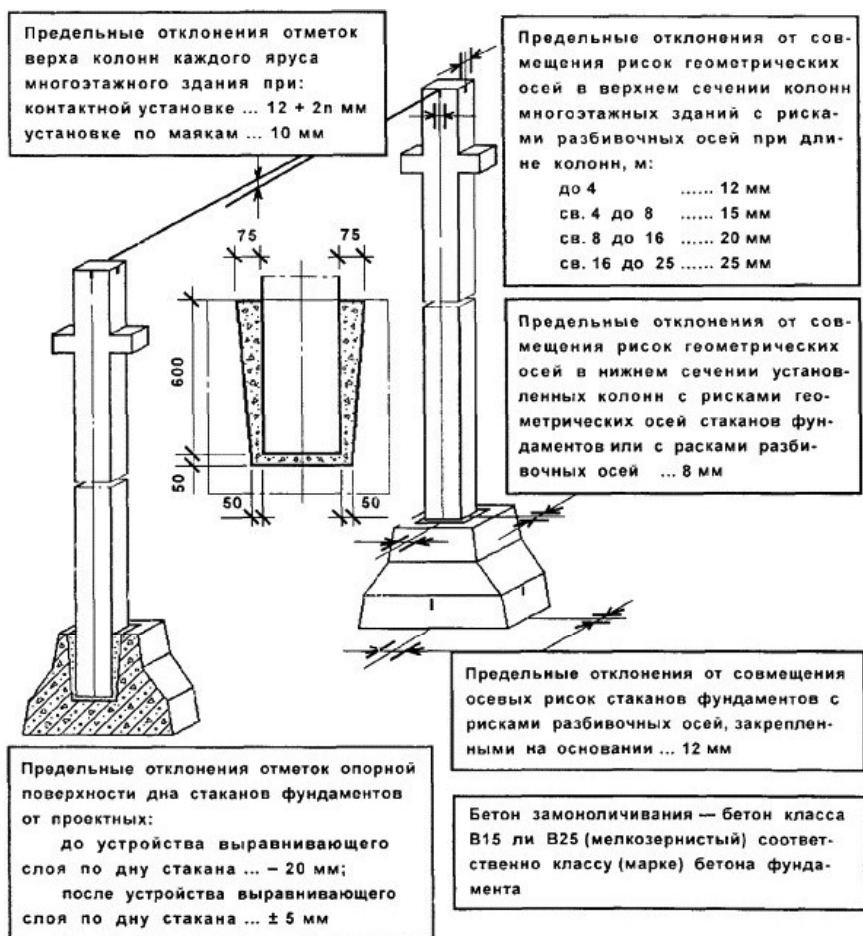


Рис. 6.25 Величины допустимых предельных отклонений колонн

Для контроля и повышения точности измерений толщину колонны измеряют по двум противоположным граням, а отсчеты берут по двум сторонам рейки. Аналогично производят съемку вдоль поперечных осей и определяют отклонения колонн от этих осей.

Работу завершают составлением схемы исполнительной съемки, на которой показывают оси здания, колонны и их отклонения в верхнем и нижнем сечениях от продольных и поперечных осей.

При высотной исполнительной съемке определяют отклонения опорных поверхностей колонны от проектного значения. Отметки опорных поверхностей определяют геометрическим нивелированием.

На рис.5.26 показана схема определения отметки верхней поверхности консоли. При этом заднюю рейку 3 устанавливают на строительный репер **Rp** 1, а переднюю рейку 2 подвешивают с помощью кронштейна 1 нулевым делением вверх на консоль колонны и берут отсчет **b**. При обработке вычисляют горизонт инструмента: $ГИ = H_{РП} + a$ и отметку консоли $H_i = ГИ + b$, где $H_{РП}$ - отметка строительного репера.

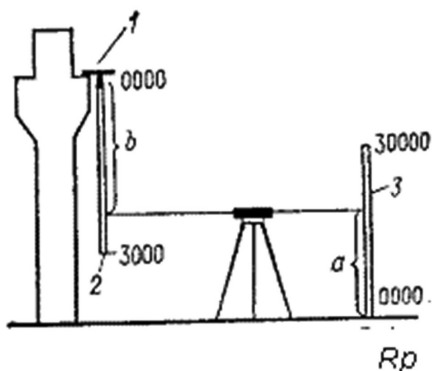


Рис. 6.26 Схема высотной исполнительной съемки колонн

Отклонения колонн по высоте вычисляют по формуле:

$$\Delta_i = H_i - H_{ПР} \tag{6.7}$$

где $H_{ПР}$ - проектная отметка опорной поверхности колонн.

Результаты высотной съемки выписывают на схему исполнительной съемки. Обычно схемы плановой и высотной съемок совмещают на одном чертеже.

6.6.7 Устройство фундаментов под оборудование

При устройстве фундаментов под оборудование работы выполняют в следующем порядке:

1) изучают рабочие чертежи, обращая внимание на то, чтобы привязки фундаментов осуществлялись к основным или промежуточным осям, а не к стенам здания, колоннам или другим фундаментам, т.к. ошибки в установке этих элементов скажутся на плановом положении фундаментов и оборудования;

- 2) на установленную опалубку переносят и открашивают оси оборудования;
- 3) после окончания работ по бетонированию выносят оси на фундамент;
- 4) производят исполнительную съемку (рис. 6.27).

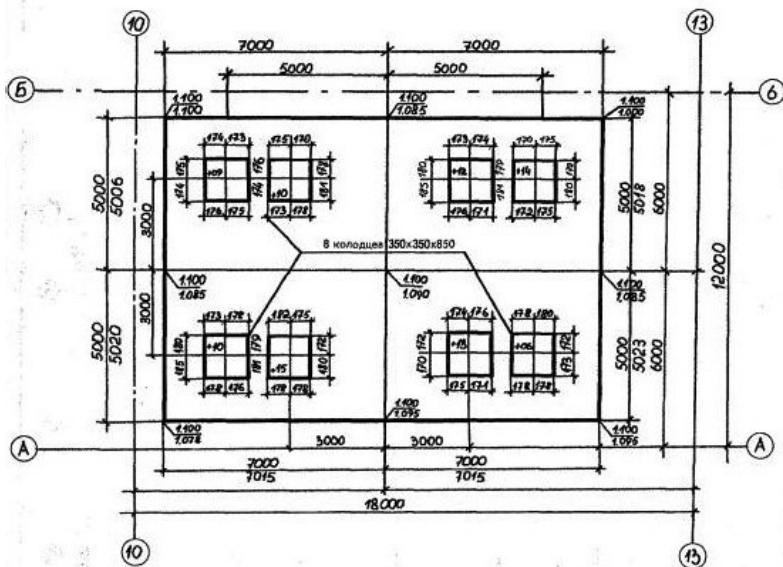


Рис.6.27 Пример исполнительной схемы фундаментов под оборудование

Точность работ при монтаже оборудования устанавливается на основании действующих стандартов и ведомственных нормативных документов.

ГЛАВА 7. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К МОНТАЖНЫМ РАБОТАМ

При подготовке к монтажу производят контроль геометрических параметров сборных конструкций. Для плоских элементов измеряют длину, ширину, диагонали и толщину детали. При измерениях используют стальные компарированные рулетки с миллиметровыми делениями. Для фиксации граней применяют уголковые фиксаторы (рис.7.1 а). Погрешности измерений не должны превышать 0.2 допуска на отклонение конструкции от проектного размера.

Отклонения сборного элемента от прямоугольной формы характеризуют разностью его диагоналей. При определении отклонений поверхности от плоскости используют специальные шаблоны. Шаблон прикладывают к проверяемой поверхности и линейкой измеряют зазоры между рабочей поверхностью шаблона и поверхностью конструкции (рис. 7.1, в).

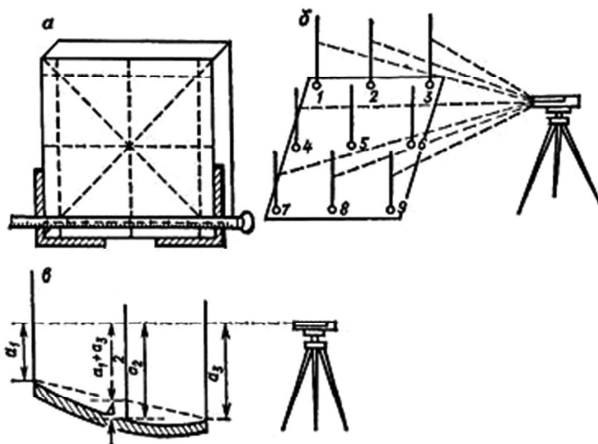


Рис. 7.1 Контроль геометрических параметров конструкций:
 а- схема измерений плоского элемента;
 б- схема расположения точек;
 в- определение отклонений.

Для проверки крупных конструкций используют геометрическое нивелирование. Конструкцию укладывают так, чтобы проверяемая поверхность располагалась приблизительно горизонтально. В девяти ее точках устанавливают рейку и производят отсчеты по нивелиру (рис 7.1,б).

При определении отклонений от плоскости сравнивают отсчеты по восьми линиям: 1-3, 4-6, 7-9, 1-7, 2-8, 3-9, 1-9 и 3-7. Для каждой из них вычисляют отклонения Δ средней точки от прямой, соединяющей крайние точки. Это отклонение можно вычислить с помощью отсчетов по рейке а (рис.7.1, в) по формуле (7.1):

$$\Delta_{1-3} = a_2 - \frac{a_1 + a_3}{2} \quad (7.1)$$

Все полученные отклонения сравнивают с допусками на изготовление конструкций и делают заключение о их качестве и пригодности к монтажу.

Контролю подвергаются наиболее ответственные конструкции. Одновременно с промерами на сборные конструкции наносят установочные риски, по которым при монтаже устанавливают сборный элемент в проектное положение. Обычно рискю обозначают геометрическую ось конструкции, например, ось колонны. При этом измеряют ширину колонны в ее нижнем и верхнем сечениях, а риску наносят на середине грани (рис.7.2,а).

Разметку навесных стеновых панелей производят нанесением рисок 1 для установки ее по высоте и рисок 2 для установки в направлении оси здания (рис.6.2 , б).

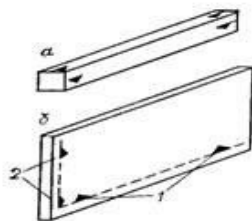


Рис. 7.2 Разметка конструкций рисками: а - колонны, б - панели.

После предварительной установки и временного закрепления конструкции выполняется *выверка конструкций*, т.е. введение ее небольшими перемещениями в проектное положение. Точность установки элементов в проектное положение зависит от вида конструкции, типа сооружения и регламентируется «Строительными нормами и правилами» (СНиП), техническими условиями на возведение сооружения и задается в проекте производства геодезических работ (ППГР). В таблице 7.1 приведены значения средних квадратических ошибок для ряда монтажных работ.

Таблица 7.1
Средние квадратические ошибки монтажных работ

Наименование работ	Средняя квадратическая ошибка измерений, мм
Контроль установки п л а н о в о г о положения конструкций (относительно разбивочных осей):	
осей анкерных болтов и ж/б стаканов	2
осей металлических и ж/б колонн	1
осей балок, ферм, ригелей	2
осей стеновых панелей и блоков	1

Контроль установки в ы с о т н о г о положения конструкций (относительно проектного горизонта):	
опорных поверхностей металлических колонн	1
-//- ж/б колонн	2
опорных площадок балок, ферм, ригелей	2
опорных поверхностей стеновых панелей, блоков	1
Контроль вертикальности осей конструкций (отклонение от вертикали в верхнем сечении); осей металлических и ж/б колонн	
а) высотой до 5м	2
б) высотой 5 -15 м	3
в) свыше 15 м	Менее 7мм
осей колонн в многоэтажных зданиях (n – число этажей)	$2 \sqrt{n}$
осей стеновых панелей и блоков	1
Выверка планового и высотного положения технологического оборудования	1-0,5

После завершения любого этапа строительных работ производят исполнительную съемку, обращая особое внимание на соответствие проекту планового и высотного положения закладных частей (анкерных болтов, опорных плит), отверстий для коммуникаций, колодцев, проемов.

Выявленные недопустимые отклонения от проекта, устраняют, доводят опорные плоскости до проектной отметки и только после этого приступают к монтажным работам, установке в проектное положение строительных конструкций и технологического оборудования.

ГЛАВА 8. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ СООРУЖЕНИЯ

8.1 Перенос осей и отметок на монтажный горизонт

Перед возведением надземной части сооружения оси сооружения переносятся на бетонную подготовку под полы, а затем на вышележащие монтажные горизонты (рис. 8.1). При строительстве зданий небольшой этажности оси закрепляют непосредственно на верхнем срезе цоколя. Для этого теодолит устанавливают над одним из знаков закрепления основной оси, ориентируют теодолит на другой знак этой же оси, переводят трубу через зенит (на 180°) а затем на цоколе здания отмечают осевые риски. Работу выполняют при двух положениях верти-

кального круга. Плановая разбивочная основа на исходном монтажном горизонте строится с точностью на класс выше точности, требуемой на других монтажных горизонтах. В дальнейшем, по мере возведения здания риски на цоколе служат для переноса осей на вышележащий монтажный горизонт.

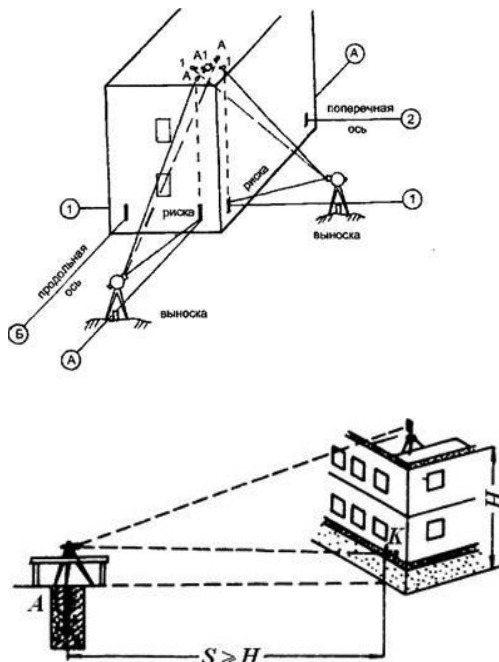


Рис. 8.1. Схема переноса осей на монтажный горизонт

Туда же, на исходный монтажный горизонт с помощью нивелира наносят отметку, принимаемую за ноль.

После окончания бетонных работ производят нивелировку по квадратам пола и оснований монтажных горизонтов со стороны квадрата 3х3м. Затем составляют исполнительную схему (рис. 8.2)

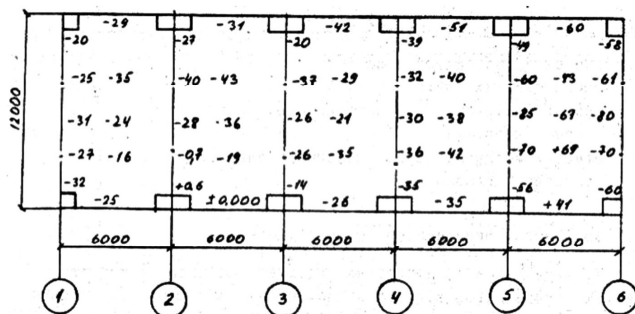


Рис. 8.2 Исполнительная съемка бетонной подготовки под полы.

Примечание:

Проектная отметка верха бетонной подготовки – 0,030м. Съемка произведена относительно 0,000 в мм.

