

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.С. Умняхин, О.Н. Попков, С.А. Дейнега

## **ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие

Издание 2-ое, стереотипное

Ухта 2004

ББК 30.11  
УДК 744(075)  
И 62

Умняхин А.С. Инженерно-строительная графика: Учебное пособие /А.С. Умняхин, О.Н. Попков, С.А. Дейнега. – 2-ое изд., стереотип. – Ухта: УГТУ, 2004. – 52 с.: ил.

ISBN 5-88179-064-2

Для студентов специальностей 090600 "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений" и 090700 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" по дисциплине "Начертательная геометрия и инженерная графика".

Изложены общие правила выполнения строительных чертежей. Рассмотрены содержание и основы построения чертежей оснований и фундаментов ряда инженерных сооружений, автодорог, генеральных планов нефтегазовых месторождений и трасс трубопроводов.

**Рецензенты:** *к.т.н. А.И. Ермаков* – кафедра автоматизированного проектирования сооружений нефтяной и газовой промышленности Государственной Академии нефти и газа им. И.М. Губкина, *А.Д. Шагаров* – главный специалист строительного направления научно-исследовательского и проектного института СеверНИПИгаз.

© Ухтинский государственный технический университет, 1996, 2004

© Умняхин А.С., Попков О.Н., Дейнега С.А., 1996, 2004

ISBN 5-88179-064-2

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ.....	6
1.1. Типы зданий и сооружений на территории месторождений и трассах трубопроводов. Стадии проектирования .....	6
1.2. Общие правила графического оформления строительных чертежей .....	7
2. ЧЕРТЕЖИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	16
2.1. Краткие сведения об основных конструктивных элементах зданий и сооружений.....	16
2.2. Основания и фундаменты инженерных сооружений .....	19
2.2.1. Типы оснований и фундаментов и области их применения .....	20
2.2.2. Конструкции фундаментов.....	20
2.2.3. Планы фундаментов .....	26
2.3. Магистральные трубопроводы.....	28
2.3.1. Содержание чертежей трубопроводов .....	28
2.3.2. Чертежи опор трубопроводов .....	31
2.4. Чертежи автомобильных дорог.....	37
2.4.1. Общая характеристика чертежей дорог .....	37
2.4.2. Сооружения на дорогах, вдольтрассовые и временные дороги.....	39
2.5. Генеральные планы нефтегазопромысловых объектов .....	40
2.5.1. Правила оформления чертежей генеральных планов .....	40
2.5.2. Генеральные планы нефтеперекачивающих и компрессорных станций .....	43
2.6. Планировка рельефа .....	47
Библиографический список.....	51

## ВВЕДЕНИЕ

Нефтяное и газовое месторождение, магистральный трубопровод представляют собой не только буровое оборудование, скважины, трубы, но и целый комплекс промышленных и гражданских зданий, специальных и вспомогательных инженерных сооружений. Это обстоятельство обуславливает значительные объемы графических работ, которые выполняются как традиционным способом, так и с применением автоматизированных систем проектирования. Выполнение комплексных и поэтапных строительных чертежей объектов обустройства месторождений и трубопроводных систем является достаточно сложной прикладной задачей, требующей от специалиста не только творческого подхода, но и знания существующих нормативных документов в области инженерной графики вообще и строительного черчения в частности.

В 1968 г. впервые утверждены стандарты под названием "Единая система конструкторской документации", представляющие собой единые правила выполнения конструкторских документов, в том числе чертежей и схем, во всех отраслях машиностроения и приборостроения с учетом требований к строительным чертежам. Практика работы многочисленных строительных проектных организаций потребовала создания специальных нормалей и стандартов на строительную проектную документацию. Поэтому разработаны государственные стандарты Системы проектной документации для строительства, которые дополняют ЕСКД.

В настоящее время имеются не только названные группы стандартов, но и многочисленные учебники по строительному черчению, ГОСТы и СНиП, Руководства и Инструкции практически по всем конструкциям и видам графических работ, встречающихся в строительной практике. Объем этих книг и документов составляет сотни печатных листов. Студенту начальных курсов очень сложно ориентироваться в таком объеме информации, выбрать главное для своей специальности. Поэтому задача настоящего пособия – по возможности обобщить и сконцентрировать имеющийся опыт и дать необходимый исходный материал для углубленного изучения предмета и дальнейшей практической работы.

В то же время пособие не может поставить своей задачей научить студентов составлению строительных чертежей, полностью отвечающих требованиям производства. Овладение чертежом как средством выражения конструкторской мысли и как производственным документом может быть достигнуто лишь в результате изучения ряда общеинженерных и специальных дисциплин. В этом процессе учебный предмет, называемый инженерно-строительной графикой, является одной из первых ступеней. Поэтому в нем изучается только небольшая часть условностей, применяемых на производственных чертежах. Однако эта часть, независимо от способа выполнения черте-

жа, является своеобразным фундаментом, на котором базируется система строительной документации.

Пособие представляет собой лекционный курс по общим вопросам и основным направлениям строительного черчения применительно к проблемам обустройства нефтегазовых месторождений и прокладки магистральных трубопроводов. Оно содержит два раздела, в которых рассматриваются: общие сведения о строительных чертежах; чертежи инженерных сооружений. Особое внимание уделено чертежам, специфическим для нефтегазовой отрасли – основаниям и фундаментам инженерных сооружений, опорам трубопроводов, генеральным планам.

## ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

### 1.1. Типы зданий и сооружений на территории месторождений и трассах трубопроводов. Стадии проектирования

Обустройство нефтяного и газового месторождения предусматривает строительство объектов различного технологического назначения. К ним относятся: эксплуатационные и нагнетательные скважины; выкидные линии от скважин; замерные установки; нефтегазосборные сети; сепарационные установки; резервуарные парки; нефтенасосные и компрессорные станции; очистные сооружения; установки подготовки нефти и воды; водозаборные и насосные станции; линии электропередач и подстанции; магистральные и подъездные дороги; площадки насыпного грунта (насыпи) для размещения инженерных сооружений; базы производственного обслуживания, вахтовые поселки.

Магистральные газопроводы и нефтепроводы в общем случае включают следующие группы сооружений: головные; линейные (собственно трубопровод); компрессорные или насосные станции; газораспределительные станции в конце трубопровода; подземные хранилища газа или резервуарные парки нефти; объекты связи; системы электрозащиты сооружений трубопровода от коррозии; вспомогательные сооружения, обеспечивающие бесперебойную работу трубопровода (линии электропередач, водозаборы и т.п.); объекты ремонтно-эксплуатационной службы; административные и жилищно-бытовые сооружения.

Большинство объектов нефтегазопромыслов и трасс трубопроводов представляют собой блочно-комплектные установки, изготавливаемые в заводских условиях, и не требуют дополнительных проектных разработок, за исключением оснований и фундаментов, на которых они монтируются. Другая часть зданий и сооружений строится по типовым проектам, где также требуются проектные решения по основаниям и фундаментам. Третья часть объектов обустройства требует индивидуального проектирования. Обычно это корпуса насосных и компрессорных станций, дороги, опоры магистральных и межпромысловых трубопроводов при надземной прокладке. Основными объектами проектирования являются здания, основания, фундаменты, опоры трубопроводов.

Строительству любого здания или сооружения предшествует разработка проектно-сметной документации (ПСД). Ее состав и содержание на любой стадии проектирования определяют строительные нормы и правила (СНиП) и инструкции Минстроя России.

**Задание на проектирование** составляет заказчик с участием генерального проектировщика на основании утвержденных технико-эконо-

мических расчетов и требований "Положения об оценке качества ПСД для строительства". Порядок разработки проектно-сметной документации определяется в технико-экономическом обосновании (ТЭО) или в технико-экономическом расчете и может осуществляться в две стадии (проект и рабочая документация) или в одну стадию (рабочий проект). Стадийность разработки ПСД устанавливается организацией, утверждающей ТЭО (ТЭР) с учетом необходимости дальнейшей детализации и уточнения основных технических решений.

**Проект** со сводным сметным расчетом стоимости строительства (первая стадия проектирования) разрабатывается на основе утвержденного технико-экономического обоснования (технико-экономического расчета) и других материалов по выбору площади (трассы) для строительства в соответствии с заданием на проектирование.

**Рабочая документация** (вторая стадия проектирования) составляется на основе утвержденного проекта.

**Рабочий проект** разрабатывается на основании утвержденных технико-экономического обоснования и технико-экономического расчета и в соответствии с заданием на проектирование. Рабочий проект используют как для экспертизы, так и для производства строительно-монтажных работ. Он представляет собой проект, совмещенный с рабочей документацией.