Среднюю квадратическую погрешность проектирования точки плановой сети на монтажный горизонт m_{np} при двух положениях вертикального круга теодолита вычисляют по формуле (8.1):

$$m_{np} = \sqrt{\frac{0,25h^2\tau^2}{\rho^2} + \frac{3600S^2}{\rho^2V^2} + \frac{l^2m_{\text{св}}^2}{S^2+m_{\text{ф}}^2}} \quad (8.1)$$

где h - высота, на которую проектируется точка; S - расстояние от теодолита до проектируемой точки; τ - цена деления цилиндрического уровня при горизонтальном круге теодолита; l - отклонение проектируемой точки от вертикали, проходящей через точку плановой основы; V - увеличение зрительной трубы теодолита; $m_{\text{св}}$, $m_{\text{ф}}$ - средние квадратические погрешности установки теодолита в створ и фиксации проектируемой точки на монтажном горизонте; $\rho = 206265''$

При возведении *высотных сооружений*, вынос осей на монтажный горизонт выполняют методом вертикального проектирования. Он основан на применении оптических отвесов различных конструкций.

При работе этим методом в отверстие на монтажном горизонте закладывается координатная палетка на прозрачной основе (рис. 8.3).

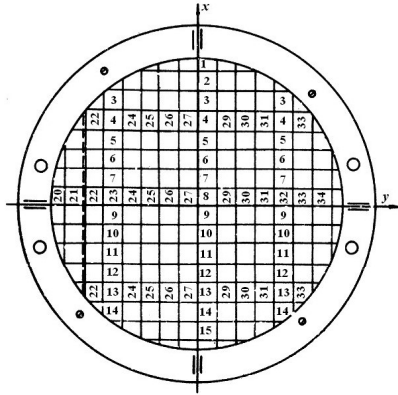


Рис. 8.3 Координатная палетка

На палетку с помощью оптических центрировочных приборов передают положение точки, лежащей на нулевом горизонте (рис. 8.4).

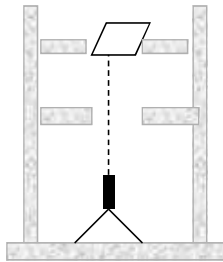


Рис. 8.4 Передача положения точки на вышележащий монтажный горизонт

Затем, по точкам, вынесенным на монтажный горизонт, прокладывают контрольный теодолитный ход (рис. 8.5) и промеряют диагонали всех получившихся прямоугольников

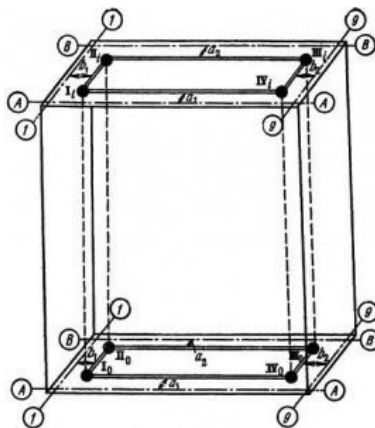


Рис. 8.5. Схема проецирования точек с исходного на монтажные горизонты

После контроля разбивочные оси и установочные риски закрепляют на перекрытиях монтажного горизонта несмываемой краской ярких цветов, керном на закладных деталях сборных железобетонных конструкций или дюбель гвоздями. На рис. 8.6 приведен пример построения разбивочных осей:

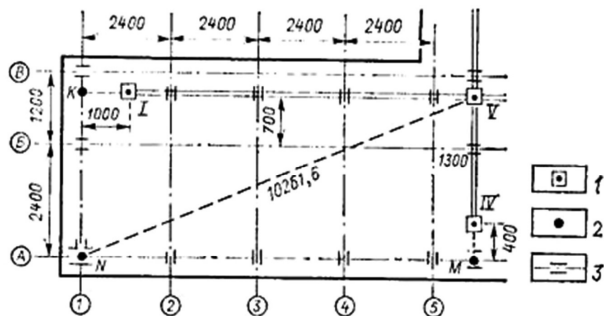


Рис. 8.6 Схема детальной разбивки осей на монтажном горизонте

По створам сторон сети V-I и V-IV откладывают проектные отрезки, равные соответственно 1000 и 400 м и получают точки К и М. Линейной засечкой с точек К и М и пункта V получают точку N. По створам линий NM и KV откладывают проектные отрезки 2400 мм и получают поперечные оси 1-1, 2-2, 3-3 и т.д.

К закреплению осей на монтажном горизонте предъявляются высокие требования. Оси должны быть закреплены так, чтобы ошибка их положения была меньше заданных допусков на монтажные работы. Закрепление осей должно быть

долговечным и служить надежной опорой не только в процессе монтажных работ, но и для проведения исполнительных съемок.

Среднюю квадратическую погрешность положения спроектированной точки m_{np} можно вычислить по формуле (8.2):

$$m_{np} = \sqrt{\left(\frac{h^2}{\rho^2}\right) \left(m_{\phi}^2 + \frac{400}{v^2}\right) + m_{ц}^2 + m_{\phi}^2} \quad (8.2)$$

где h - превышение между исходным и монтажным горизонтами;
 v - увеличение зрительной трубы; m_{ϕ} - погрешность приведения визирной оси прибора в отвесное положение; $m_{ц}$ - погрешность центрирования прибора над проектируемой точкой; m_{ϕ} - погрешность фиксации точки на палетке.

Погрешность приведения визирной оси в отвесное положение для приборов с компенсаторами берут из паспорта прибора, для приборов с цилиндрическим уровнем вычисляют по формуле, $m_{\phi}=0,5r$; где r - цена деления уровня.

Перенесение осей на монтажный горизонт можно выполнить и с помощью лазерного прибора. Работа в этом случае выполняется в той же последовательности.

Точность вертикального проектирования m лазерным геодезическим прибором с визуальной регистрацией пятна вычисляется по формуле (8.3):

$$m = \sqrt{m_{ц}^2 + m_{цп}^2 + m_{\phi}^2 + \frac{h^2 m_{\phi}^2}{\rho^2} + m_{н}^2} \quad (8.3)$$

где $m_{ц}$ - погрешность центрирования прибора; $m_{цп}$ - погрешность определения центра пятна; m_{ϕ} - погрешность фиксации центра пятна на мишени; m_{ϕ} - погрешность приведения лазерного луча в отвесное положение; $m_{н}$ - погрешность наклона оси вращения прибора.

Для переноса отметок, на каждом этаже устанавливают один или два репера. Реперы устанавливают в фундаментах, на колоннах и других несущих конструкциях.

Рабочими реперами служат закладные детали в смонтированных конструкциях, монтажные петли плит перекрытий, дюбели, горизонтальные открашенные риски на конструкциях (рис. 8.7).

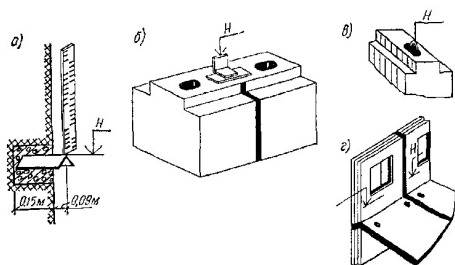


Рис. 8.7 . Знаки закрепления высотной разбивочной сети:
 а - стенной репер в виде угольника; б - металлическая плашка;
 в - монтажная петля; г - откраска на панели

При перенесении отметок с исходного горизонта на монтажный, отметки исходного горизонта принимаются стабильными, независимо от того, появились осадки у сооружения или нет. Перенесение отметок осуществляется методом геометрического нивелирования с помощью двух нивелиров и подвешенной рулетки (рис. 8.8).

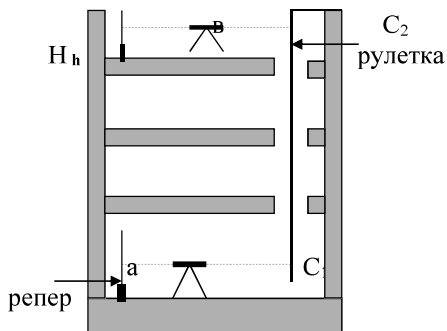


Рис. 8.8 Передача отметок на монтажный горизонт

Отметку рабочего репера на монтажном горизонте H_h определяют по формуле (8.4):

$$H_h = H_{и} + a + (c_2 - c_1) - b \quad (8.4)$$

где $H_{и}$ - отметка репера на исходном горизонте;

a - отсчет по рейке, установленной на репере исходного горизонта;

c_2 - отсчет по рулетке на монтажном горизонте;

c_1 - отсчет по рулетке на исходном горизонте;

b - отсчет по рейке, установленной на репере монтажного горизонта.

При расчете отметки репера на монтажном горизонте необходимо учитывать поправки за компарирование и температуру рулетки при измерении.

Передача отметок на высокие части сооружения

Передача отметки с помощью рулетки и нивелира. К месту передачи отметки на шесте подвешивают рулетку (рис.8.9 а). Внизу с помощью нивелира берут отсчеты: a - по рейке, стоящей на репере R_p , и d - по рулетке. Затем берут отсчеты: c - по рулетке и t - по рейке, установленной на точке T , высоту которой определяют. Отметка точки T равна: $H_t = H_{Rp} + a + (c - d) - t$

Передача отметки с помощью лазерной рулетки и нивелира. Лазерной рулеткой 1 (рис.8.9, б) измеряют длину L отвесной линии между закрепленной внизу точкой 3 (верхом кола, штыря или пластины) и нижней поверхностью закрепленной наверху пластины 2. Нивелиром на станции $N1$ измеряют превышение $h1$ точки 3 над репером и на станции $N2$ - превышение $h2$ определяемой точки T над

нижней плоскостью пластины 2. Высота точки Т определится по формуле $H_T = H_{Rp} + h_1 + L + h_2$.

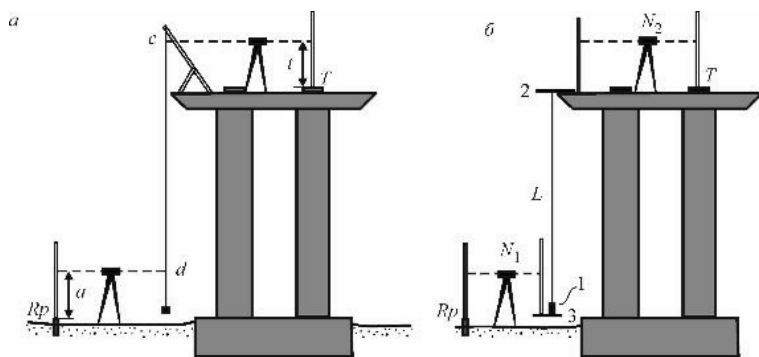


Рис.8.9 Вынос отметки на высокое сооружение:

а – нивелиром и рулеткой; б – нивелиром и лазерной рулеткой

Передача отметки электронным тахеометром. На репере или иной точке с известной отметкой устанавливают электронный тахеометр. Наверху, на точке, высоту которой требуется определить, устанавливают отражатель. Наведя трубу тахеометра на отражатель, выполняют измерения и по формуле тригонометрического нивелирования вычисляют высоту H_T точки, на которой установлен отражатель: $H_T = H_{Rp} + S \sin v + k - l$, где S – наклонное расстояние; v – угол наклона; k – высота прибора; l – высота отражателя.

Электронным тахеометром вычисления выполняются автоматически.

8.2 Геодезические работы при монтаже панелей перекрытия и лестничных клеток

При возведении *крупнопанельных зданий* в первую очередь монтируют лестничную клетку и лифт. После этого, в проектное положение устанавливают угловые панели.

Перед началом монтажа перекрытий и лестничных маршей проверяют соответствие отметок и размеров площадок опираний ранее смонтированных конструкций.

Монтаж стеновых панелей следует производить от ориентирных рисков. Разметку ориентирных рисков необходимо выполнять от точек базисной осевой системы на монтажном горизонте (рис. 8.10).

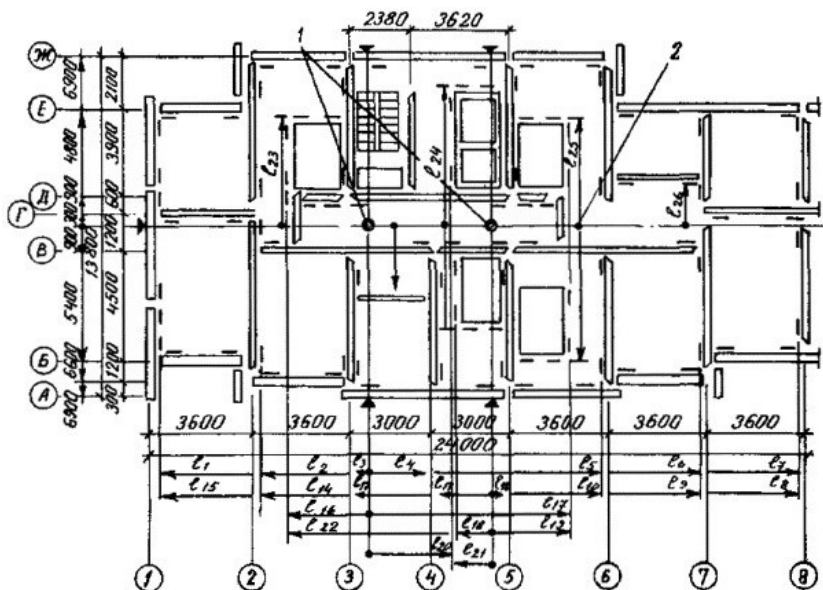


Рис. 8.10 Схема разметки ориентирных рисков:

1 - точки базисной осевой системы БОС;

2 - линии, от которых производится разбивка

Для каждой стеновой панели следует наносить три риска: две в продольном направлении и одну в поперечном (рис.8.11). Как правило, риски выносятся с одинаковым смещением на 200 мм.

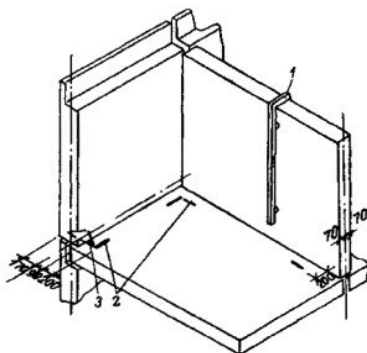


Рис. 8.11 Схема нанесения на перекрытие ориентирных рисков до монтажа стеновых панелей:

1 - рейка с уровнем; 2 - продольные ориентирные риски;

3 - поперечные ориентирные риски

Схемы размещения рисок должны приводиться в ППГР на разбивочных схемах. Ориентирные риски для монтажа следует указывать для всех несущих и ограждающих стеновых панелей, а также лифтовых шахт и сантехкабин.

Для каждого объемного элемента лифтовой шахты следует выносить ориентирные риски в двух взаимно перпендикулярных направлениях, как показано на рис 8.12 .

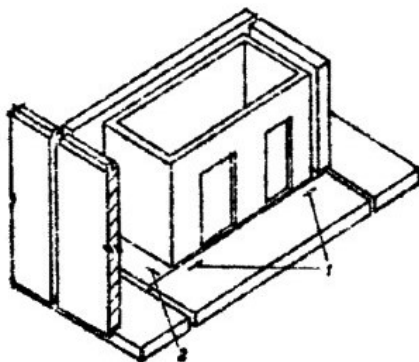


Рис. 8.12 Схема расположения ориентирных рисок при установке объемных элементов шахт лифтов:

- 1 - риски в продольном направлении;
- 2 - риска в поперечном направлении

Проверку правильности установки объемных элементов лифтовых шахт, сантехнических кабин следует производить аналогично проверке стеновых панелей.

Монтаж железобетонных панелей стен и перегородок

1. Перед монтажом панелей стен и перегородок необходимо изучить исполнительную съемку.
2. От осей здания, поднятых на монтажный горизонт, производят разметку рисок, по которым будут устанавливаться панели.
3. Установка панелей в вертикальное положение осуществляется отвесом по двум ее граням (рис 8.13).

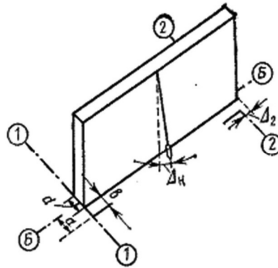


Рис.8.13 Схема установки стеновых панелей в вертикальное положение

Планово-высотную выверку несущих панелей стен и перегородок на перекрытии каждого этажа производят следующим образом: от осей, вынесенных на перекрытие, разбивают параллельные линии (рис. расстояние «в»), закрепляют их рисками у начала и конца панелей на расстоянии примерно 200мм. От этих рисок производят монтаж панелей, затем геодезическую съемку их положения в плане и в вертикальной плоскости.

Съемку производят по четырем точкам (двум внизу и двумверху), находящимся у грани каждой панели.

Положение низа панели (рис.8.13, расстояние «а») проверяют непосредственным промером от рисок. Вертикальность панели - боковым нивелированием или отвесом. На исполнительной съемке этажа показывают направление и величину отклонения двух крайних точек каждой панели от разбивочной оси (допустимая величина 4 мм) и от вертикали (5 мм), причем выделяют панели, оси которых установлены с нарушением этого допуска.

Все панели настила перекрытия этажа нивелируют и на исполнительной схеме показывают отклонения от отметки монтажного горизонта каждого из четырех углов панели. Выравнивание при настиле полов позволяет допускать разность в отметках верхней поверхности двух смежных элементов до 8 мм.

Серьезного внимания требует монтаж лоджий. После предварительной установки стенки лоджий сразу же должна быть произведена выверка ее положения по оси и по вертикали. При этом отклонение оси панели стены лоджий в плане относительно поперечных разбивочных осей допускают 4 мм, а по вертикали 5 мм в пределах этажа. Планово-высотная исполнительная съемка является основой для приемки этажа.

При разбивке 9-12 этажных крупноблочных зданий на каждом этаже геодезисты проверяют правильность установки в плане и по высоте маячных блоков по углам здания. Затем проверяют правильность установки по ним простеночных блоков продольных и торцовых стен.

После монтажа блоков внутренних стен производят поэтажную проверку правильности положения стен от разбивочных осей (допустимые отклонения 10

мм) и выборочно их вертикальность (отклонение от вертикали в пределах этажа допустимо не более 10 мм, а на весь дом - 30 мм). В процессе укладки перекрытий проверяют их планово-высотное положение. При этом важно учесть смещения торцовых плоскостей от осям поперечных несущих стен и показать эти смещения на исполнительной схеме.

По окончании работ производят исполнительную съемку стеновых панелей (рис. 7.14), панелей перекрытия (рис. 8.15) и лифтовых шахт (рис.8.16).

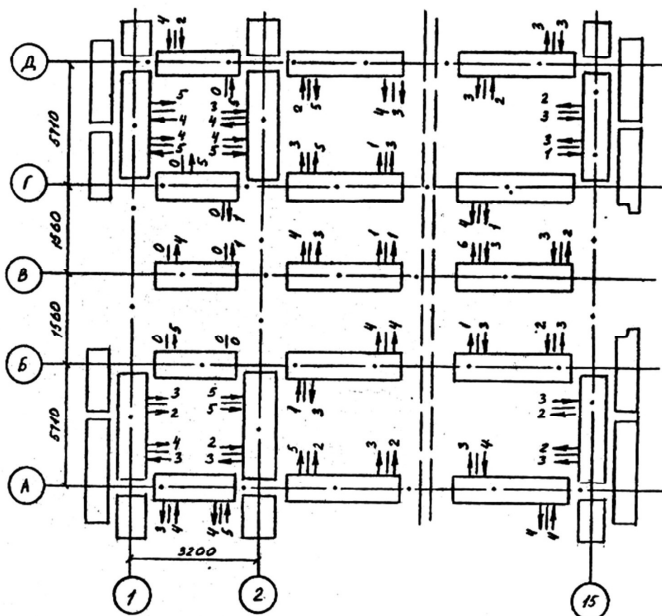


Рис. 8.14 Исполнительная схема панелей стен и перегородок

Примечание:

$\xrightarrow{4}$ - в числителе даны отклонения плоскостей стеновых панелей в верхнем сечении в мм.; В знаменателе – отклонения граней панелей в нижнем сечении относительно разбивочных осей, мм.
 $\xleftarrow{6}$

Допустимые отклонения:

1. Отклонение панелей от вертикали – 10 мм.
2. Уступ между смежными гранями панелей в плоскости – 4мм

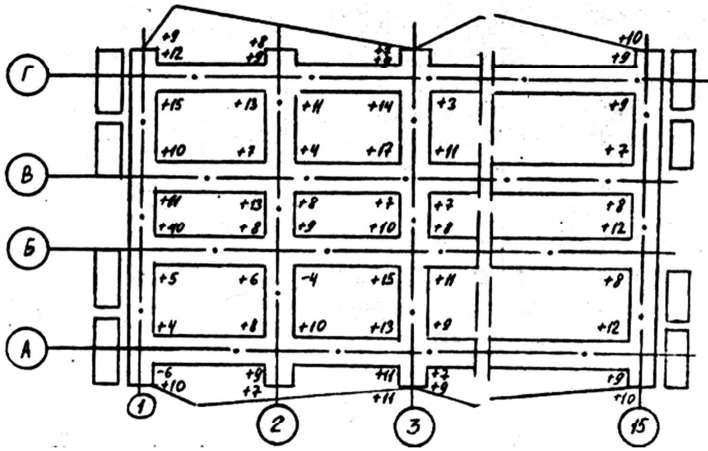


Рис. 8.15 Исполнительная схема панелей перекрытия.

Примечание:

+12 – отклонение отметки лицевой поверхности плит перекрытий и лестничных площадок относительно проектной отметки.

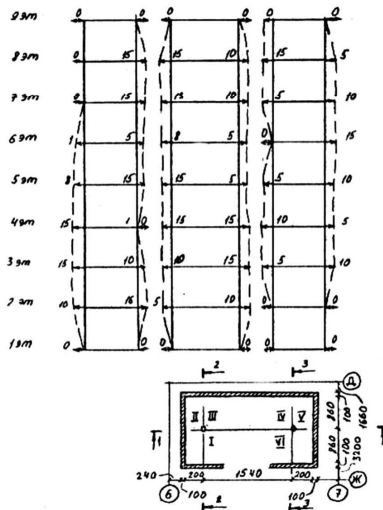


Рис. 8.16 Исполнительная схема лифтовых шахт

Примечание

10 → - направление и величина отклонения стен шахты от вертикали, мм.

Исполнительная съемка кирпичной кладки стен

При строительстве кирпичных сооружений на каждом метре кирпичной кладки проверяется вертикальность стен, горизонтальность ее рядов и правильность углов. Для проверки толщины стен используют шаблон, представляющий деревянную рейку с вырезом на толщину стены.

Положение оконных и дверных проемов размечают рулеткой от осей, закрепленных на каждом этаже.

Исполнительная схема кирпичной кладки представлена на рис. 8.17.

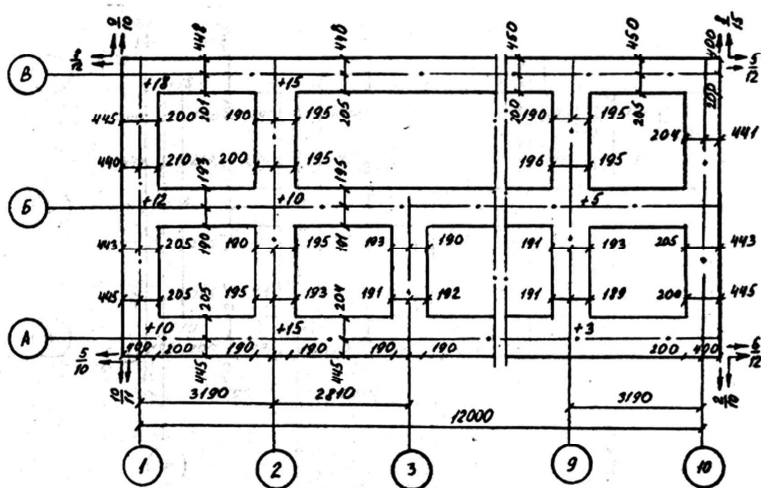


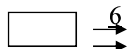
Рис. 8.17 Исполнительная схема кирпичной кладки.

Примечание:

200 195 - размеры кирпичной кладки относительно оси;



+10 - отклонение фактической отметки этажа от проекта;



→12- направление и величина отклонения от вертикали углов кладки:

в числителе – на все здание, в знаменателе – на один этаж.



8.3 Геодезические работы при возведении зданий в скользящей опалубке

Скользящая опалубка — опалубка, которая по мере бетонирования участков конструкции перемещается в новое положение (рис. 8.18)

Скользящая опалубка используется для бетонирования высоких сооружений с компактным периметром и неизменной формой

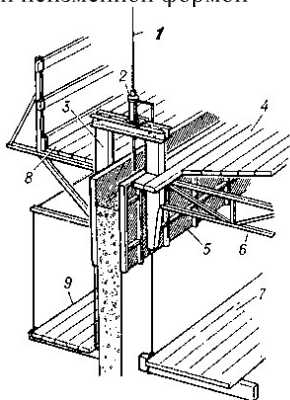


Рис. 8.18. Скользящая опалубка (фрагмент):

- 1 — домкратный стержень;
- 2 — гидравлический домкрат;
- 3 — домкратная рама;
- 5 — рабочий настил;
- 6 — щит опалубки;
- 7 — каркас рабочего настила;
- 8 — внутренние подвесные подмости;
- 9 — козырёк по наружному периметру опалубки;
- 10 — наружные подвесные подмости.

Контроль вертикальности движения скользящей опалубки осуществляется методом вертикального проектирования с помощью механических отвесов, зенит-приборов (оптических или лазерных), и методом наклонного проектирования.

При выполнении контроля *механическими отвесами* по периметру на корпусе опалубки жестко укрепляют кронштейны с блоками. Через блоки пропускают трос с подвешенным грузом массой 8 - 10 кг. Для гашения возникающих колебаний груз опускают в сосуд с вязкой жидкостью.

По мере подъема опалубки трос удлиняется, разматываясь с барабана.

На исходном горизонте устанавливают оцифрованную шкалу для измерения координат нити отвеса. По положению отвеса получают значения отклонений стен от вертикали (рис. 8.19).

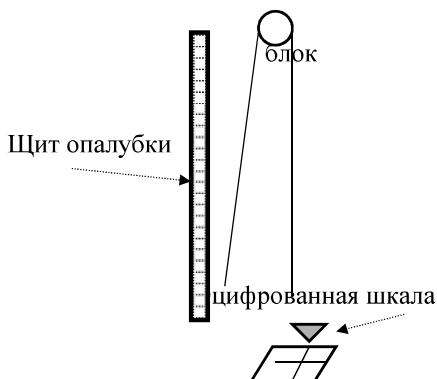


Рис. 7.19 Контроль вертикальности опалубки с помощью отвесов

Контроль вертикальности движения опалубки с помощью механических отвесов трудоемок. Точность такого способа составляет 10 мм на 20 м высоты.

Контроль вертикальности *методом наклонного проектирования* выполняют с помощью теодолита. До начала возведения здания на щитах опалубки закрепляют визирные марки (риски), а на уровне исходного горизонта, укрепляют отсчетные шкалы (линейки). Ноль шкалы совмещают с риской на опалубке.

По мере подъема опалубки теодолит устанавливают в плоскость, перпендикулярную к стене. При двух положениях круга теодолита проектируют риску опалубки на шкалу, средний отсчет по шкале показывает величину отклонения опалубки от вертикали. В зависимости от знака отсчета судят о направлении отклонения (рис. 8.20).

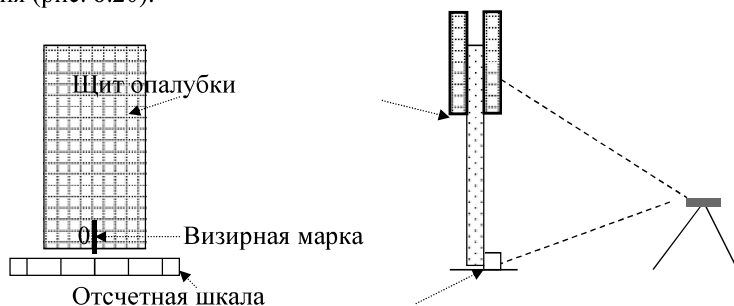


Рис. 8.20 Контроль вертикальности опалубки методом наклонного проектирования

Контроль вертикальности подъема опалубки *методом вертикального проектирования* производят с помощью зенит-приборов.

До начала бетонирования и подъема опалубки на исходном горизонте закладывают контрольные знаки.

На раме опалубки устанавливают кронштейны, на которых крепят визирные палетки. Визирную палетку крепят таким образом, чтобы ее центр совпал с вертикальной осью контрольного знака. Визирную палетку изготавливают из листа белого или полупрозрачного плотного материала размером 250 x 250 x 5 мм, на который нарезают и подкрашивают координатную сетку со стороны квадрата 10 мм и разделяют на четыре четверти (каждую из частей нумеруют соответственно 1, 2, 3, 4).

Визирную палетку прикрепляют так, чтобы ее первая четверть была расположена в углу жесткой рамы опалубки (рис. 8.21).

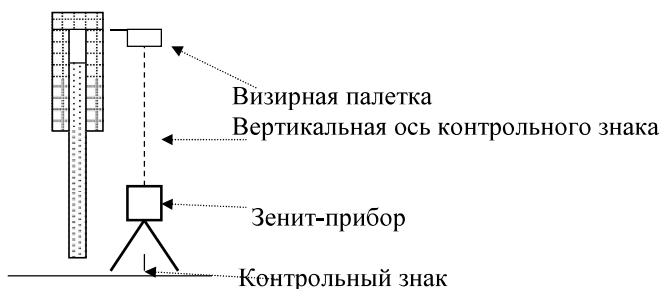


Рис. 8.21. Контроль вертикальности подъема опалубки методом вертикального проектирования

Вертикальность движения опалубки контролируют зенит-прибором в следующем порядке:

- прибор центрируют над контрольным знаком и берут отсчет по координатной сетке палетки;
- по измеренным координатам получают положение проекции контрольного знака на палетке.

В зависимости от того, в какую четверть визирной палетки попадает отсчет, ему придается знак плюс или минус.

Контроль вертикальности движения опалубки производится через каждые 1 - 3 м подъема. После каждого измерения вертикальности движения необходимо составлять исполнительную схему, на которую наносятся векторы планового смещения опалубки.

Контроль горизонтальности рабочего пола опалубки осуществляется с помощью оптического или лазерного нивелира (удобно применять лазерный прибор, задающий горизонтальную плоскость).

В процессе нивелирования рейку устанавливают на домкраты опалубки. Отклонения домкратов по высоте определяют относительно одного из них, отметку которого принимают за условный ноль (рис. 8.22).

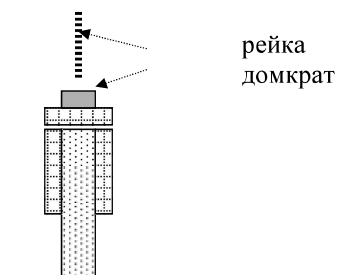


Рис. 8.22. Контроль горизонтальности рабочего пола опалубки

Контроль горизонтальности рабочего пола выполняют ежедневно, но не реже, чем через 1 - 3 м высоты здания.

Контроль деформаций опалубки. В процессе подъема опалубки определяют ее деформацию, измеряя стороны и диагонали каждой ячейки опалубки, расстояния между щитами и определяя конусность, а также общие габариты опалубки.

Измерения производят стальной компарированной рулеткой до начала или сразу после окончания контроля вертикальности подъема опалубки.

Точность определения деформаций должна соответствовать точности детальных разбивочных работ.

8.4 Геодезические работы при монтаже подкрановых путей

Подкрановые пути – это сооружение, предназначенное для быстрого и безопасного перемещения грузоподъемной техники вдоль или над объектом.