**Типовые проекты** предназначены для многократного использования в массовом строительстве. В состав типового проекта входят все рабочие чертежи, необходимые для строительно-монтажных работ, а также пояснительная записка и смета.

**Рабочие чертежи** предназначены для непосредственного производства строительно-монтажных работ. Они объединяются в основные комплекты. Каждому основному комплекту рабочих чертежей присваивают самостоятельное наименование, в состав которого включают базовое обозначение и марку основного комплекта. Марка состоит из заглавных букв названия определенной части проекта, например: ГП – генеральный план; АР – архитектурные решения; КМ – конструкции металлические. При необходимости могут быть назначены дополнительные марки основных комплектов рабочих чертежей, если в государственном стандарте нужного наименования нет.

## **1.2. Общие правила графического оформления строительных чертежей**

При выполнении и оформлении строительных чертежей необходимо пользоваться следующими руководящими материалами:

1. ЕСКД – "Единая система конструкторской документации", сборник государственных стандартов;

2. СПДС – "Система проектной документации для строительства", сборник государственных стандартов.

**М а с ш т а б ы.** Изображение на строительных чертежах планов, фасадов, разрезов, конструкций, деталей и других элементов зданий и сооружений выполняют в масштабах, установленных ГОСТ 2.302-68\*, с учетом требований ГОСТ 21.501-80\*. Обычно применяют следующие масштабы:

- для ситуационных и генеральных планов – 1:500-1:50 000;
- для планов этажей, разрезов, фасадов – 1:200, 1:400, 1:500;
- для фрагментов планов, фасадов – 1:100;
- для узлов – 1:10, 1:20.

Масштаб изображения следует принимать минимальным – в зависимости от сложности чертежа, но обеспечивающим четкое копирование. В соответствии с ГОСТ 21.101-79 на строительных чертежах, как правило, масштаб не проставляют. Однако при необходимости масштаб изображения может быть указан в основной надписи по типу 1:100, а над изображением по типу: А-А (М1:10) или А (М1:20).

**В и д ы, р а з р е з ы, с е ч е н и я.** На строительных чертежах виды располагаются в соответствии с ГОСТ 2.305-68\*\*. Однако наименование вида может отличаться от принятого в стандарте. Например: вместо "вида спереди" изображение именуется "фасадом" и т.п. Кроме того, название вида, как правило, надписывают над его изображением по типу "Фасад 1-3". Вид может иметь буквенное, цифровое или смешанное наименование. При необходимости направление проецирования может быть указано одной или двумя стрелками.

Для наименования разреза допускается применять буквы и цифры. В наименовании изображения допускается включать слово "разрез", например: "*Разрез А-А*".

В строительных чертежах линия, указывающая направление секущей плоскости, может быть со стрелками или без них. Сечение обозначают буквами или цифрами. В названии сечения указывают обозначение соответствующей секущей плоскости.

**Л и н и и ч е р т е ж а.** На строительных чертежах используют типы линий, приведенные в ГОСТ 2.303-68\*. Толщина линий для всех изображений, выполненных в одном и том же масштабе, должна быть одинаковой.

На плане и разрезе здания видимые контуры обводят линиями разной толщины. Более толстой линией обводят контуры участков стен, попавшие в секущую плоскость. Прочие контуры обводят тонкой линией. Толщина вспомогательных линий и линий обводки основных строительных чертежей приведена в таблице 1.1.



Таблица 1.1.

## Толщина линий строительных чертежей

Наименование	Толщина линий, мм
Рамки листов, основные надписи, основное членение таблиц экспликаций, спецификации и др.	0.8
Кружки для нумерационной маркировки узлов: внутренние линии	0.8
наружные линии	0.3
Маркировочные кружки модульных координационных осей	0.3-0.4
<u>Планы и разрезы</u>	
Линия земли	0.4-0.8
Элементы сооружений, попадающие в сечение	0.4-0.8
Контурные других элементов	0.3-0.4
Оборудование	0.2-0.3
<u>Фасады</u>	
Линия земли	0.6-0.8
Контурные зданий и сооружений	0.3-0.6
Линии проемов, ворот и др.	0.3-0.4
Рисунок коробок, переплетов и др.	0.2-0.3
Сечение элементов сооружений	0.6-1.0
Контурные сечений, не попадающих в разрез	0.3

**Р а з м е р ы.** На строительных чертежах размеры наносят с учетом основных требований к рабочей документации для строительства ГОСТ Р 21.1101-92.

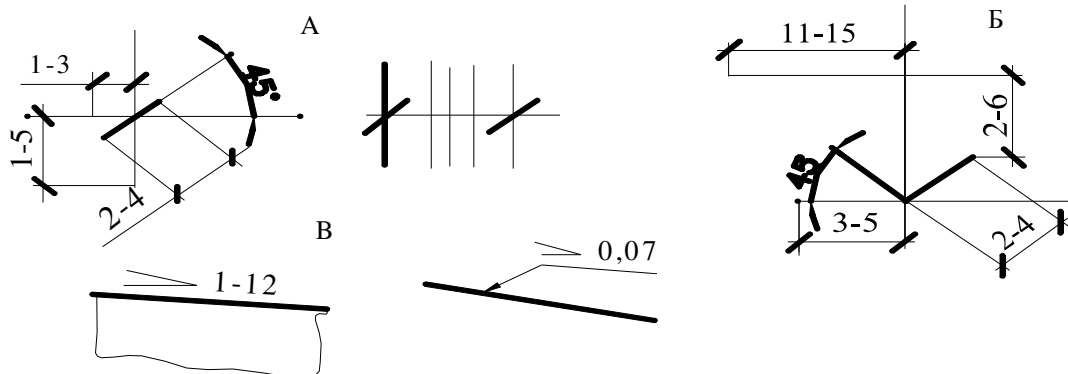


Рис. 1.1. Размеры и форма условных знаков на строительных чертежах:  
а – размерные линии;  
б – линии уровней;  
в – уклоны

Размеры в миллиметрах на строительных чертежах, как правило, наносят в виде замкнутой цепочки без указания единицы измерения. Если размеры проставляют в других единицах, это оговаривают в примечании к чертежам. Размерные линии на строительных чертежах ограничивают засечками – короткими штрихами длиной 2-4мм, проводимыми с наклоном вправо под углом  $45^\circ$  к размерной линии. Толщина линии засечки равна толщине сплошной основной линии, принятой на данном чертеже. Размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1-3мм. Размерное число располагают над размерной линией на расстоянии 1мм. Выносная линия может выступать за размерную на 1-5мм (рис. 1.1а).

При недостатке места для засечек на размерных линиях, представляющих собой замкнутую цепочку, засечки допускается заменять точками.

Расстояние от контура чертежа до первой размерной линии рекомендуется принимать не менее 10мм. Однако в практике проектной работы его принимают равным 14-21мм. Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7мм, а от размерной линии до кружка координатной оси – 4мм.

При наличии в изображении ряда одинаковых элементов, расположенных на равных расстояниях друг от друга (например, осей колонн), размеры между ними проставляют только в начале и в конце ряда и указывают суммарный размер между крайними элементами в виде произведения числа повторений на повторяющийся размер.

Размерную линию на строительных чертежах ограничивают стрелками по ГОСТ 2.307-68\* в том случае, когда требуется указать диаметр, радиус окружности или угол, а также при нанесении размеров от общей базы, располагаемых на общей размерной линии.

**О т м е т к и.** Условные отметки уровней (высоты, глубины) на планах, разрезах, фасадах показывают расстояние по высоте от условной нулевой отметки (уровень чистого пола первого этажа, поверхности земли) до уровня поверхности различных элементов здания или сооружения.

На фасадах и разрезах отметки помещают на выносных линиях или линиях контура.

Знак отметки представляет собой стрелку с полочкой. При этом стрелку выполняют основными линиями длиной 2-4мм, проведенными под углом  $45^\circ$  к выносной линии или линии контура. Линию выноски вертикальную или горизонтальную обводят сплошной тонкой линией (см. рис. 1.1б). Когда около одного изображения располагаются друг над другом несколько знаков уровней, рекомендуется вертикальные линии отметки размещать на одной вертикальной прямой, длину горизонтальной полочки делать одинаковой.

Знак отметки может сопровождаться поясняющими надписями, например: "Ур.ч.п." – уровень чистого пола; "Ур.з." – уровень земли.

На строительных чертежах отметки уровней указывают в метрах с тремя десятичными знаками. Условная нулевая отметка обозначается **0,000**. Размерное число, показывающее уровень элемента, расположенного ниже нулевой отметки, имеет знак минус (например: **-1,210**), а расположенного выше – знак плюс (**+6,300**).