Сегодня в промышленности и строительстве используется множество различных моделей кранов. С точки зрения геодезических работ, наибольшую сложность представляют мостовые или консольные краны. Так как они расположены над поверхностью земли (рис. 8.23). Мостовые краны устанавливаются в промышленных зданиях и на эстакадах. Подкрановый путь для их перемещения монтируется на стальных или железобетонных балках, которые устанавливают на стальные колонны

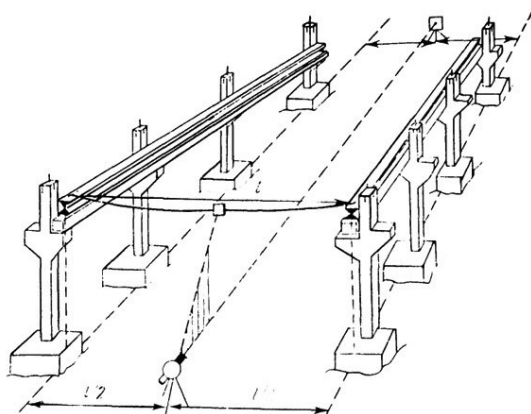


Рис. 8.23 Подкрановый путь для мостового крана

Геодетические работы при монтаже подкрановых балок выполняются в следующем порядке.

1. Перед началом монтажа необходимо проверить проектные размеры и точность закрепление монтажных осей.
2. На уровне пола теодолитом и компарированной рулеткой разбивают проекции осей подкрановых путей.
3. Устанавливая теодолит в разных точках полученной проекции, поднимают трубу теодолита вверх (при двух положениях вертикального круга) до уровня консоли колонны. Полученное положение оси отмечают краской
4. В обе стороны от полученной оси отмечают монтажные риски, обозначающие габарит рельса (между этими рисками укладываются рельсы).
5. Монтаж подкрановых балок производят, совмещая риски на балке с осью пути.
6. По окончании монтажа выполняют исполнительную съемку (рис.8.24). При необходимости производят рихтовку (выравнивание) путей.

Допустимые отклонения:

Оси рельса от оси балки	15 мм
Отметок головки рельса на опоре	15 мм
Отметок головки рельса в пролете	20 мм
Расстояния между осями рельсов одного пролета	10мм
Разность отметок рельсов на соседних колоннах	10мм

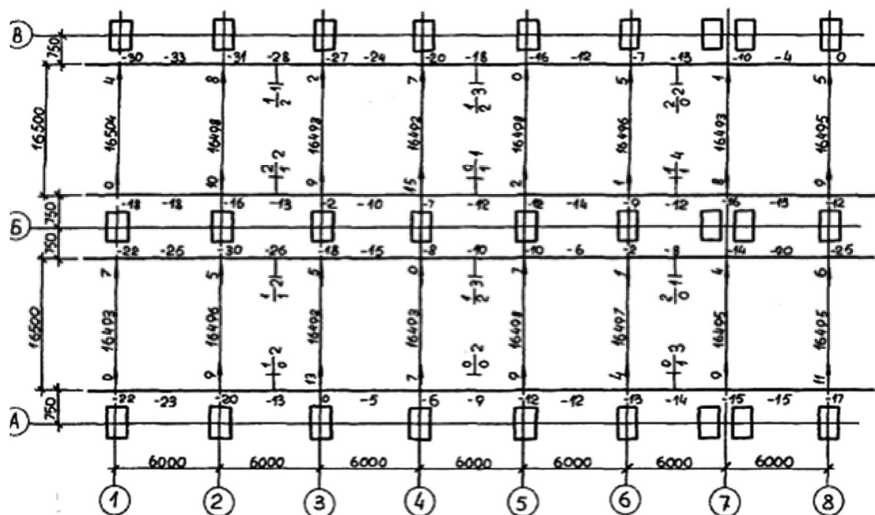


Рис. 8.24 Исполнительная съемка подкрановых путей.

Примечание:

- \longleftrightarrow - проектное расстояние от оси балки до разбивочной оси, мм
- $\xrightarrow{9}$ - направление и величина смещения оси подкрановой балки с разбивочной оси, мм
- 5 - отклонение балки по высоте относительно самой высокой точки, принятой за «0».

Особенности исполнительной съемки подкрановых путей с помощью лазерных приборов

Съемка подкрановых путей включает в себя следующие виды работ: определение расстояния между осями рельсов, прямолинейности рельсов, разности отметок между головками двух рельсов и разности отметок головок одного рельса.

Расстояние между осями рельсов определяется с помощью компарированной рулетки или косвенным методом.

Метод косвенного измерения состоит в том, что ширина колеи вычисляется аналитически по координатам точек рельсовых осей, определенных с пунктов внутренней разбивочной сети, создаваемой в цехе.

Прямолинейность и высотное положение рельсов определяются методом параллельных створов с помощью лазерных приборов ЛВ-5М, ЛВ-78, ПЛ-1.

При производстве исполнительных съемок подкрановых путей лазерный прибор устанавливается на специальной подставке и ориентируется по проектной оси рельса.

Ориентированный лазерный пучок должен располагаться в строго горизонтальной плоскости, проходящей через проектное положение рельса на высоте 20 - 30 см над оголовком.

Точное совмещение лазерного пучка осью с рельса, выполняют в 2 - 3 приближения. При этом отклонение лазерного пучка не должно превышать 1 - 2 мм.

Пучок лазерного излучения (рис. 8.24), ориентированный по проектному положению оси рельса 3 и наблюдаемый визуально, является той базисной линией, относительно которой с помощью специального экрана 2 можно измерить деформацию головки рельса в плане и по высоте. Экран-марка имеет сетку квадратов размером 5 x 5 мм, круглый уровень для установки в вертикальное положение и подставку, обеспечивающую надежное крепление на оголовке рельса.

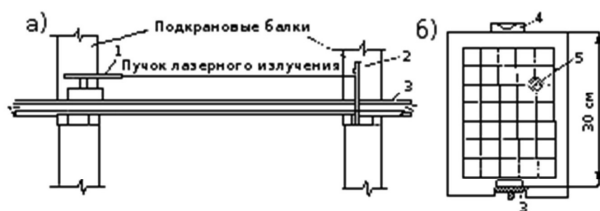


Рис. 8.24 Схема определения положения рельса в плане и по высоте
 а — расположение лазерного прибора, рельса и экрана; б — экран; 1 — лазерный прибор; 2 — экран; 3 — рельс; 4 — уровень; 5 — проекция пучка лазерного излучения на экране

Положение оси рельса относительно прямолинейного лазерного пучка определяют визуально по проекции пучка на экране. Экран последовательно устанавливают в требуемых точках и берут отсчеты по «центру тяжести» светового пятна, т. е. по максимуму освещенности.

Съемку начинают с конечной точки пролета и заканчивают в начальной, последовательно устанавливая экран-марку в местах, подлежащих съемке (рис).

В каждой контролируемой точке берут два отсчета, один, характеризующий положение лазерного пятна относительно горизонтальных линий сетки экрана, другой - характеризующий отклонение лазерного пятна от осевой вертикальной линии сетки. Первый отсчет записывается в журнал нивелирования, второй в журнал определения прямолинейности рельса.

Наблюдения выполняют в прямом и обратном направлениях.

Расхождения между первым и вторым приемами не должны превышать 2 - 3 мм. Из двух значений вычисляют среднее.

Съемка подкрановых путей с помощью лазерных приборов производится с достаточной точностью при длинах пролетов до 100 м.

ГЛАВА 9. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

9.1 Задачи геодезических работ при строительстве мостов

К геодезическим работам, обеспечивающим строительство мостов, относятся:

- 1) съемка местности и рельефа дна водоема;
- 2) построение плановой и высотной геодезических разбивочных сетей;
- 3) разбивка осей и центров опор моста;
- 4) детальная разбивка опор;
- 5) исполнительные съемки в процессе строительства;
6. разбивка берегоукрепительных сооружений и путей подхода к мосту;
- 8) измерение деформаций в ходе строительства и эксплуатации моста.

Для оценки участка предполагаемого строительства проводят комплексные изыскания. В состав геодезических изысканий входят:

- топографическая съемка местности;
- разбивка вариантов трассы;
- съемка профиля реки и дна по фарватеру;
- геодезическое обоснование гидрометрических работ (измерение скоростей течения и расходов воды; промеры глубин и т.п.);
- геодезическое обоснование инженерно-геологических работ (планово-высотная привязка геологических выработок, съемки карьеров);
- геодезические работы по обследованию существующих коммуникаций и сооружений.

9.2 Общие сведения о разбивочных сетях мостов

Геодезическая разбивочная основа для строительства моста должна включать:

- а) пункты мостовой триангуляции, трилатерации или линейно-угловых сетей (*для моста длиной более 300 м, вантового моста, моста на кривой, а также моста с опорами высотой более 15 м*);
- б) высотные реперы (марки);
- в) пункты, закрепляющие продольную и вспомогательные оси моста;
- г) ось трассы на подходах к мосту;

В геодезическую разбивочную основу должны быть включены также пункты, с которых можно производить разбивку центров опор и контроль за их положением в процессе строительства.

В проекте опорных сетей мостов должны быть предусмотрены:

- а) взаимная видимость пунктов при наблюдении их как с берега, так и с моста;
- б) расположение базисов на участках местности с уклонами не более 2° ;
- в) расположение пунктов сети на незатопляемых участках суши.

Разбивочная сеть создается в условной системе координат. Осью абсцисс является ось мостового сооружения.

Схемы построения мостовых разбивочных сетей

Разбивку больших мостовых переходов производят с пунктов мостовой триангуляции (трилатерации) или точек линейно-угловой сети.

Мостовая триангуляция (рис. 10.1) включает не менее двух исходных точек, закрепляющих ось моста и расположенных на каждом берегу. Основной триангуляционной сети служат базисы, которые разбивают на ровном и доступном месте

Разбивку центров опор выполняют угловыми засечками не менее чем из двух точек базиса. Углы в треугольниках между направлением засечек и осью моста должны быть не менее 25° и не более 150° .

В мостовых триангуляционных сетях углы измеряют с погрешностью не более $1''-2''$, контрольные базисы - с точностью 2-3 мм .

При создании опорной сети и стесненных условиях применяют микротриангуляцию с длинами сторон опорной сети 70-120 м.

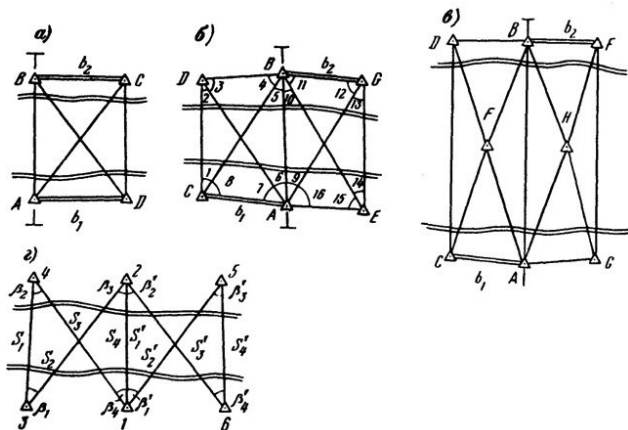


Рис. 9.1 . Типовые схемы мостовой триангуляции:
а - геодезический четырехугольник; б - сдвоенный геодезический четырехугольник; в - сдвоенная центральная система; г - линейно-угловая сеть.

Трилатерация

При построении трилатерационных сетей (рис. 10.2) основной фигурой часто является сдвоенный геодезический четырёхугольник или сдвоенные центральные системы.

Стороны в указанных построениях и их диагонали измеряют светодальномером высокой точности.

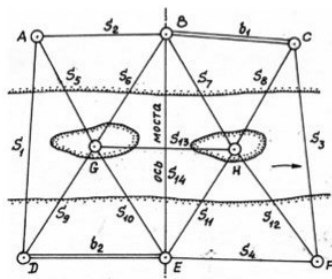


Рис. 9.2 Схема мостовой трилатерации.
Сдвоенная центральная система.

Линейно-угловые сети на мостовых сооружениях (рис. 10.3) позволяют обеспечить более высокую точность, чем триангуляция и трилатерация, так как в линейно-угловых сетях появляется большое число избыточных измерений, что обеспечивает надёжный контроль в построениях.

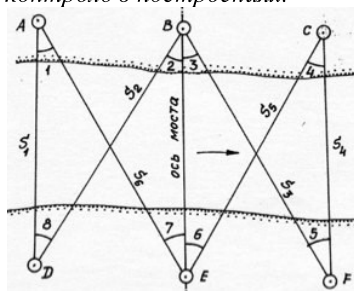


Рис. 9.3 Схема линейно-угловых построений

Полигонометрические сети (рис. 10.4) строят в виде системы ходов в продольном направлении по оси моста.

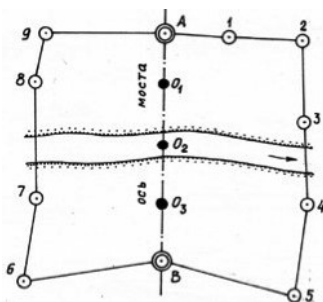


Рис. 9.4 Система полигонометрических ходов

Углы в такой сети измеряют с погрешностью $2''-3''$, а стороны – с погрешностью 5 мм. В систему полигонометрического хода включают точки А и В оси моста. В результате образуется замкнутый полигонометрический ход, состоящий из разомкнутого основного хода А-1-2-3-4-5-В и контрольного В-6-7-8-9-А.

Точность опорной разбивочной сети мостов, зависит от технологии работ, от конструкции моста и условий местности.

Высотные сети на мостовом переходе создают еще в период изысканий. По точности она должна обеспечивать выполнение всех видов работ. Абсолютные отметки реперов определяют в той системе высот, в которой получены отметки точек трассы. Реперы нужно сохранять до окончания строительных работ и сдачи моста в эксплуатацию.

При строительстве сложного моста устраивают по два репера на каждом берегу. Часто репер высотной сети совмещают с центром пункта плановой сети

При строительстве опор на каждой из них устраивают временный репер, который ходами нивелирования привязывают к постоянным реперам.

9.3 Разбивка осей опор моста

Разбивку опор моста выполняют в условной системе координат. За ось абсцисс принимают ось моста, а за ось ординат – перпендикуляр к оси абсцисс в точке начала координат.

Прежде всего, в натуру выносят **положение центров опор**. Разбивку опор на суше или мелководной реке производят отложением проектных расстояний вдоль оси моста. Перед началом линейных измерений при помощи теодолита выносят ось моста и закрепляют ее в районе центра опоры, определив ее приближенное положение. Затем измеряют **угол наклона линии**. В измеренные расстояния вводят поправки за наклон линии, температуру и компарирование. Результат измерений L сравнивают с проектным значением $L_{пр}$ и находят домер ΔL . $\Delta L = L_{пр} - L$.

Домер откладывают от приближенного положения центра опоры по оси моста с учетом знака поправки. Полученную точку принимают за проектное положение центра опоры.

Каждая строящаяся опора разбивается на проектном расстоянии от предыдущей опоры. Этот способ имеет запас точности и дает возможность корректировки положения опор. *Однако данный способ недопустим при «встречном» способе производства работ (с двух концов сооружения), так как приводит к накоплению погрешностей в местах встречи.*

Правильность разбивки контролируется повторными измерениями расстояний между рядами свай и между сваями в ряду, а также равенством диагоналей между ними.

Вынесенные в натуру центры мостовых опор закрепляют створными знаками, перпендикулярно продольной оси моста. Знаки, закрепляющие створные плоскости, устанавливают вне зоны предстоящих строительных работ.

На мостовых переходах через большие реки разбивку центров мостовых опор производят **способом прямой или обратной угловых засечек** с пунктов разбивочной сети (рис 10.5). Для прямой угловой засечки центр опоры определяют не менее чем с трех пунктов, причем одно из направлений должно совпадать с осью моста.