На планах размерное число отметки наносят в прямоугольнике, контур которого обведен тонкой сплошной линией, или на полке линии-выноски. Перед размерным числом отметки ставят знак плюс или минус.

**Уклоны.** На строительных чертежах уклон указывают в виде простой или десятичной дроби. В последнем случае допускается проставлять уклон с точностью до третьего знака. Перед размерным числом, определяющим уклон, ставят знак из двух пересекающихся под острым углом линий. Обозначение уклона наносят непосредственно над линией контура или на полке линии-выноски, причем нижняя линия знака уклона должна быть параллельна линии контура или линии-выноски, а острый угол направлен в сторону уклона. На планах направление уклона указывают стрелкой. При необходимости над стрелкой ставят значение уклона (см. рис. 1.1в).

**Основные надписи.** В основной надписи приводятся данные о проектируемом объекте, организации, ведущей проектирование, исполнителях и др. Содержание и расположение основной надписи, дополнительных граф к ней, размерных рамок на листах основного комплекта рабочих чертежей, чертежей строительных изделий, текстовых документов устанавливает ГОСТ Р 21.1101-92.

**Надписи.** Шрифты для надписей на строительных чертежах принимают по ГОСТ 2.304-81. Размер шрифта рекомендуется следующий:

- в основной надписи для наименования организации, листа, объекта и т.п. – 5 или 7 мм, прочие надписи – 3.5 или 5 мм;
- в наименовании основных чертежей и таблиц – 5 или 7 мм, второстепенных чертежей, текстовых указаний и т.п. – 3.5 или 5 мм, цифровые данные для заполнения таблиц – 3.5 или 2.5 мм;
- в обозначении координационных осей, ссылочной и нумерационной маркировки узлов, номеров позиций при диаметре кружков 6-9мм размер шрифта 3.5 или 5 мм, при диаметре 10-12мм и более – 5 или 7 мм (в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-92 размер шрифта для обозначения координационных осей и позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже);
- высота размерных чисел на чертежах, выполненных в масштабе 1:100 и крупнее, рекомендуется 3.5 мм, а в масштабе 1:200 и мельче, а также в стесненных местах при более крупном масштабе – 2.5 мм. Размер шрифта для остальных надписей принимают в зависимости от мас-

штаба и насыщенности чертежа. Надписи располагают над изображением с минимальным разрывом.

**Выноски и ссылки.** На чертежах планов, разрезов и фасадов из-за мелкого масштаба изображения нельзя достаточно подробно показать отдельные детали и узлы здания. Однако в проекте или альбоме типовых деталей может быть дана деталь или узел, вычерченные в более крупном масштабе с достаточной степенью детализации. В таком случае на эту деталь или узел делается ссылка на основном чертеже.

Линии-выноски, как правило, заканчиваются полками, на которые наносят краткие указания. Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не идущую от какой-нибудь линии, заканчивают точкой. Линию-выноску, отводимую от линии видимого или невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхность, заканчивают стрелкой. На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки (рис. 1.2).

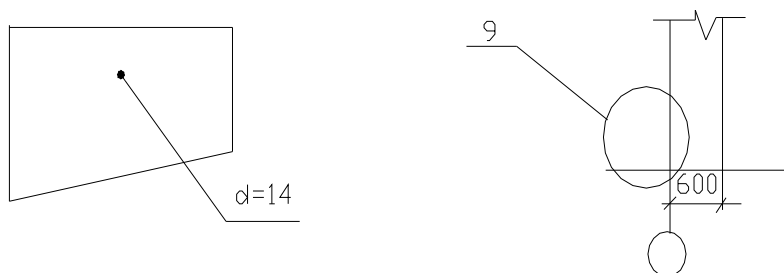


Рис. 1.2. Линии-выноски на строительных чертежах

Допускается выполнять линии-выноски с одним изломом, а также проводить от одной полки две или более линий-выносок. Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, расположенных над полкой линии-выноски и под ней.

Выносные надписи к многослойным конструкциям делают на "этажерах" (рис. 1.3). В этом случае линия-выноска представляет собой прямую линию со стрелкой. На этой выносной надписи в порядке расположения слоев дается их материал или конструкция с указанием размеров. Последовательность надписей к отдельным слоям должна соответствовать последовательности их расположения на чертеже сверху вниз или справа налево. При указании толщины слоев размерность (мм) не проставляют.

Многократно повторяющиеся надписи следует заменять примечаниями к чертежу.

Выносные элементы (узлы) – отдельное увеличенное изображение какой-либо части конструкции или сооружения, требующее дополнительных графических пояснений.

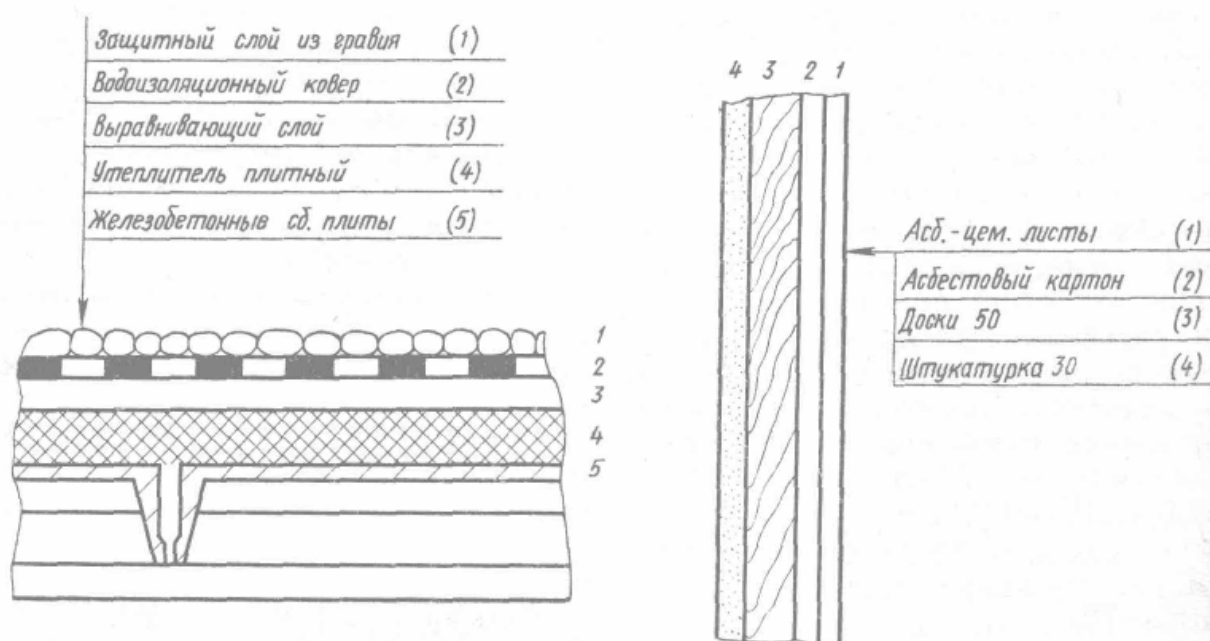


Рис. 1.3. Выносные надписи к многослойным конструкциям

При выполнении чертежей узлов то место, которое необходимо показать на выносном элементе, отмечают на виде (фасаде), плане, разрезе окружностью с указанием на полке линии-выноски порядкового номера выносного элемента арабской цифрой (рис. 1.4). Когда на полке линии-выноски стоит одна цифра, то выносной элемент расположен на том же листе, что и основной чертеж. Когда узел размещен на другом листе основного комплекта рабочих чертежей, то под полкой линии-выноски или над полкой в скобках указывают лист, на котором помещен узел.

Если рассматриваемый узел, на который делается ссылка, располагается в другом основном комплекте рабочих чертежей или является типовым, то под полкой линии-выноски указывают обозначение соответствующего основного комплекта рабочих чертежей (например, 427-3-АР2(6)) или серию рабочих чертежей типовых изделий и номер выпуска (например, 2.406-5ВЫП.2). При вычерчивании выносного элемента тип изображения (вид, разрез узла) и его ориентация должны быть такими же, как и на основном чертеже. На чертеже узла в разрезе наносят условное изображение материалов, за исключением сечений металлических конструкций, которые показывают контуром или зачерняют.

Ссылку на узлы, которые даются в сечении, изображают с помощью толстой основной сплошной линии, которая проходит через пересекаемые элементы и тонкой линией-выноской с полочкой или без нее.

Выносной элемент обозначается маркировочным кружком, который рекомендуется размещать над выносным элементом или справа от него. Линия

обводки – сплошная основная толстая, диаметр круга 12-14 мм. Внутри круга ставят номер узла, замаркированного на данном листе или номер узла и лист, на котором узел замаркирован (см. рис. 1.4).

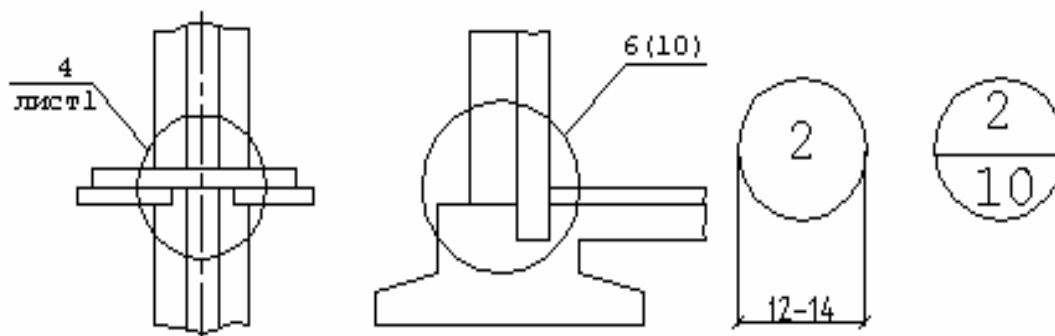


Рис. 1.4. Выносные элементы на строительных чертежах

Фрагменты на фасадах и планах зданий или сооружений обозначают фигурной скобкой. Под фигурной скобкой, а также над соответствующим фрагментом наносят его наименование, например: "Фрагмент 7". Если фрагмент помещен на другом листе основного комплекта рабочих чертежей, то под фигурной скобкой указывают только номер этого листа, например: "Фрагмент 7. Лист 10". Для ссылки на фрагмент можно использовать линию-выноску.

Координационные оси обозначают штрихпунктирными линиями, которые оканчиваются кружком диаметром 6-12 мм. При этом вертикальные оси обозначают в кружках арабскими цифрами, а горизонтальные – заглавными буквами русского алфавита. Изображение повторяющегося элемента, привязанного к нескольким координационным осям, представлено на рис. 1.5 а,б. При необходимости ориентацию координационной оси, к которой привязан элемент, по отношению к соседней оси, указывают как на рис. 1.5в. Для отдельных элементов, расположенных между координационными осями основных несущих конструкций, наносят дополнительные оси с обозначением их в виде дроби (например, Б/2; 1/1).

Номера позиций (марки элементов) наносят на полках линий-выносок, рядом с изображением, без линии-выноски или в пределах контуров изображенных частей строительных объектов. При мелкомасштабном изображении линии-выноски заканчивают без стрелки и точки.

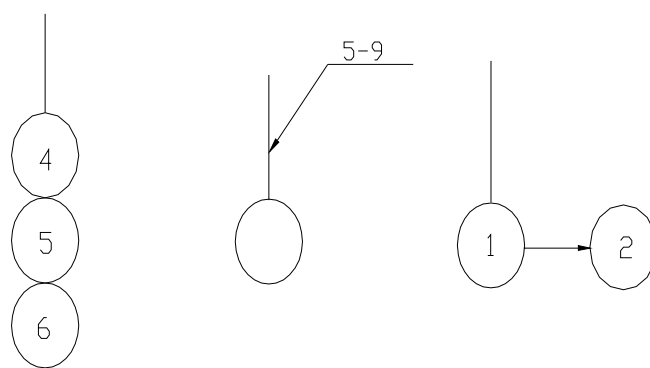


Рис. 1.5. Обозначение координационных осей:

а – число осей три и менее;

б – число осей более трех;

в – указание ориентации оси

## ГЛАВА 2. ЧЕРТЕЖИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1. Краткие сведения об основных конструктивных элементах зданий и сооружений

Конструктивными элементами здания или сооружения являются его самостоятельные части, изображенные на рис. 2.1.

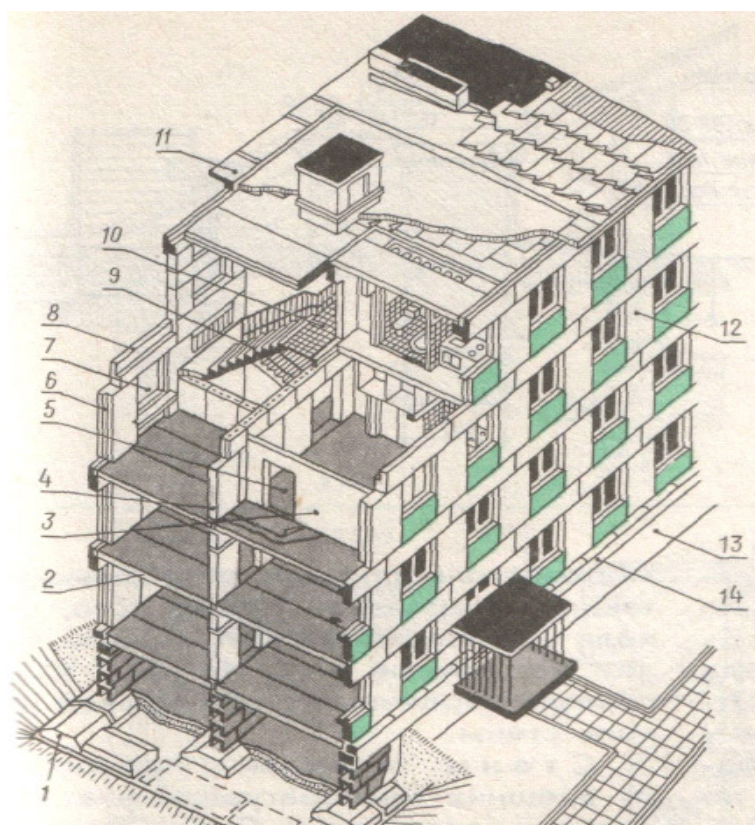


Рис. 2.1. Конструктивные элементы здания:

1 – фундамент; 2 – междуэтажное перекрытие; 3 – перегородка; 4 – внутренняя капитальная стена; 5 – дверной проем; 6 – наружная капитальная стена; 7 – оконный проем; 8 – перемычка; 9 – лестничный марш; 10 – лестничная площадка; 11 – карниз; 12 – простенок; 13 – отмостка; 14 – цоколь

**О с н о в а н и е** – слой грунта, на который опирается фундамент и который воспринимает вес сооружения. Основания бывают естественные (грунт) и искусственные (сваи и т.п.).

**Ф у н д а м е н т** – часть здания или сооружения, которая находится в земле и на которую опираются стены и колонны. Фундамент служит для передачи и распределения нагрузки от здания на грунт. Верхняя часть фундамента называется поверхностью, а нижняя – подошвой фундамента. Расстояние от



нижнего уровня поверхности грунта до подошвы фундамента называется глубиной заложения. Фундаменты подразделяются на ленточные, расположенные под всеми несущими стенами здания, столбчатые в виде отдельно стоящих столбов, сплошные и свайные (рис. 2.2). Последние имеют наибольшее распространение при обустройстве месторождений.

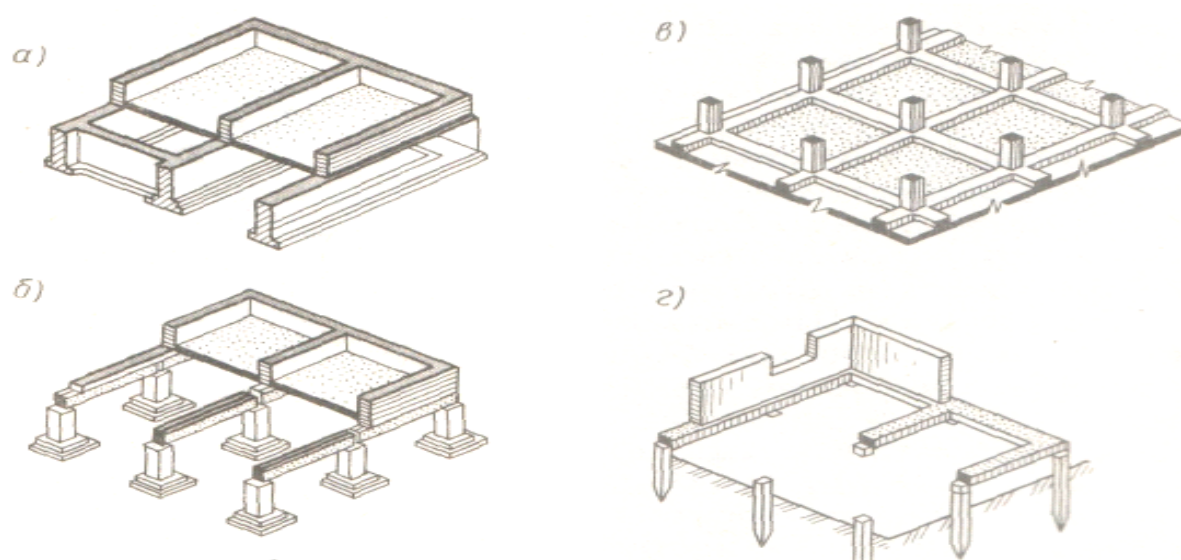


Рис. 2.2. Типы фундаментов:  
а – ленточный; б – столбчатый; в – сплошной; г – свайный

**Отмостка** служит для отвода атмосферных вод от стен здания.

**Цоколь** – нижняя часть стены над фундаментом до уровня пола первого этажа. Цоколь предохраняет эту часть стены от атмосферных и механических воздействий. Его выполняют из материалов повышенной прочности, влаго- и морозостойкости или облицовывают таким материалом.