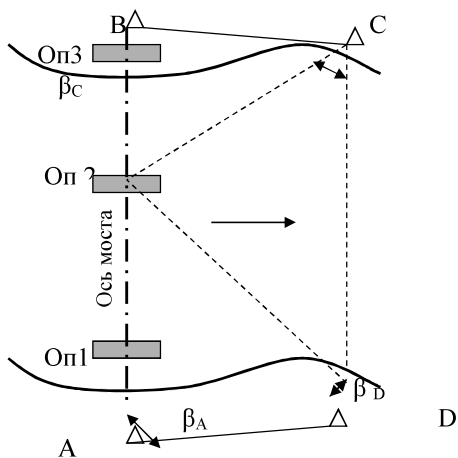


Рис. 9.5 Схема разбивки центров мостовых опор прямой угловой засечкой

Для разбивки опор на пунктах С и D устанавливают точные оптические теодолиты. На определяемой точке закрепляют визирную марку. По указанию

наблюдателей ее перемещают, добываясь совмещения оси марки с визирной осью теодолита, задающего разбивочный угол.

Положение визирной марки, находящейся на пересечении визирных лучей двух теодолитов, проектируют с помощью отвеса на землю и закрепляют. Аналогично определяют точку при втором положении круга теодолита. Из двух положений точек находят среднее.

При применении **обратной угловой засечки** теодолит устанавливают над приближенно найденным центром опоры и измеряют углы не менее чем на три пункта разбивочной сети. По измеренным углам и координатам пунктов сети вычисляют фактические координаты точки стояния теодолита и сравнивают их с проектными координатами центра опоры. При несовпадении координат находят элементы редукции и редуцируют центр опоры в проектное положение.

При разбивке центров опор способом засечки с пунктов мостовой опорной сети положение каждой разбиваемой опоры не зависит от разбивки других и поэтому их строительство может производиться независимо при любом виде строительных работ (встречном, последовательном или произвольном).

При разбивке центров опор на воде, разбивка выполняется с плавучих средств (понтон, барж). Понтон должен быть выведен в проектное положение с точностью $0,025H$, где H – глубина водоема в месте строительства опоры в метрах. Понтон удерживается на месте при помощи якорей. Перед установкой понтон, на них должны быть вынесены и закреплены геометрические оси и центр.

Для выведения понтона в проектное положение целесообразно использовать два лазерных створа – основной по оси моста и секущий – с одного из пунктов разбивочной сети (рис. 10.6).

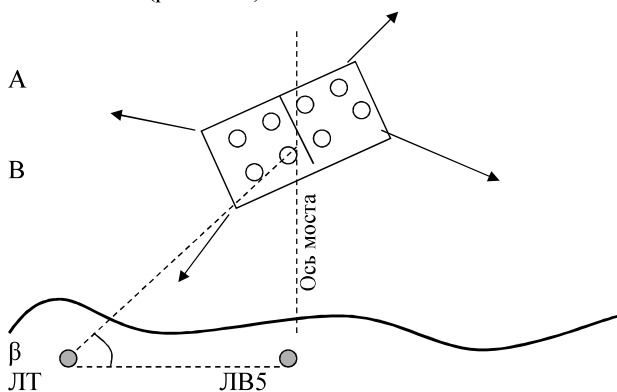


Рис. 9.6 Схема установки понтона в проектное положение с помощью лазерной засечки

На ось моста понтон выводят, ориентируясь по основному лазерному створу. Положение понтона по пикетажу определяют по положению секущего створа на рейке, расположенной на оси моста. Для случая, изображенного на рис., понтон нужно передвинуть вдоль оси и развернуть таким образом, чтобы линия АВ совпала с осью моста.

Центры опор определяют с трех точек; (с двух боковых и осевой).

Для восстановления центров опор в процессе строительства направление засечек каждой опоры закрепляют специальными визирными знаками на противоположных берегах реки в мостах, не затопляемых паводком (рис 10.7).

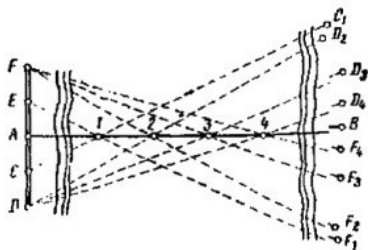


Рис. 9.7 Схема закрепления на берегах центров опор вертикальными створными плоскостями

Для обеспечения высотного положения опоры, на нее от ближайших рабочих реперов передают отметку, фиксируя ее в удобном для пользования месте. Вынос отметок на опоры выполняют методами геометрического или тригонометрического нивелирования. По окончании строительства опоры производят исполнительную съемку.

9.4 Геодезические работы при монтаже пролетного строения

Основные виды геодезических работ при монтаже пролетных строений:

- детальная разбивка продольной оси моста и периодическая выверка прямолинейности сборки главных ферм;
- высотная установка ферм и выверка строительного подъема (плавной кривой, которая описывает нижний и верхний пояса фермы).

До начала сборки пролетных строений необходимо с точностью до 1 мм проверить размеры всех монтируемых конструкций и нанести на опорах моста оси пролетных строений.

Монтаж пролетных строений разрешается начинать только после исполнительной съемки отметок и горизонтального положения опор.

Контроль монтажа пролетного строения в плановом положении заключается в проверке прямолинейности балок и других элементов пролета. Он выполняется лучом лазера или способом бокового нивелирования. При этом теодолит устанавливают над осью пролета и ориентируют его по этой оси. К контроли-

руемым узлам горизонтально прикладывают рейку или линейку и берут по ним отсчеты. Результаты измерений сравнивают с проектными величинами и определяют отклонения от допусков.

Необходимо учитывать, что дневное изменение температуры и неравномерный солнечный нагрев отдельных узлов пролетного строения значительно изменяют отметки узловых точек. Поэтому нивелирование строительного подъема желательно вести в пасмурные дни.

ГЛАВА 10 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

10.1 Виды деформации и их причины

Деформацией сооружения называют изменения, происходящие в его пространственном положении под действием различных природных и техногенных факторов.

Различают следующие виды деформации оснований сооружений.

1. Осадки – деформации, вызывающие вертикальное перемещение всего сооружения вниз под воздействием его собственного веса.

Различают *конечную* (стабилизированную) *осадку* и *нестабилизованную осадку*, изменяющуюся со временем, что соответствует незавершенному процессу уплотнения грунтов основания.

2. Просадки – деформации, носящие провальный характер и вызываемые изменением структуры грунта (например, оттаиванием мерзлых грунтов и т.п.).

3. Подъем (выпучивание) – перемещение сооружений вверх под действием различных факторов.

4. Крен – наклон или поворот основных плоскостей сооружения без нарушения его целостности и геометрических форм.

5. Кручение – сложная деформация сооружения, характеризующаяся поворотом его поперечных сечений вокруг продольной оси в разные стороны и на разные углы.

6. Сдвиг (смещение) – перемещение сооружения в сторону.

7. Трещины, представляющие собой разрывы в отдельных конструкциях сооружения и возникающими вследствие дополнительных напряжений.

Деформации делятся на равномерные (когда все точки сооружения за одно и то же время перемещаются на одинаковую величину) и неравномерные (когда точки сооружения перемещаются на разную величину).

Равномерные осадки не снижают прочности и устойчивости сооружения. Однако большие по абсолютной величине равномерные осадки могут вызывать появление новых нежелательных деформаций (особенно у связанных между собой сооружений).

Неравномерные деформации являются более опасными по своим последствиям для сооружения.

Причины деформаций могут быть природные и техногенные. **Природные факторы** – способность грунтов к просадкам, оползням, пучению и другим геологическим и гидрогеологическим явлениям, изменение условий, связанных с сезонными колебаниями температуры, влажности грунтов и уровня грунтовых вод. **Техногенные факторы** – влияние нагрузки самого сооружения, ослабление основания подземными разработками, изменение давления на основание, вызванное надстройкой сооружения или возведением новых, вибрация фундаментов в связи с работой различных механизмов, движением транспорта и другими динамическими воздействиями.

10.2 Классификация методов измерения деформаций сооружений

Измерения деформаций сооружений делятся на два вида. Первый из них (негеодезический) выполняется **негеодезическими методами**, результаты которых дают величины **относительных деформаций**. Приборы для подобных измерений устанавливаются непосредственно на сооружении или внутри него, причем эти приборы перемещаются вместе с сооружением. К таким приборам относятся различные отвесы, клиномеры, шелемеры, микрокренометры и т.др.

Ко второму виду относятся **геодезические измерения**, при помощи которых определяют величины **абсолютных деформаций** по отношению к неподвижным знакам, установленным на некотором расстоянии от сооружения.

К таким методам относятся:

- а) геометрическое нивелирование 1, 2 и 3 классов, применяемое для определения вертикальных смещений доступных точек сооружения;
- б) гидростатическое нивелирование, применяемое для одновременного определения вертикальных смещений ряда труднодоступных точек, расположенных на одном уровне;
- в) тригонометрическое нивелирование, применяемое для определения вертикальных смещений отдаленных открытых, но труднодоступных точек;
- г) фотограмметрический и стереофотограмметрический методы, применяемые для определения смещения точек сооружения в двух и трех направлениях.

Геодезические методы измерения осадок являются основными и в большинстве случаев незаменимыми, так как они дают полную величину и направление смещений сооружения.

10.2.1 Осадка зданий и сооружений

Осадка здания - это смещение здания, вызванное сжатием грунта в основании. Сжатие грунта, расположенного под зданием, нормальный процесс. Важно, чтобы осадка здания проходила равномерно по всему основанию. Для этого необходимо еще на стадии проектирования учесть множество факторов.

Глубина осадки здания зависит в первую очередь от состава грунта. Наиболее прочными являются скальные грунты, состоящие из крупных монолитов.

Следующими по прочности являются дисперсные грунты, состоящие из минеральных зерен различного размера. Такие грунты называют еще несвязными, так как они не задерживают влагу между частицами.

Если в грунте присутствует глина, которая может поглощать влагу, он относится к связным грунтам. Влага делает связный грунт пластичным и подвижным, а в зимнее время при промерзании грунта возможно вспучивание. Особенно опасно, когда увлажняется отдельный участок в основании здания, поэтому на таких грунтах необходимо тщательно анализировать потоки грунтовых вод, а также состояние канализационных труб, проходящих вблизи здания.

Еще один фактор, который может привести к неравномерной осадке здания – особенности его конструкции. Например, внешние стены могут иметь арочные проемы, снижающие их вес, а глухие торцевые стены гораздо тяжелее. Это приводит к неравномерным нагрузкам на фундамент отдельных частей здания. Наиболее тяжелый случай, когда арочный проем расположен близко к торцевой стене. Существуют здания (например, элеваторы), которые неравномерно нагружают фундамент в процессе эксплуатации.

Сроки строительства также могут повлиять на процесс осадки здания, если его отдельные части возводятся в разное время. Решением проблемы в таких случаях является использование более легких материалов для более поздних фрагментов здания. Это могут быть кирпичные или деревянные вставки между частями здания, выполненными из железобетонных плит.

Частично осадка здания происходит во время строительства. В зависимости от типа грунта в ходе строительных работ осадка составляет от 25 до 70% от окончательного уровня. На этом этапе необходим постоянный контроль процесса осадки, чтобы вовремя выявить неравномерность и ликвидировать ее. В ходе дальнейшей эксплуатации контроль также необходим, так как даже небольшие перекосы могут привести к большим деформациям. По статистике убытки, вызванные осадкой зданий, исчисляются миллионами долларов в год.

Как правило, в результате неравномерной осадки здания возникают трещины в фундаменте и на поверхности стен. По их расположению и внешнему виду можно судить о том, в какой точке фундамента возникла деформация. Следует помнить, что трещины – конечный результат развития деформации фундамента, а их ликвидация – дорогой и трудоемкий процесс. Поэтому особую важность имеет качественное обследование площадки под застройку и проектирование всех частей здания.

Даже после того, как достигнута стабилизация здания, и смещение фундамента не наблюдается, периодически проводятся плановые проверки. Это дорогостоящее обследование фундамента и стен здания, однако проводить его необходимо, так как раннее выявление проблемных участков может снизить затраты на устранение неравномерности осадки. На состояние здания могут влиять вибрации от проходящего мимо транспорта или строительства. Наличие близкорасположенных зданий также меняет распределение напряжений в грунте и может привести к сдвигам и деформациям.

Выделяется группа зданий и сооружений, для которых мониторинг состояния проводится чаще. Это здания, построенные более 50 лет назад и имеющие историческую ценность, а также стратегически важные промышленные здания (например, электростанции).

10.2.2 Периодичность и частота измерения осадок

Периодичность измерения осадок должна быть такой, чтобы измеренные величины осадок четко отражали развитие деформаций в подготовительный, строительный и эксплуатационный периоды.

Так, при наблюдениях за осадками крупнопанельных зданий обычно назначают 5-6 циклов измерений:

1 цикл – после возведения фундамента;

2 цикл – после монтажа всей коробки здания;

3 цикл – перед сдачей здания в эксплуатацию;

4-6 циклы – через 6-12 месяцев после начала эксплуатации.

Дополнительные циклы наблюдений проводят в случае возникновения деформаций.

Проведение очередных циклов измерений следует назначать в зависимости от свойств грунтов, внешних факторов, влияющих на здание и от наступления периода стабилизации осадок.

До момента достижения полного веса сооружения интервалы между циклами измерений должны устанавливаться с учетом ожидаемой деформации и могут изменяться в пределах 1-3 месяцев. После достижения полного веса сооружения измерения необходимо продолжать два-три раза в год до стабилизации осадок, а затем один раз в 1-2 года.

При появлении трещин или других деформаций периоды времени между циклами наблюдений должны быть не более трех – четырех недель.

Измерения после наступления периода стабилизации осадок, т.е., когда их скорость составляет 1-2мм в год, обычно назначают только для сооружений с чувствительными для осадок конструкциями. При этом интервалы между наблюдениями увеличивают до 2-3 лет.

У сооружений с чувствительными к осадкам конструкциями наблюдения прекращают только после полного затухания осадок.

Измерения осадок возобновляются, когда появляются факторы, вызывающие вторичные осадки (строительство новых сооружений в непосредственной близости от здания, забивка свай и т.д.).

10.2.3 Методы измерения вертикальных смещений сооружений

Для измерения вертикальных деформаций в несущие конструкции сооружения устанавливают осадочные марки.

Осадочная марка – нивелирный знак, закладываемый в несущие конструкции сооружения и изменяющий свое высотное положение вместе с ним (рис.11.1). Марки служат постоянными точками для установки на них реек во время нивелирования.

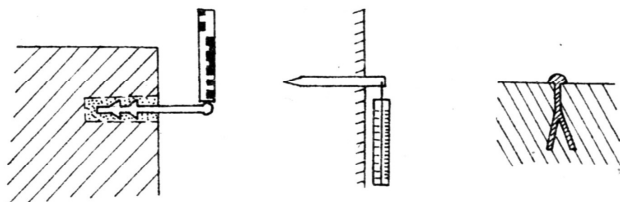


Рис.10.1. Различные типы осадочных марок

Марки на сооружении закладывают так, чтобы по результатам наблюдений за ними можно было бы судить о величине общей деформации (рис.11.2).

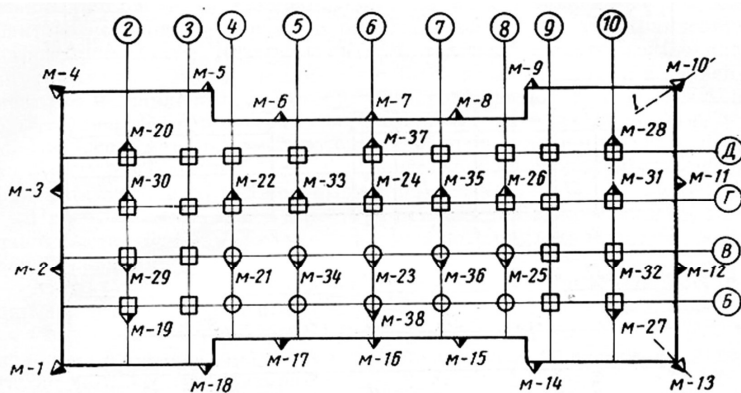


Рис. 10.2. Схема размещения осадочных марок на здании

Марки должны размещаться в несущих конструкциях сооружения (в уступах фундамента, в цоколе, колоннах) на углах здания, в местах примыкания продольных и поперечных стен, у осадочных швов, на колоннах и по всему его контуру через 10-15м. Размещение марок должно предусматривать свободный доступ к ним и возможность установки на них реек.

На высоких сооружениях (башнях или трубах) деформационные марки устанавливаются в несколько ярусов. Если возводится пристройка к старому зданию, марки устанавливают в районе стыка на обоих зданиях.

Марки на сооружении, как правило, устанавливает строительная организация при участии геодезистов, наблюдающих за осадками. Каждой марке присваивается

свой порядковый номер. Если марка была уничтожена, то на ее место устанавливают новую и присваивают ей тот же номер с добавлением буквы «н».

Измерение осадок зданий и сооружений производится путем периодического нивелирования осадочных марок относительно неподвижного репера. Количество реперов на объекте должно быть достаточным для того, чтобы можно было контролировать их взаимную устойчивость. Кроме того, привязка осадочных марок к одному реперу ненадежна, так как возможные незамеченные перемещения репера под воздействием смещения грунтов могут значительно исказить результаты измерений.

Удаленность реперов от наблюдаемого сооружения оказывает большое значение на качество проводимых измерений. Поэтому реперы должны находиться вне зоны напряжения, создаваемого весом сооружения. Это расстояние L должно быть не менее половины глубины H заложения репера. $L = 0,5 H$.

Реперы должны размещаться в стороне от проездов, подземных коммуникаций и территорий, где возможно разрушение репера; за пределами влияния осадочных явлений, оползневых склонов, нестабилизированных насыпей, карстовых образований и других неблагоприятных инженерно-геологических и гидрогеологических условий; на расстоянии, исключающем влияние вибрации от машин и механизмов.

Метод геометрического нивелирования

Геометрическое нивелирование следует применять в качестве основного метода измерения вертикальных перемещений.

Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования должны приниматься в соответствии с ГОСТ 24846-81 табл. 10.1

Таблица 10.1

Основные технические характеристики и допуски
для геометрического нивелирования

Условия геометрического нивелирования	Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования классов			
	I	II	III	IV
Применяемые нивелиры	Н-05 и равноточные ему		Н-3 и равноточные ему	
Применяемые рейки	РН-05 (односторонние штриховые с инварной полосой и двумя шкалами)		РН-3 (двусторонние шашечные)	

Число станций незамкнутого хода, не более		2	3	5	8
Визирный луч	Длина, м, не более	25	40	50	100
	Высота над препятствием, м, не менее	1,0	0,8	0,5	0,3
Неравенство плеч (расстояний от нивелира до реек), м, на станции, не более		0,2	0,4	1,0	3,0
Накопление неравенств плеч, м, в замкнутом ходе, не более		1,0	2,0	5,0	10,0
Допускаемая невязка, мм, в замкнутом ходе ($n \frac{1}{4}$ число станций)		$\pm 0,15\sqrt{n}$	$\pm 0,5\sqrt{n}$	$\pm 1,5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$

Нивелирный ход по маркам начинают с исходного репера и заканчивают на нем же или на другом репере (рис.11.3).

Передачу отметки на марки, расположенные внутри сооружения, выполняют через оконные и дверные проемы.

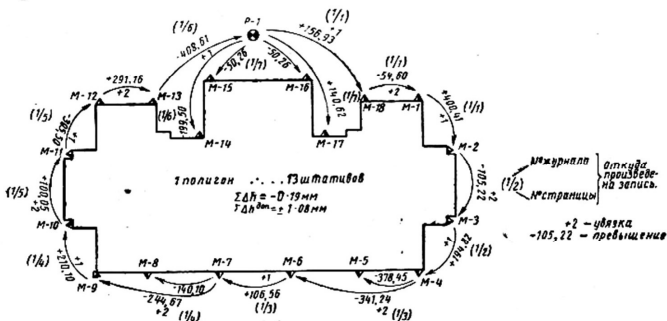


Рис.10.3 Схема нивелирных ходов по осадочным маркам

Обработка результатов нивелирования

Из наблюдений каждого цикла вычисляют отметки осадочных марок, по которым вычисляют абсолютную осадку, среднюю осадку, скорость протекания осадки, крен сооружения, прогиб сооружения и вычерчивают графики осадок.

Абсолютная осадка S_i отдельной марки определяется по формуле (10.1)

$$S_i = H_i - HI \quad (10.1)$$

где H_i и HI – отметки марки в i -ом и первом циклах.

Средняя осадка всего сооружения (или отдельных его частей) определяется по формуле (10.2):

$$S = \frac{S_1 F_1 + S_2 F_2 + \dots + S_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (10.2)$$

где S_1, S_2, S_n – абсолютные осадки марок; F_1, F_2, F_n – отдельные участки подошвы фундаментов, приходящиеся на каждую осадочную марку.

На практике среднюю осадку здания или сооружения иногда подсчитывают как среднее арифметическое из суммы абсолютных осадок всех марок по формуле (10.3):

$$S_{cp} = \frac{[S]}{n} \quad (10.3)$$

где n – количество марок.

Скорость протекания осадки определяется по формуле (10.4):

$$v = \frac{S_{cp}}{T} \quad (10.4)$$

где S_{cp} – средняя осадка сооружения за период наблюдения T . Если $v = 1-2$ мм/год, то считают, что положение сооружения стабилизировалось.

Крен сооружения возникает от неравномерности осадок фундамента, в результате чего сооружение наклоняется в одну сторону и определяется по формуле (10.5):

$$K = \frac{\Delta}{l} \quad (10.5)$$

где Δ – разность осадок крайних марок по оси сооружения, l – расстояние между этими марками.

Прогиб сооружения возникает в результате неравномерности осадок фундамента, отчего сооружение изгибается выпуклостью вниз или вверх определяется по формуле (10.6):

$$f = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2l} \quad (10.6)$$

где S_1 и S_3 – осадки крайних марок рассматриваемого участка прямой линии; S_2 – осадка средней марки участка; l – расстояние между крайними маркам

Метод тригонометрического нивелирования

Тригонометрическое нивелирование применяется при измерениях вертикальных перемещений фундаментов в условиях резких перепадов высот (больших насыпей, глубоких котлованов, косогоров и т. п.).

Измерение вертикальных перемещений методом тригонометрического нивелирования следует выполнять короткими визирными лучами (до 100 м), современными электронными тахеометрами, либо точными (Т-2, Т-5 и им равноточными) и высокоточными (Т-0,5, Т-1 и им равноточными) теодолитами с накладными цилиндрическими уровнями.

Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов в зависимости от выбранного класса точности измерений не должны превышать величин, приведенных в табл.10.2 .

Таблица 10.2

Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов

Класс точности измерений	Допускаемая погрешность измерения			
	расстояний, мм, при значении вертикальных углов, град.		вертикальных углов, с, при их значениях, град.	
	до 10	св. 10 до 40	до 10	св. 10 до 40
II	7	1	2,5	1,5
III	15	3	5,0	3,0
IV	35	8	12,0	10,0

Метод гидростатического нивелирования

Гидростатическое нивелирование следует применять для измерения относительных вертикальных перемещений большого числа точек, труднодоступных для измерений другими методами, а также в случаях, когда нет прямой видимости между марками или когда в месте производства измерительных работ невозможно пребывание человека по условиям техники безопасности.

Для выполнения гидростатического нивелирования по периметру фундамента сооружения на одной высоте закладывают трубу, из которой в места наблюдений выводят стеклянные трубки с миллиметровыми делениями. Вся эта система заполняется жидкостью так, чтобы в ней отсутствовали пузырьки воздуха рис 11.4 .

Проводить измерения вертикальных перемещений методом гидростатического нивелирования для зданий или сооружений, испытывающих динамические нагрузки и воздействия, не допускается.

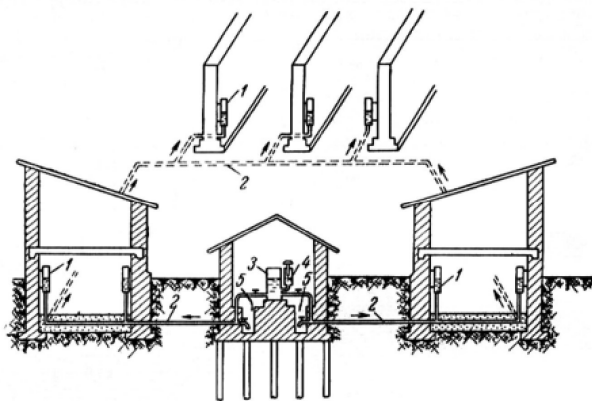


Рис. 10.4 Схема устройства гидростатической системы для определения деформаций

Трубки гидростатической системы соединяются между собой при помощи разводки 2, состоящей из шлангов диаметром 18-20мм. При монтаже во избежание порчи шлангов их помещают в защитные трубы, зарываемые ниже глубины промерзания грунта. Примерно в центре наблюдаемых сооружений на неподвижном фундаменте устанавливают питающий резервуар 3, заполненной водой с добавлением незамерзающей жидкости (антифриз, тосол). Резервуар имеет сбоку контрольный пьезометр 4, ориентируясь на который заполняют систему. Для спуска воды из системы оборудовано специальное углубление 5, соединенное с канализацией.

Осадку сооружения определяют по разности отчётов уровня жидкости в трубках. Точность измерения такой системы составляет 1 – 2 мм.

Оформление результатов измерений осадок

После каждого повторного цикла наблюдений составляется и передается заказчику промежуточный технический отчет, в котором приводятся полные данные о величинах осадок. После стабилизации или затухания осадок составляется итоговый отчет.

Отчет должен содержать:

- 1) ведомости отметок и осадок нивелирных марок;
- 2) план расположения знаков высотной основы и всех установленных на сооружении нивелирных марок с их номерами и величинами осадок;

3) краткую пояснительную записку.
 Пример ведомости осадок представлен в табл. 10.3

Таблица 10.3

Ведомость осадок

№№ ма- рок	Исходная абсолют- ная от- метка, мм на 1. 06.10	Осадка, мм с 1.06.10 по				Абсолют- ная от- метка, мм	примечание
		1.07.1	1.08.1	1.09.1	1.10.1		
		0	0	0	0		
		2 цикл	3 цикл	4 цикл	5 цикл		
	1 цикл						
M16	149865,6	4,2	6,4	24,9	<u>40,1</u>	149825,5	Мин осад Мак с осад
M17	149800,3	4,3	6,6	27,9	44,3	149756,0	
M18	149603,8	5,7	8,1	32,2	<u>52,7</u>	149551,1	
M19	150115,9	6,8	8,0	30,3	51,4	150064,5	
Средняя осадка, мм		5,2	7,3	28,8	<u>47,1</u>		

Средняя осадка рассчитывается как среднее арифметическое из осадок наблюдаемых марок.

Кроме того, в отчете должны быть освещены следующие вопросы:

- 1) цель измерения осадок;
- 2) краткая геологическая (с указанием физико-механических свойств грунтов) и топографическая характеристики участка;
- 3) сведения об объекте наблюдений, план фундаментов и первого этажа, продольные и поперечные разрезы основных несущих конструкций);
- 4) расчетные величины конечных осадок сооружения, кренов, прогибов и давлений на основание;
- 5) метод проведения и точность измерений;
- 6) описание явлений, которые могут способствовать возникновению осадок (например, колебание уровня грунтовых вод, наличие карстовых явлений, строительные работы и т.п.)
- 7) выводы и предложения.

К тексту прилагаются фотографии, ведомости, план фундаментов с нанесенными линиями равных осадок за весь период наблюдений (рис. 11.5)

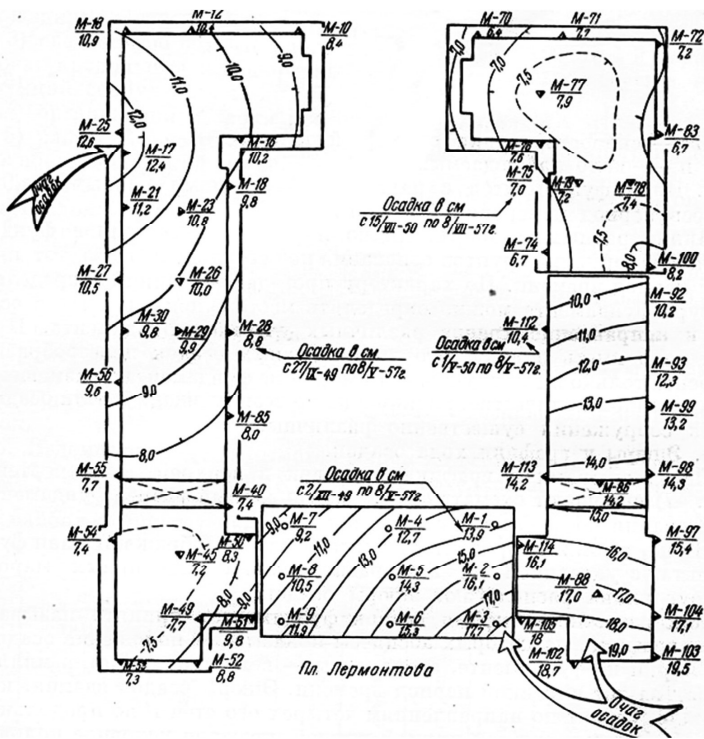


Рис. 10.5 Линии равных осадок фундамента.

Линии равных осадок наглядно показывают состояние фундамента и деформации грунтов основания за период наблюдений.

Кроме перечисленного, к тексту отчета могут прилагаться эпюры и графики хода осадок.

Методы измерения горизонтальных смещений зданий и сооружений

За **абсолютные горизонтальные смещения** принимают смещение сооружения относительно опорных пунктов, расположенных вне зоны влияния сооружения и принятых за неподвижные. Смещения, наблюдаемые относительно какой — либо точки сооружения, называются **относительными**.

Горизонтальные перемещения фундаментов зданий и сооружений следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: створных

наблюдений; отдельных направлений; триангуляции; фотограмметрии. Допускается применять методы трилатерации и полигонометрии.

Основными методами определения смещений главным образом являются створный и тригонометрический методы.

Створный метод

Створом называют вертикальную плоскость, проходящую через две закрепленные точки, относительно которой измеряют положение точек сооружения. Створ обычно задается высокоточными оптическими приборами (теодолит, лазерной насадкой) или натянутой струной.

Вдоль сооружения устанавливают марки, лежащие в створе (рис. 11.6).

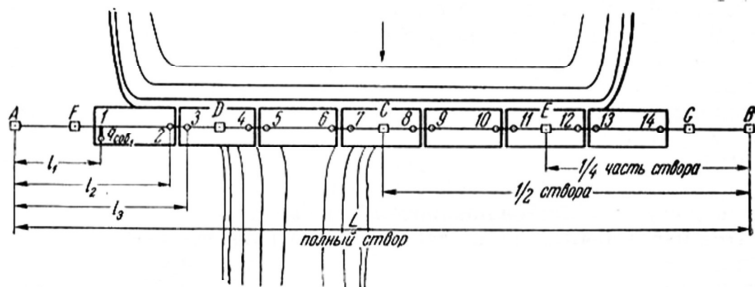


Рис. 10.6 Визирование по створу

Если при последующих наблюдениях хотя бы одна из марок сойдет с линии створа, то имеет место горизонтальное смещение сооружения.

Отклонение деформационной марки от заданного створа следует измерять способами: подвижной визирной цели; измерения малых (параллактических) углов при неподвижной визирной цели; струны.