**Стены** ограждают помещение от внешних воздействий (наружные) или отделяют одно помещение от другого внутри здания (внутренние). Несущими называют стены, на которые кроме собственного веса передается нагрузка от других элементов здания. Стены, воспринимающие нагрузку только от собственного веса и опирающиеся на фундамент или фундаментные балки, называют самонесущими. На рис. 2.3 приведена конструкция стены промышленного здания из крупных блоков.

**Каркас** является основной несущей конструкцией в каркасных зданиях. Он состоит из системы связанных между собой вертикальных колонн и горизонтальных балок (прогонов и ригелей). Каркас может быть полным, если колонны располагаются по периметру и внутри здания, и неполным, если часть нагрузки воспринимают наружные несущие стены, а часть – внутренний каркас. Каркас зданий чаще всего выполняют из железобетона.

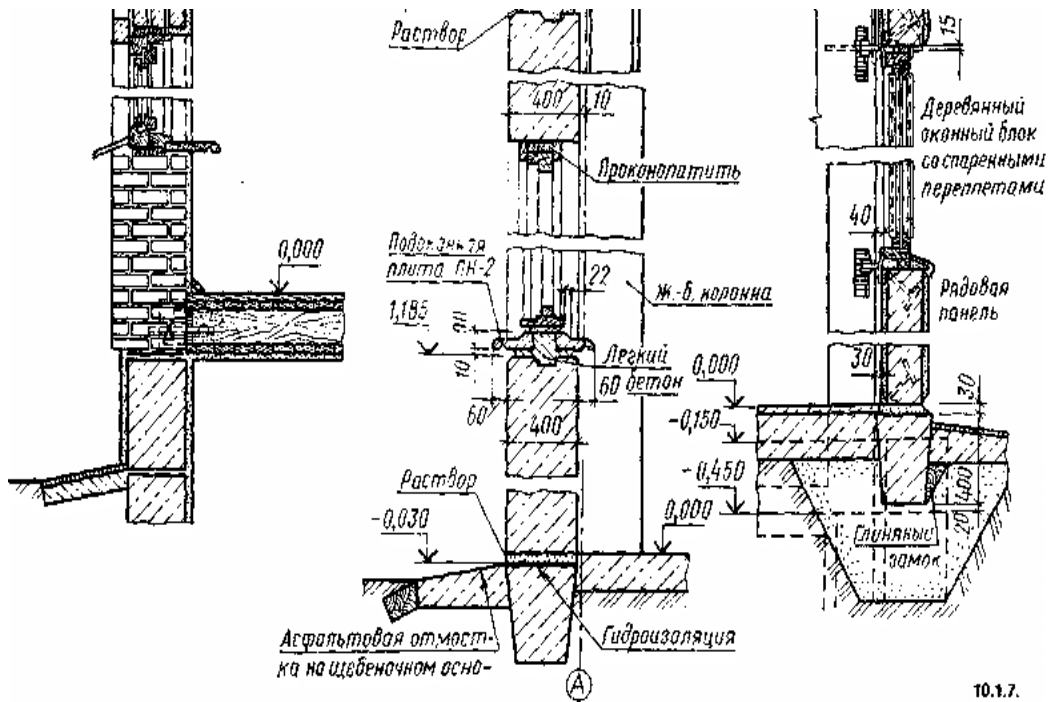


Рис. 2.3. Типовая конструкция стены промышленного здания

**П о л ы** в зависимости от назначения помещения могут иметь различную конструкцию (полы по лагам, по бетонному основанию). Верхний слой пола называют покрытием или чистым полом. В конструкции пола различают прослойку, стяжку, подстилающий слой или подготовку и основание под полы. Несколько видов полов, применяемых в промышленных зданиях, представлены на рис. 2.4.

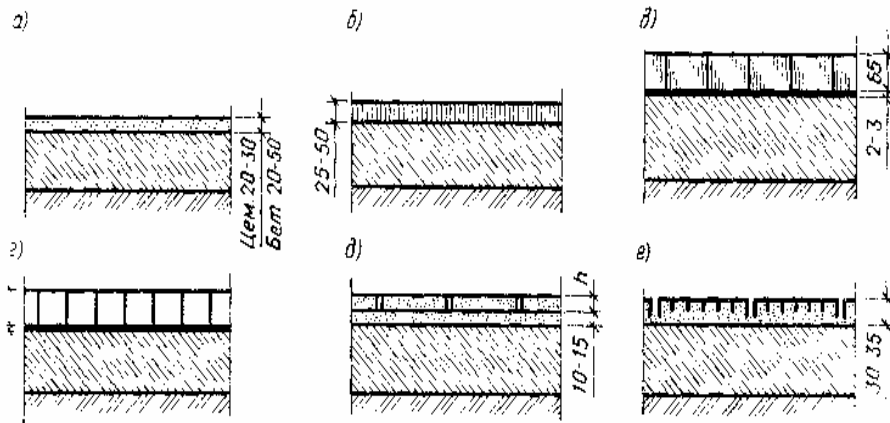


Рис. 2.4. Типы полов в промышленных зданиях:  
 а – бетонный; б – асфальтобетонный; в – кирпичный; г – торцовый;  
 д – плиточный; е – металлический

**Крыши** состоят из несущих и ограждающих частей. Несущая часть представляет собой конструктивные элементы, воспринимающие все нагрузки. Это стропила, различного рода фермы и железобетонные панели. Ограждающей частью крыши является верхний водонепроницаемый слой, т.е. кровля и основание под нее. На рис. 2.5 показаны типы крыш: а – из прокатных скорлуп; б – из плит (с наружным водоотводом).

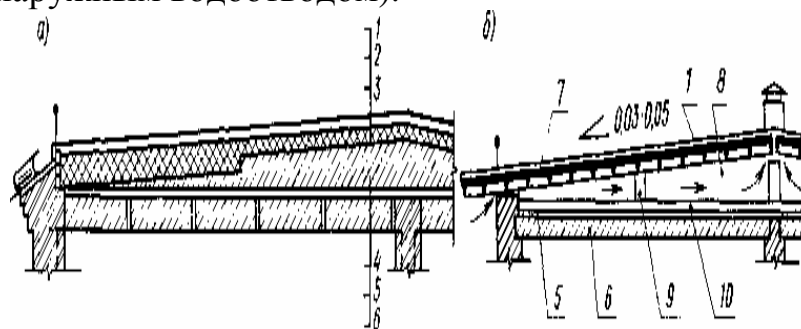


Рис. 2.5. Типы крыш:

- 1 – гидроизоляционный ковер; 2 – стяжка; 3 – плитный утеплитель; 4 – слой шлака;  
5 – пароизоляция; 6 – пустотелые железобетонные плиты; 7 – прокатные скорлупы;  
8 – продух; 9 – столбики; 10 – утеплитель

Более подробно перечисленные и другие конструктивные и архитектурные элементы зданий и сооружений будут рассмотрены в курсе практических занятий (см. также [3]).

## 2.2. Основания и фундаменты инженерных сооружений

Как отмечалось в главе 1, основными видами инженерных объектов, требующих индивидуального проектирования при обустройстве месторождений, являются основания и фундаменты инженерных сооружений (в том числе опоры трубопроводов).

Основания и фундаменты зданий и сооружений служат для восприятия нагрузок от строительных конструкций, технологического оборудования и нагрузок на полы. При проектировании оснований и фундаментов необходимо соблюдать следующие требования:

- обеспечение прочности и эксплуатационных характеристик зданий и сооружений (общие и неравномерные деформации сооружения не должны превышать допустимые);
- максимальное использование прочности материала фундаментов;
- достижение минимальной стоимости, материалоемкости и трудоемкости.