Способ подвижной визирной цели следует применять для непосредственного измерения отклонения деформационной марки от створа в линейных величинах. Визирование на подвижную визирную цель, строго центрированную на марке, необходимо осуществлять точными и высокоточными теодолитами, снабженными накладными уровнями. При использовании в качестве визирной линии луча лазера, роль подвижной визирной цели осуществляет приемник света с отчетным приспособлением.

Измерения способом подвижной визирной цели следует проводить при двух кругах теодолита в прямом и обратном направлениях. При этом должно быть не менее 5 приемов измерений. Расхождения между отдельными приемами не должны превышать 1 мм.

Отсчет положения подвижной визирной цели по микрометру теодолита необходимо производить не менее 3 раз, а расхождения в отсчетах не должны превышать 0,3 мм.

Для определения отклонения деформационной марки от створа при *способе измерения малых (параллактических) углов* необходимо провести измерение расстояний от пункта стояния инструмента до марки.

Измерение угла отклонения марки от створа проводят точным или высокоточным теодолитами.

Число приемов и допускаемые средние квадратические погрешности измерения малых углов должны соответствовать приведенным в табл. 10.4 .

Таблица 10.4

Число приемов и средние квадратические погрешности измерения малых углов при определении отклонений деформационной марки

Расстояние от опорного знака до марки, м	Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения угла, с	Число приемов для теодолита, снабженного	
		оптическим микрометром	окулярным микрометром
100 и менее	2,0	3	2
200	1,0	6	4
600 □ 1000	0,5	12	6

Способ струны следует применять при прямолинейности здания или сооружения для непосредственного получения относительной величины линейного смещения фундаментов, определяемого как разность отклонения деформационной марки от линии створа в двух циклах измерений.

Тригонометрический метод

В некоторых случаях при определении горизонтальных смещений сооружения бывает невозможно создание прямолинейных створов. В этом случае с пунктов А, В, С (рис. 11.7) с помощью засечек периодически определяют координаты точек 1, 2, 3 на сооружении

Для метода триангуляции допускается принимать условную систему координат. В этом случае оси координат Х и У должны совпадать с поперечной и продольной осями здания или сооружения.

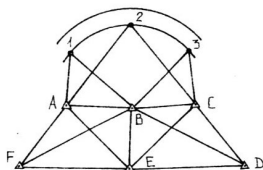


Рис. 10.7 Тригонометрический метод определения смещений

Путем сравнения координат определяют линейные смещения точек сооружения.

Измерение горизонтальных углов необходимо выполнять с погрешностью, не превышающей приведенные в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Погрешности измерения горизонтальных углов в зависимости от класса точности и расстояний

Класс точности измерений	Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения углов, с, для расстояний, м					
	50	100	150	200	500	1000
I	8	4	3	2	1	-
II	20	10	7	5	2	1
III	40	20	14	10	4	2
IV	60	30	20	15	6	3

Тригонометрический метод более трудоемок и требует значительного объема вычислений.

Способы измерения кренов сооружения

Крены (наклоны) сооружений определяют различными способами в зависимости от конкретных технических требований и условий наблюдения. Наиболее надежным и распространенным способом является способ горизонтальных углов (рис. 11.8).

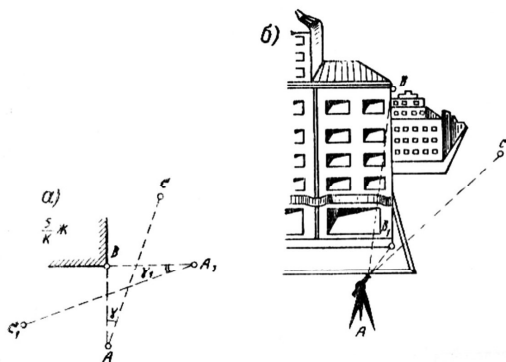


Рис. 10.8 Измерение кренов способом горизонтальных углов

Теодолит устанавливают над закрепленной точкой на таком расстоянии от сооружения, чтобы были видны его самая верхняя и нижняя точки (рис а). Затем измеряют горизонтальный угол между деформационной маркой В (рис б) на со-

оружии, и какой либо постоянной точкой «с» на местности. Вместо специальной марки теодолит можно наводить на резко очерченные детали строения, а при их отсутствии – на контур стены.

Затем прибор переносят на линию створа, перпендикулярную первой, и повторяют те же измерения.

Периодически измеряя углы, получают величину крена в градусах. Для перехода от градусов к линейным величинам пользуются формулой определяется по формуле (10.7):

$$\Delta q = \frac{\Delta \vartheta''}{\rho} \quad (10.7)$$

где Δq – крен, выраженный в линейной мере мм; $\Delta \vartheta$ – крен, выраженный в градусной мере (с"); L – расстояние от теодолита до точки, мм, $\rho = 206265''$.

Полная линейная величина приращения крена ΔQ определяется по правилу параллелограмма (рис 11.9) как равнодействующая из поперечных кренов Δq_1 и Δq_2 по формуле (10.8):

$$\Delta Q = \sqrt{\Delta q_1^2 + \Delta q_2^2} \quad (10.8)$$

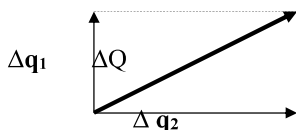


Рис.10.9 Графическое определение полной линейной величины крена по правилу параллелограмма

Определение кренов дымовых труб

Крен дымовых труб, имеющих форму усеченного конуса, можно определить несколькими способами.

Первый способ - проецирование центра верхней части трубы на подошву ее фундамента с двух взаимно перпендикулярных направлений (рис.11.10 а).

Для этого теодолит устанавливают над закрепленной точкой и наводят его на центр верха трубы (точка 5). Затем при двух положениях вертикального круга сносят проекцию этой точки на цокольную часть (точка 6). Периодически повторяя те же действия, получают приращение крена в линейной мере. Высота трубы l_1 определяется тригонометрическим нивелированием, а l_2 находят как сумму измеренного рулеткой расстояния от точки 6 до поверхности земли и величины заглубления фундамента. Поперечное приращение крена на всю длину дымовой трубы определяется по формуле (10.9):

$$Q_5 = \frac{q_5}{q_5(l_1+l_2)} \quad (10.9)$$

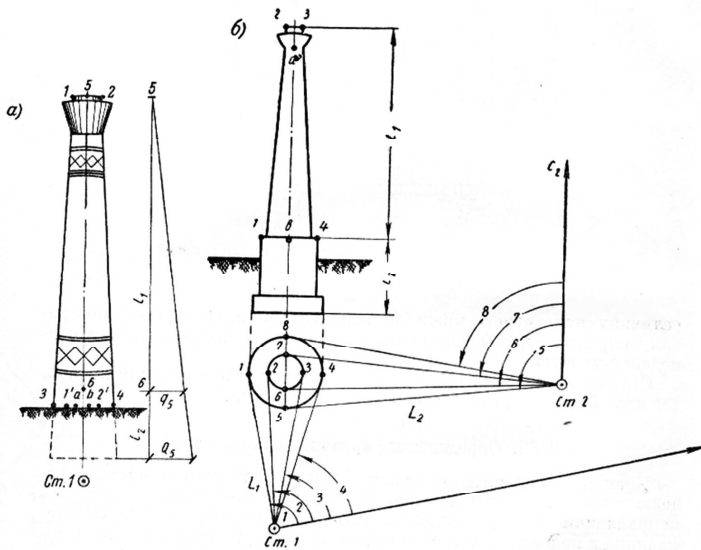


Рис. 10.10 Определение крена дымовых труб
 а) способом проецирования; б) способом измерений горизонтальных углов

Второй способ (наиболее надежный) заключается в измерении углов и направлений (рис. 11.10 б).

На расстоянии l_1 и l_2 с двух взаимно перпендикулярных направлений закрепляют два знака, для установки над ними теодолита. На контуре трубы намечают постоянные точки для наблюдений 1,2,3,4. На местности выбирают хорошо видимые точки C_1 и C_2 . Затем со станции 1 измеряют горизонтальные углы на точки 1,2,3,4 при двух положениях теодолита. Далее вычисляют полуразности углов $(\angle 3 - \angle 2) / 2$ и $(\angle 4 - \angle 1) / 2$, которые определяют направление на центр веха трубы «а» и центр цокольной части «в».

Зная горизонтальное расстояние от станции 1 до центра цоколя трубы, по разности направлений на «а» и «в» вычисляют величину поперечного крена сначала в градусной, а затем по формуле (10.7) в линейной мере.

На станции 2 измеряют углы на точки 5,6,7,8 и по результатам этих измерений вычисляют величину поперечного крена. Величину полного крена вычисляют по формуле (10.8). Повторяя подобные измерения через заданные интервалы времени, по разностям кренов последующего и первого циклов измерений получают величину приращения крена.

Определение изгибов конструкций

Неравномерные осадки углов зданий могут вызвать дополнительные напряжения в несущих конструкциях. В результате этого появляются изгибы, перекосы, приводящие к изменению геометрических форм оконных проемов и смещению колонн, ригелей, панелей.

Поскольку абсолютная величина перекоса не полностью характеризует положение конструкций, принято перекос конструкций выразить в относительной мере, рассчитывая его величину на 1 м расстояния по формуле (10.10):

$$Q = \frac{S_a - S_b}{L} \quad (10.10)$$

где S_a , S_b – максимальная неравномерная осадка двух точек фундамента по какому-либо направлению; L – расстояние между этими точками.

Для вычисления перекосов, возникающих в строительных конструкциях, составляют план расположения марок (рис. 11.11) с относительными осадками от марки, имеющей минимальную величину осадки.

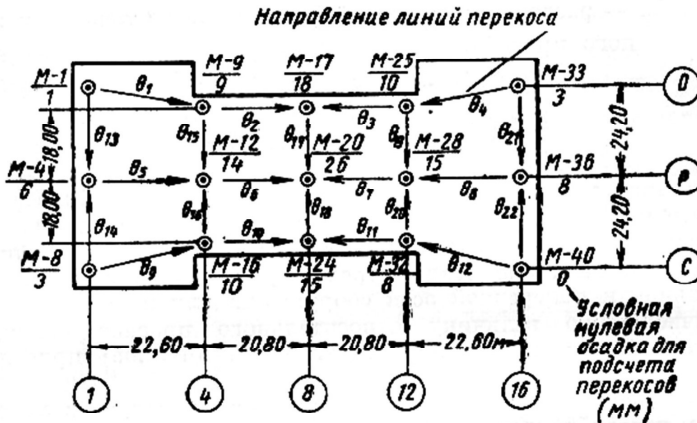


Рис. 10.11 План расположения нивелирных марок с направлениями перекосов конструкций фундамента

Затем на плане указывают направления перекосов и выписывают расстояния между марками, после чего величину перекоса вычисляют по формуле (x).

Определение углов кручения сооружений

Кручение зданий и сооружений относится к довольно сложному виду деформаций. При кручении поперечные сечения сооружения совершают некоторый поворот вокруг продольной оси X на различные углы β (рис. 11.12).

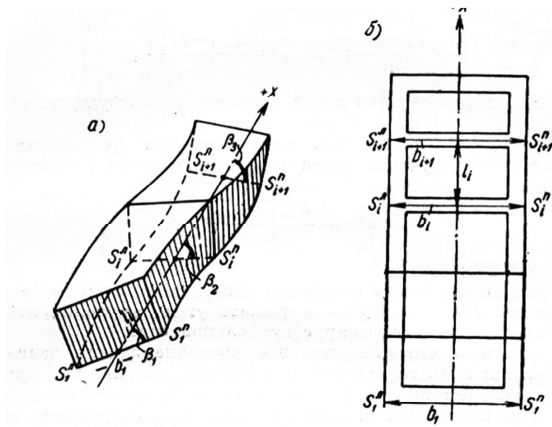


Рис. 10.12 Кручение зданий
 а) схема кручения стен здания;

б) расположение стен в плане для расчета величины относительного кручения

Часто кручение здания возникает, когда две параллельные грани фундамента по своей длине имеют неравномерные осадки S_l и S_p направленные в противоположные стороны.

Расчет величины относительного кручения всего здания или его части вычисляется по формуле (10.11):

$$\alpha \frac{\text{сек}}{\text{м}} = \frac{(k_{i+1} - k_i) \rho''}{l_i} \quad (10.11)$$

где $\rho - 206 \cdot 265''$; l_i – расстояние между соседними поперечными стенами, а разность $(k_{i+1} - k_i) \rho$ – выражает угол кручения здания в секундах дуги вокруг продольной оси.

$$k_{i+1} = \frac{S_{i+1}^E - S_{i+1}^I}{b_{i+1}} \quad (10.11)$$

$$k_i = \frac{S_i^E - S_i^I}{b_i}$$

где $S_i^l, S_i^p, S_{i+1}^l, S_{i+1}^p$ – осадки левой и правой граней фундамента в i -ом и $I+1$ сечениях; b_i, b_{i+1} – расстояния между гранями фундамента.

Знак относительного кручения зависит от принятых направлений вращения и направления продольной оси здания.

Угол кручения мачт линий электропередач

Угол кручения мачт ЛЭП определяют при помощи двух теодолитов, один из которых устанавливают по направлению оси проводов, а второй по перпендикулярному к ним направлению (рис 11.13).

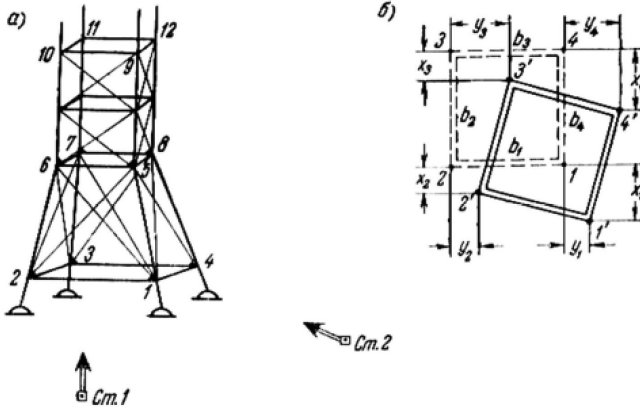


Рис. 10.13 Кручение мачт линий электропередач
 а) расположение марок на поясах мачт;
 б) горизонтальное смещение и поворот пояса в плане

Точки 1, 2, 3, ..., 12 для наблюдения выбирают на углах поясов не менее, чем на трех уровнях мачты. На выбранных поясах намечают по 4 точки, видимые с каждой станции.

Периодически измеряя горизонтальные углы между удаленной неподвижной точкой на местности и намеченными точками вычисляют величины горизонтальных смещений x_1, x_2, x_3, x_4 и y_1, y_2, y_3, y_4 (рис б) относительно продольной и поперечной осей ЛЭП. По величинам этих смещений вычисляют углы поворота каждого пояса мачты по формулам (10.12):

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_1 &= (x_1 - x_2) / b_1; & \operatorname{tg} \varphi_2 &= (y_3 - y_2) / b_2; \\ \operatorname{tg} \varphi_3 &= (x_4 - x_3) / b_3; & \operatorname{tg} \varphi_4 &= (y_4 - y_1) / b_4, \end{aligned} \quad (10.12)$$

где b_1, b_2, b_3, b_4 – расстояния между визирными целями на каждом поясе.

Из четырех вычисленных величин получают среднюю $\varphi_{1\text{сеч}} = [\varphi] / 4$, которая и определяет угол поворота данного пояса. Разность углов поворота (10.13) двух соседних поясов выражает абсолютную величину угла кручения между ними.

$$\alpha_{\text{абс}} = \varphi_{2\text{сеч}} - \varphi_{1\text{сеч}} \quad (10.13)$$

Угол относительного кручения определяется по формуле (10.14):

$$\alpha_{\text{отн}} = \frac{\alpha_{\text{абс}}}{l} \text{ сек/м} \quad (10.14)$$

где l – расстояние между поясами по высоте.

Определение деформаций мостовых сооружений

К наиболее характерным видам деформаций мостов относятся осадки, горизонтальные смещения и крены опор, прогибы, перекосы и изломы пролетных строений.