### 2.2.1. Типы оснований и фундаментов и области их применения

При большом различии инженерно-геологических условий площадок строительства на территории России, а также разнообразии конструкций зданий и сооружений, применяемых в массовом строительстве, используются в основном столбчатые, ленточные и плитные фундаменты на естественном, уплотненном или искусственно закрепленном основании, а также свайные фундаменты. Предварительная оценка области применения фундаментов различных типов в зависимости от грунтовых условий может быть выполнена с помощью табл. 2.1, в которой указаны случаи безусловного (+) применения фундаментов, вариантного (+/-) проектирования фундаментов и фундаменты, не рекомендуемые (-) для применения.

Таблица 2.1.

#### Области применения фундаментов

Основания	Грунты		Тип фундамента		
	прорезаемые	основания	на естественном основании	на уплотненном основании	Свайные
Однослойные	Слабые		+/-	+/-	+/-
	Средние		+/-	+/-	+/-
	Прочные		+	-	-
Двухслойные	Слабые	Средние	+/-	+/-	+/-
		Прочные	+/-	+/-	+
	Средние	Слабые	-	+/-	+/-
		Прочные	+/-	-	+/-
	Прочн.	Слабые	+/-	+/-	-
		Средние	+/-	+/-	-

### 2.2.2. Конструкции фундаментов

**2.2.2.1. Заложение фундаментов.** Фундаменты могут быть мелкого и глубокого заложения. Отличительные особенности фундаментов мелкого заложения заключаются в следующем:

- нагрузка на основание передается преимущественно через подошву фундамента;
- соотношение размеров (высоты и ширины) не превышает 4, что позволяет рассматривать такие фундаменты как жесткие конструкции – при появлении горизонтальной нагрузки в работу включается боковая поверхность фундамента;
- фундаменты устраивают в открытых котлованах или в полостях заданной формы, создаваемых в массиве грунта.

Фундаменты мелкого заложения могут применяться для любых сооружений и в любых инженерно-геологических условиях. За ширину фундамента принимают наименьший размер подошвы ( $b$ ), а за длину – наибольший ее размер ( $l$ ). Высота фундамента  $h_f$  есть расстояние от подошвы до поверхности. Расстояние от поверхности планировки до подошвы фундамента является глубиной заложения  $d$  (рис. 2.6).

Фундаменты глубокого заложения применяются в основном для ответственных сооружений с большой массой.

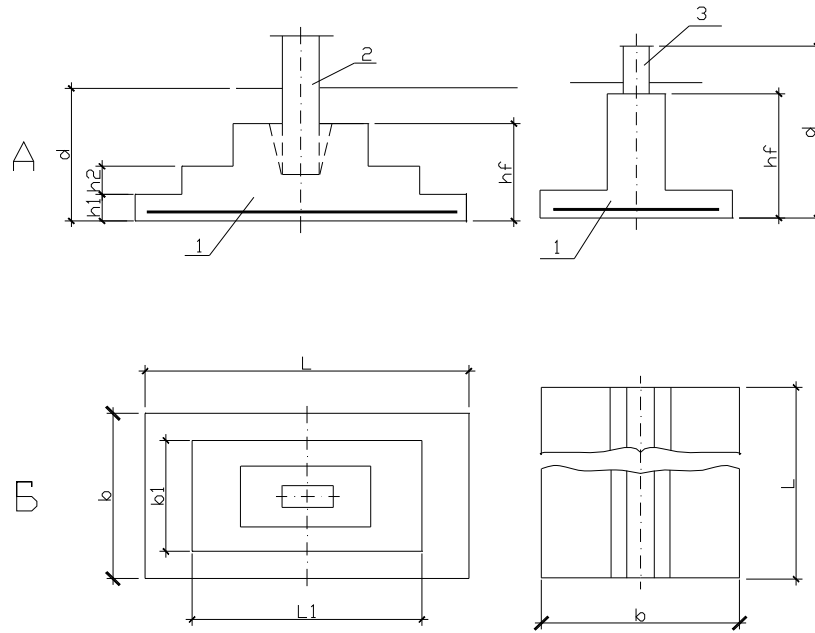


Рис. 2.6. Схемы фундаментов мелкого заложения:  
а – отдельного; б – ленточного; 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – стена

**2.2.2.2. Материалы фундаментов** выбираются в соответствии с материалами основных конструкций сооружения. Кроме прочности, материал фундаментов должен обладать морозостойкостью. В качестве материала фундаментов применяют железобетон, бетон, природный каменный материал. Сборные элементы изготавливаются из железобетона и бетона, а также из цементогрунта и кирпича.

Железобетонные фундаменты являются основным видом фундаментов в нефтегазопромысловом строительстве. Их применяют для опирания объектов технологического назначения: групповых замерных установок, трансформаторных подстанций, блочных насосных станций, установок подготовки нефти и др.

**2.2.2.3. Столбчатые фундаменты** под стены рекомендуется устраивать при незначительных нагрузках от стены здания и в тех случаях, когда основанием служат грунты, имеющие высокие прочностные и деформационные характеристики. Фундаменты располагаются через 3-6 м один от другого в углах

здания и в местах пересечения стен, а также на других участках, где передаются значительные нагрузки. По поверхности фундамента укладываются фундаментные балки, на которые опираются надземные конструкции.

Фундаменты выполняются из сборных элементов в виде столбов, возводимых из требуемого материала (рис. 2.7). Возможно применение фундаментов, устраиваемых в разбуриваемых или отрываемых в массиве грунта полостях, заполняемых в распор бетоном, цементогрунтом и др.

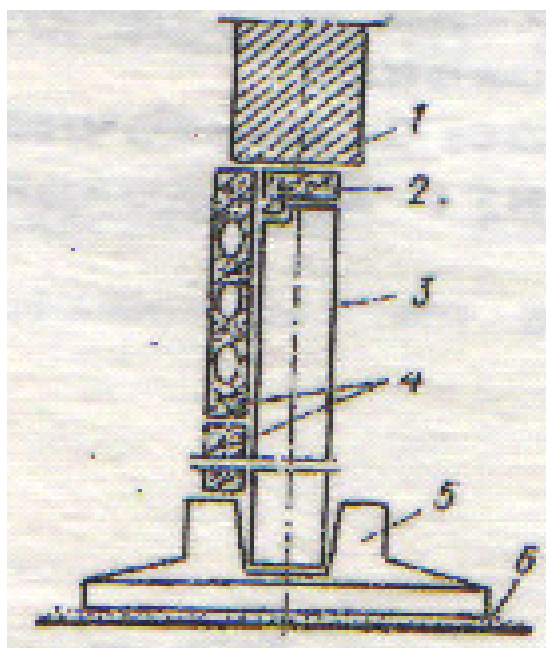


Рис. 2.7. Столбчатый фундамент под стену:

1  
– над-  
земная  
стена;

2 – фундаментная балка;  
3 – колонна;  
4 – панели ограждения;  
5 – фундамент стаканного типа;  
6 – подготовка

**2.2.2.4. Ленточные сплошные и прерывистые фундаменты.** Ленточные фундаменты могут быть монолитными или из сборных блоков. Первые устраивают из бута, бутобетона, железобетона, цементогрунта в виде жесткой конструкции ступенчатой формы, когда в поперечном направлении не возникают растягивающие напряжения. Монолитные фундаменты рассматриваемого типа могут применяться в любых грунтовых условиях.

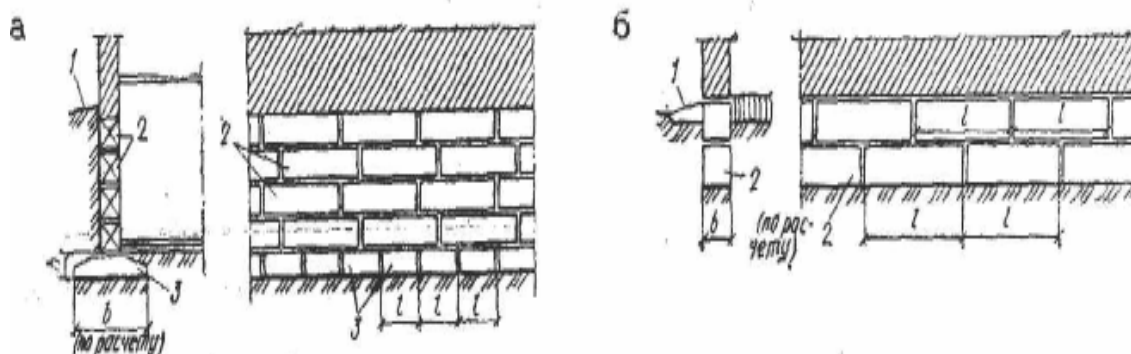


Рис. 2.8. Сборный ленточный фундамент:

а – для здания с подвалом; б – для здания без подвала;

1 – поверхность грунта; 2 – бетонные блоки стен; 3 – фундаментные плиты

Сборные фундаменты состоят из ленты, собираемой из бетонных блоков (рис. 2.8). Фундаментные железобетонные плиты изготавливаются сплошными или ребристыми.

**2.2.2.5. Фундаменты под колонны.** Основным типом фундаментов, устраиваемых под колонны, являются монолитные железобетонные фундаменты, включающие плитную часть ступенчатой формы и подколонник. Сопряжение сборных колонн с фундаментом осуществляется с помощью стакана (рис. 2.9), монолитных – соединением арматуры колонн с выпусками из фундамента, стальных – креплением башмака колонны к анкерным болтам, забетонированным в фундаменте.

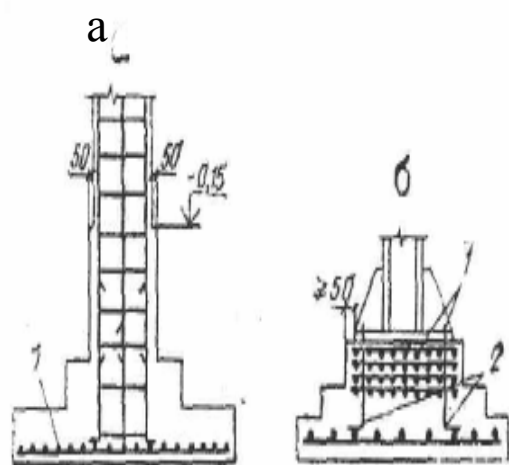


Рис. 2.9. Соединение колонн с фундаментом:  
 а – монолитной;  
 б – стальной;  
 1 – арматурные сетки;  
 2 – анкерные болты

Ленточные фундаменты под колонны устраиваются в виде одинарных или перекрестных лент. Плитные фундаменты устанавливаются под всем сооружением. Основные конструктивные типы плитных фундаментов с различными способами соединения с колоннами представлены на рис. 2.10.

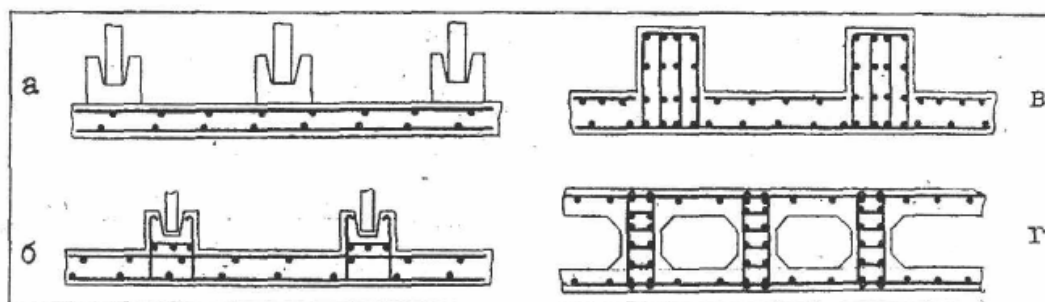


Рис. 2.10. Плитные фундаменты:  
 а – со сборными стаканами; б – с монолитными стаканами;  
 в – ребристая плита; г – плита коробчатого сечения

Ленточные и плитные фундаменты могут выполняться в сборном варианте в виде отдельных блоков или плит, соединяемых между собой с последую-

щим омоноличиванием стыков. Целесообразно осуществлять предварительное натяжение арматуры в процессе монтажа фундаментов. Указанные фундаменты применяются для снижения неравномерности деформаций при слабых, просадочных и набухающих грунтах, а также при наличии карстовых явлений и в сейсмических районах.

**2.2.2.6. Свайные фундаменты.** В отечественной строительной практике известно более 150 видов свай, которые классифицируются по следующим признакам:

- *по материалу* различаются сваи железобетонные, бетонные, керамзитобетонные, стальные, деревянные;
- *по конструкции* – цельные и составные, квадратные, круглые, прямоугольные и многогранные, с уширением и без него, с острием и без острия, призматические и пирамидальные (конические), пустотелые и сплошного сечения, винтовые, сваи-колонны;
- *по виду армирования* – с напрягаемой и ненапрягаемой продольной арматурой, с поперечным армированием ствола и без него;
- *по способу изготовления и погружения* – сборные и монолитные, забивные, вдавливаемые, завинчиваемые, буроопускные, буронабивные (в том числе с уплотненным забоем), набивные в пробивных скважинах, виброштампованные;
- *по характеру работы в грунте* – сваи-стойки, опирающиеся на практически несжимаемые грунты, и висячие сваи, заглубленные в сжимаемые грунты.

Для всех зданий и сооружений в любых сжимаемых грунтах (за исключением грунтов с непробиваемыми включениями) рекомендуется применять сваи квадратного сечения для восприятия вдавливающих, выдергивающих и горизонтальных нагрузок. Некоторые типы фундаментов из таких свай представлены на рис. 2.11.

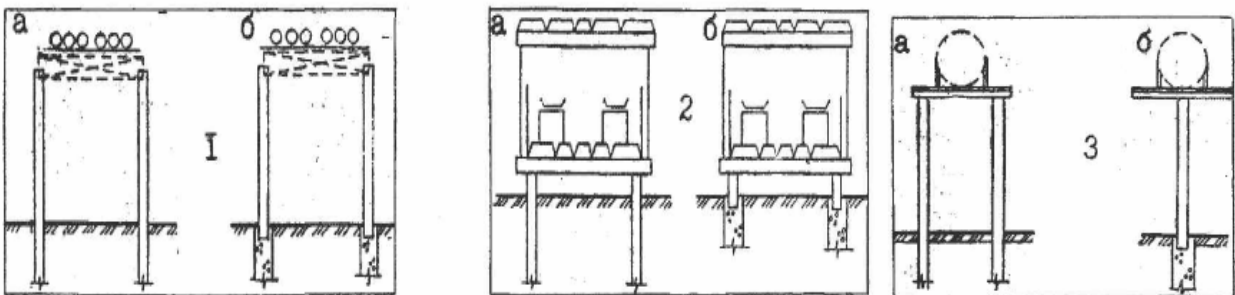


Рис. 2.11. Безростверковые свайные фундаменты:

а – из забивных свай; б – из набивных свай;

1 – под технологические трубопроводы; 2 – под транспортные галереи;

3 – под горизонтальные емкости



**2.2.2.7. Проекты фундаментов для арктических районов** имеют конструктивные особенности, связанные с тепловым и механическим взаимодействием сооружений с мерзлыми грунтами основания. Одним из решений предотвращения протаивания под фундаментом и его деформаций является устройство песчано-гравийной насыпи. Иногда строительство насыпи может сочетаться с устройством открытого воздушного пространства между поверхностью пола и грунтом с принудительной или естественной вентиляцией (рис. 2.12 а).

При проектировании здания, в котором нагрузка неравномерно распределена по площади, может быть использован комбинированный тип фундамента. Часть здания, имеющая незначительную нагрузку на основание, опирается на свайный фундамент, другая часть здания с размещенным в нем тяжелым оборудованием опирается на гравийно-песчаную подушку с вентиляционными каналами (рис. 2.12 б).

Один из самых распространенных типов фундамента в арктических районах – свайный. Для изготовления свай в основном используются стальные трубы, балки двутаврового сечения. Используются также комбинированные сваи, нижняя часть которых имеет сечение двутавровой балки, а верхняя представляет собой стальную трубу, приваренную к балке (рис. 2.13). Однако бетонные сваи в условиях холодного климата не всегда пригодны из-за возникающих температурных деформаций.