Осадки опор и величину прогибов конструкций определяют путем повторного нивелирования марок, установленных на опорах и пролетных конструкциях, от исходных реперов высотной сети.

Отметки марок определяют методом геометрического нивелирования II или III класса. Марки нивелируются в прямом и обратном направлениях. Первый цикл выполняют после возведения тела опоры. По мере стабилизации осадок интервал между измерениями увеличивается до четырех – шести месяцев. Кроме того, наблюдать за осадками опор необходимо после весеннего и осеннего паводков и после ледохода.

Наблюдения за прогибами конструкций начинают сразу после установки пролетного строения. Затем наблюдения выполняют четыре раза в год и со временем уменьшают частоту циклов до одного раза в год.

По результатам каждого цикла нивелирования составляется ведомость, в которой указывается величина осадки или прогиба для каждой марки с момента начала наблюдений.

Горизонтальные смещения опор определяют методом угловых и линейных засечек. Для этого с пунктов сети периодически измеряют углы или расстояния до деформационных марок, установленных на опорах. Затем вычисляют координаты марок. По расхождению координат, полученных в разных циклах, судят о величине деформаций.

В период эксплуатации моста, пункты разбивочной сети могут быть утрачены. В этом случае пользуются способом отдельных направлений, при котором с контролируемой точки опоры измеряют горизонтальные углы на твердые контуры местности или береговые знаки. Величину и направление векторов горизонтальных смещений определяют по планшету с координатной сеткой.

Использование фототеодолитных съемок, выполняют с постоянного базиса, что позволяет определить одновременно вертикальные и горизонтальные деформации моста. Обработка снимков ведется с применением автоматизированной системы цифровой фотограмметрии (АСЦФ). По результатам наблюдений составляют ведомости и графики смещений контрольных марок за период между циклами наблюдений.

Измерение осадок мостовых опор

С технической точки зрения измерение осадок мостовых опор не представляет сложности, так как каждая опора является абсолютно жесткой конструкцией.

Успешное проведение работ зависит от решения следующих вопросов: рационального размещения реперов на обоих берегах реки, осадочных марок, на опорах и на балках жесткости или верхнем пролетном строении; правильно построенной схемы нивелирных ходов, связывающих реперы левого и правого берегов; выбора на местности постоянных устойчивых станций нивелирования; применение методики наблюдений, рекомендуемой действующими нормативными документами.

Сезонных наблюдений рекомендуется проводить в периоды с похожим температурным режимом. Наблюдения нельзя проводить в моменты действия временных нагрузок. На рис 11.14 . приведена примерная схема размещения деформационных марок, устанавливаемых для измерения осадок мостовых опор

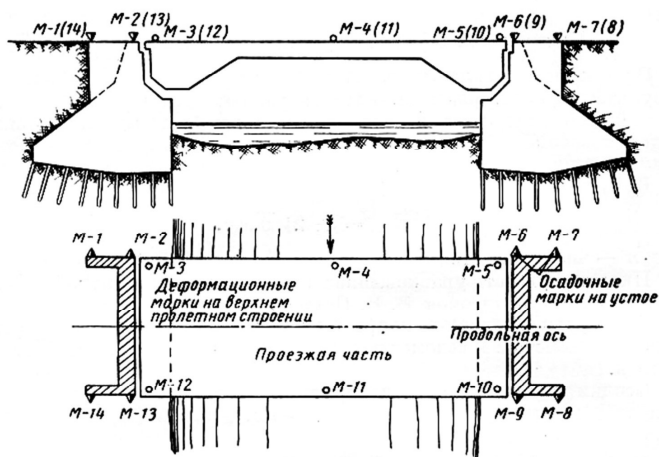


Рис. 10.14 Размещение осадочных марок на опорах и верхнем пролете моста

На рис.11.15 изображена примерная сеть нивелирных ходов, связывающая четыре исходных репера, расположенных на противоположных берегах и шесть осадочных марок, размещенных на опорах однопролетного моста. Намеченное количество геодезических знаков и станций можно считать достаточным для определения осадок и кренов двух опор.

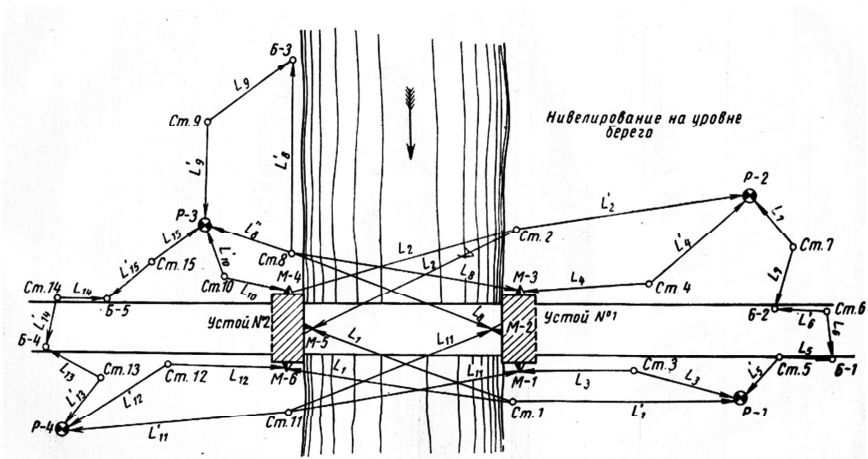


Рис. 10.15 Примерная сеть нивелирных ходов однопролетного моста

Из рисунка видно, что в связи между исходными реперами надежно осуществляется замкнутыми нивелирными ходами, прокладываемыми пери строгом соблюдении равенства плеч: $L_1 = L'_1$, $L_2 = L'_2$ и т.д.

Общая характеристика трещин

Трещины в стенах зданий и сооружений могут появиться не только как результат ошибок строительства, но и вследствие всевозможных природных явлений: осадки грунта, наводнений, землетрясений и т.п.

Известны следующие причины возникновения трещин в зданиях из кирпича: перегрузки и неравномерная осадка фундамента; недостаточная прочность кирпича; низкое качество кладки; частое замораживание и оттаивание кладки; осадочные и температурные деформации; пробивка борозд или отверстий; протекание санитарно-технических систем, карнизов, кровли, водосточных труб.

В железобетонных конструкциях трещины в стенах чаще всего возникают вследствие дефектов их изготовления, несоответствия марок и класса бетона, некачественной установки закладных деталей и узлов сопряжения, отклонения конструкции от проектного положения, наличия сколов, каверн и трещин в бетоне.

Виды трещин

Усадочные трещины (поверхностные) – покрывают поверхность стен сеткой неправильной и мелкой формы. Эти трещины при незначительной глубине распространения непосредственной связи с деформациями сооружения не имеют.

Осадочные трещины - появляются в результате неравномерных осадок, просадок или подъемов. Эти трещины распространяются на всю толщу сооружения и являются наиболее опасными. С течением времени эти трещины могут увеличиваться, а затем вновь закрываться.

Температурные и температурно-влажностные трещины возникают в результате периодических температурных и температурно-влажностных воздействий на строительные материалы. В первом случае трещины появляются в отдельных частях сооружений, когда в них отсутствуют температурные швы. Во втором случае трещины обнаруживаются на вертикальных плоскостях сооружения, в зоне колебания уреза воды.

Эксплуатационные и конструктивные трещины появляются в период эксплуатации в результате перегрузок или перенапряжения в несущих конструкциях при работе всего сооружения в целом.

По характеру проявления трещины делятся на:

- прогрессирующие, когда их развитие идет нарастающим темпом и может привести к аварии;
- стабилизирующиеся, т.е. имеющие тенденцию к затуханию;
- неактивные – трещины, прекратившие свое развитие или периодически меняющие свои размеры в результате температурных воздействий.

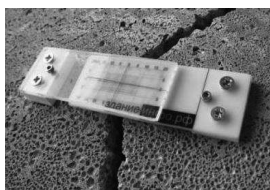
Чтобы выяснить характер повреждений здания и степень их опасности, при обнаружении трещин в зданиях, необходимо вести систематические наблюдения за их возможным развитием. В процессе наблюдений, необходимо зафиксировать величину, направление, форму трещины. Чтобы установить продолжается ли развитие трещины, необходимо контролировать ее распространение в длину, глубину, ширину и степень раскрытия.

Традиционно контроль развития трещин выполняется путем промеров простейшими приборами (рис.) и при помощи маяков различных конструкций.

Глубина трещин определяется с помощью игл и проволочных щупов.



а)



б)



в)

Рис. 10.16 Традиционные способы контроля развития трещин
а) рулеткой; б) электронным трещиномером «Маяк ZI-2U»
в) 3D трещиномером 6310

Расположение трещин здания схематично наносят на чертежи, отмечая дату установки маяков. В случае наблюдения за развитием трещин по длине, их концы при каждом осмотре отмечаются поперечными штрихами, нанесенными острым инструментом или краской на поверхности стены. Дату осмотра отмечают рядом с каждым штрихом. Маяки и сами трещины периодически осматриваются по графику наблюдения.

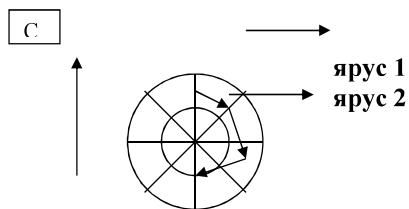


Рис. 10.17 Зарисовка трещин

Однако при наличии большого количества трещин различной глубины и направленности (рис.), а также в случае труднодоступности трещин, применение традиционных способов не всегда возможно.

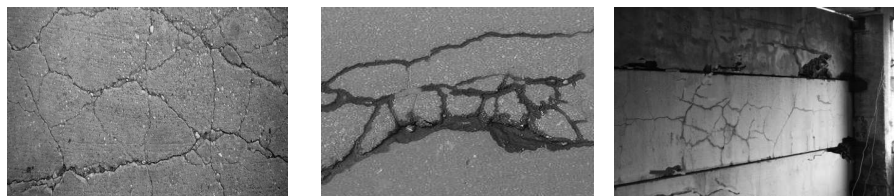


Рис. 10.18 . Сеть многочисленных вертикальных и горизонтальных трещин различной глубины и направленности, трудно контролируемых традиционными способами

В этих случаях для измерения трещин также может быть использован метод метрической фотосъемки. Фотосъемка трещин может быть выполнена обычной любительской фотокамерой. Для определения размеров трещин необходимо знать масштаб изображения на снимке, который определяется по размерам стандартных деталей (кирпичной кладке, линейке). Точность измерения направления и величины трещин может быть повышена, если по краям трещины иметь маркировочные точки. Для исключения перспективных искажений следует стремиться к установке фотокамеры параллельно плоскости исследуемого сооружения.

Для определения приращений трещин необходимо, повторную съемку выполнять с той же точки, чтобы снимки последующих циклов имели масштаб, рав-

ный масштабу первого снимка. Для этого необходимо надежно закрепить точки фотографирования.

Приращение трещины можно найти путем стереоскопического измерения смещения на снимке Δx , (Δz), как это делается при фотограмметрическом способе определения деформаций с последующими вычислениями по формулам (10.15):

$$\begin{aligned}\Delta X &= X' - X = Y \frac{x'}{f} - Y \frac{x}{f} = Y \frac{\Delta x}{f} = \Delta x M \\ \Delta Z &= Z' - Z = Y \frac{z'}{f} - Y \frac{z}{f} = Y \frac{\Delta z}{f} = \Delta z M\end{aligned}\quad (10.15)$$

где x , z и x' , z' - координаты точек на снимке до и после деформаций

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абросин, С.А. Сравнительная характеристика ГИС программ для более оптимальной работы в геодезии / С.А. Абросин, М.Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2018. № 1 (6). – С. 157-159.
2. Борисов, П.П. Создание 3d-модели участка дренажных сооружений для дальнейшей загрузки в систему нивелирования // Борисов П.П., Попов Б.А. Студент и наука. 2019. №2. – С. 40–46.
3. Буянов, В.И. Методы обследования и усиления аварийных строительных конструкций / В.И. Буянов, Б.А. Попов. – Воронеж: ВГАСУ, 2008. – 85 с.
4. Быковский, Н.М. Картография. Исторический очерк / Н.М. Быковский. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 200 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-11708-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/445984> (дата обращения: 06.04.2021).
5. Воронов, А.А. Комплексный геотехнический мониторинг зданий и сооружений Воронежской атомной станции теплоснабжения / А.А. Воронов, Б.А. Попов // Студент и наука. 2018. № 4(7). – С. 15–21.
6. Вострокнутов, А.Л. Основы топографии : учебник для вузов / А.Л. Вострокнутов, В.Н. Супрун, Г.В. Шевченко; под общей редакцией А.Л. Вострокнутова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9797-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453179> (дата обращения: 01.04.2021).
7. Костылев, В.А. Геотехнический мониторинг деформационных процессов при строительстве объектов в условиях плотной городской застройки на примере г. Воронежа / В.А. Костылев, Н.В. Невинская, В.В. Шумейко, М.Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2019. № 1 (8). – С. 149-153.
8. Макаров, К.Н. Инженерная геодезия : учебник для вузов / К.Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 243 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07042-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470692> (дата обращения: 26.03.2021).
9. Поклад, Г.Г. Инженерная геодезия : учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев, Б.А. Попов. – Москва, Берлин : Директ_Медиа, 2020. – 497 с.
10. Попов, Б.А. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации инженерных систем и сооружений / Б.А. Попов. – Воронеж: ВГАСУ, 1997. – 76 с.
11. Попов, Б.А. Курс инженерной геодезии : Учеб. пособие / Б.А. Попов, А.Д. Баранников. – Воронеж : ВГАСУ, 2002. – 93 с.
12. Попов, Б.А. Опыт обоснования и разработки использования фотоснимка как метода определения загрязненности атмосферы дымовыми выбросами

- предприятий / Б.А. Попов, М.Б. Реджепов, Н.Б. Хахулина, Ю.– С. Нетребина, Н.И. Самбулов, Н.В. Яковенко // Экология урбанизированных территорий. 2019. №3. – С. 56-64.
13. Реджепов, М.Б. Исследование и совершенствование методов сбора и обработки геопространственной информации для изыскания линейных сооружений / М.Б. Реджепов, К.С. Гордеева // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. 2019. – С. 278-286.
14. Реджепов, М.Б. Особенности работы на мостовых сооружениях при закреплении знаков отражательными пленками / М.Б. Реджепов, Ю.Ю. Щекин // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2018. №2(7). – С. 102-106.
15. Чучукин, Н.А. О влиянии рефракции и конвенции при линейно-угловых измерениях электронным тахеометром / Н.А. Чучукин, В.В. Веселов, О.В. Есенников, А.Н. Сячинов, Ю.С. Нетребина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2007. №15. – С. 99-112.
16. Vaneeva, M.V. Innovative photogrammetric methods for monitoring agrolandscapes nanorelief / M.V. Vaneeva, S.A. Makarenko, M.B. Redzhepov, J.S. Netrebina, S.R. Vaneev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. - 2020. p. 012105.

Учебное издание

**Попов Борис Алексеевич
Реджепов Максат Бекиевич
Нетребина Юлия Сергеевна
Вобликова Яна Витальевна**

Геодезия в строительстве

Вёрстка – Издательство «Диалог»
dialog-izdat.ru

Макет обложки – Александр Нечаев

Подписано в печать 05.10.2021 г.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная.
Печать офсетная. Формат 60x84/16 (а5)
Тираж 1000 экз. Заказ № 0510/21.

Издательство

ООО «Центрально-Чернозёмное книжное издательство»

394026, г. Воронеж, Московский пр-кт, 13/2

Тел.: +7(908) 149-72-79. **E-mail:** 397825@mail.ru

Типография

Общество с ограниченной ответственностью «ЛЕВ»

Тел.: +7 (916) 258-37-75. **E-mail:** lev-ltd@mail.ru