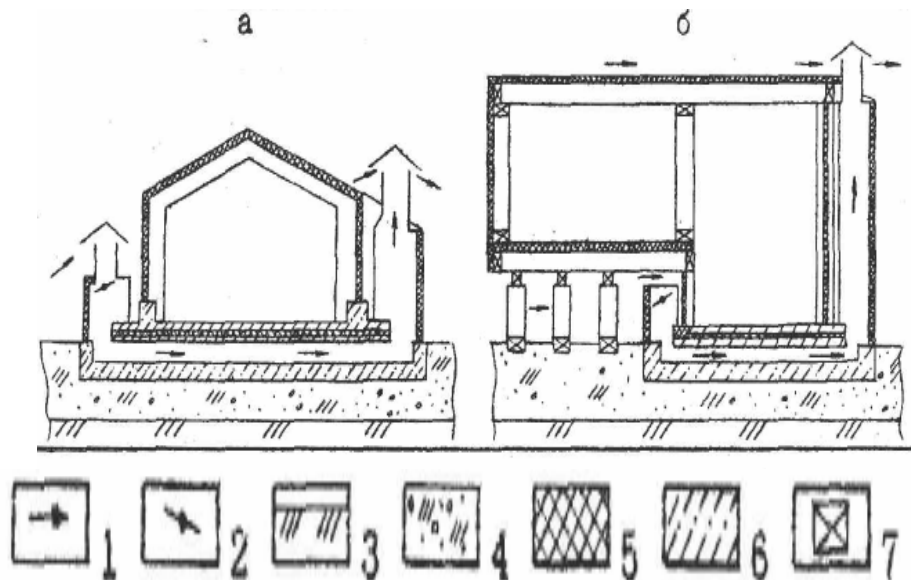


Рис. 2.12. Схемы фундаментов для арктических районов:

- а – с вентиляционными каналами; б – комбинированного типа;  
 1 – направление движения воздуха; 2 – заслонка нагнетательной камеры;  
 3 – естественная поверхность земли; 4 – песчано-гравийная насыпь;  
 5 – пенопластовая изоляция; 6 – железобетонные панели; 7 – поперечная балка

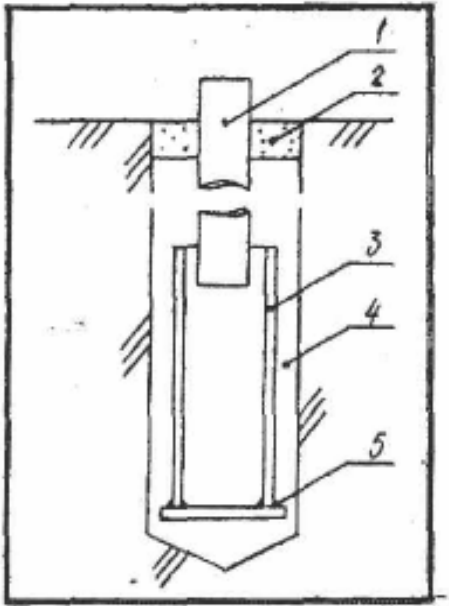


Рис. 2.13. Схема конструкции облегченной комбинированной сваи для арктических районов:

- 1 – труба диаметром 100 мм;
- 2 – парафино-битумный песок;
- 3 – двутавровая балка;
- 4 – бетонный раствор;
- 5 – сварной шов

### 2.2.3. Планы фундаментов

Планом фундамента называют разрез здания горизонтальной плоскостью на уровне обреза фундамента. На этом плане показывают конфигурацию фундаментов под несущие стены, отдельно стоящие столбы и колонны, технологическое оборудование, конфигурацию подошвы фундамента, уступы для перехода от одной глубины заложения к другой и их размеры, ширину обреза и подошвы фундамента с привязкой по осям, а также фундаментные балки, марки сборных элементов и монолитные участки (рис. 2.14).

План фундамента начинают выполнять с нанесения разбивочных осей. У отдельно стоящих столбов (колонн) пересечение осей должно быть обязательно сохранено на контуре столба (колонны).

Для обозначения глубины заложения каждого уступа фундамента применяют геодезические высотные отметки. Когда глубина заложения одинакова, отметку подошвы приводят в примечании к чертежу, а на плане фундамента указывают только отметки элементов, имеющих другую глубину заложения.

На чертежах, по которым ведется строительство, наносят привязку точек пересечения разбивочных осей сооружения к строительной координатной сетке в двух противоположных углах генерального плана, угловые отметки (планировочные и натурные) и абсолютное значение нулевой отметки.

Для фундаментов из отдельно стоящих столбов показывают длину и ширину тела фундамента на высоте каждого уступа с привязкой этих размеров к осям.

За габаритом плана наносят размеры между разбивочными осями и крайними осями стен и колонн.

Для полного выявления конструкции фундамента делают поперечные сечения. След секущей плоскости наносят на плане в виде разомкнутых штрихов со стрелками. Сечения могут быть расположены на отдельном листе. При небольших размерах чертежа допускается размещать их на одном листе вместе с планом фундамента. На сечениях рекомендуется изображать марку оси. Кроме размеров, на сечениях ставят следующие отметки: нулевую (уровень пола первого этажа); обреза; подошвы фундамента; уровня поверхности земли. Отметки желательно размещать на одной линии. Полку отметки рекомендуется повернуть в сторону от сечения.

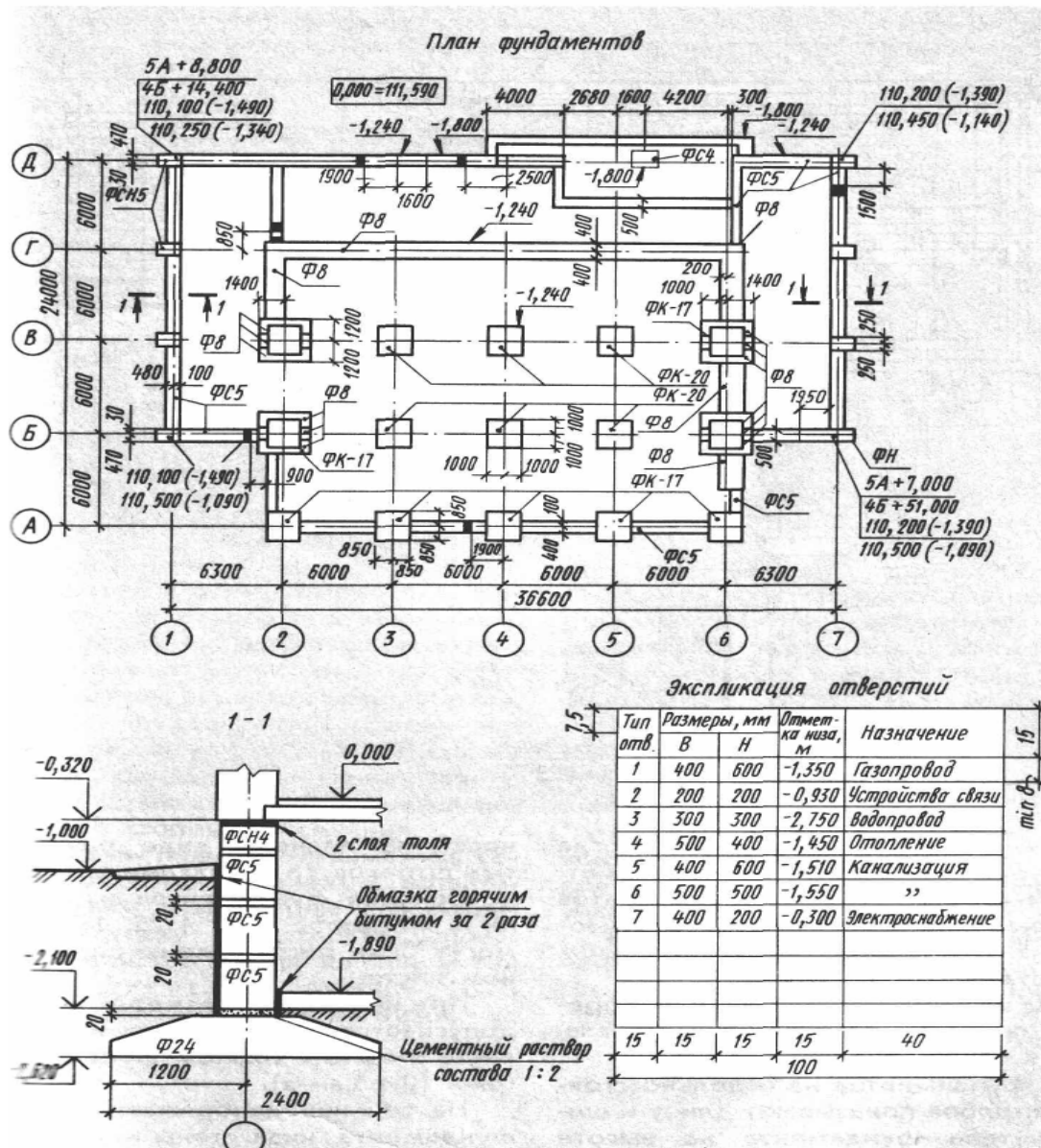


Рис. 2.14. Чертеж плана фундаментов

Чертежи планов фундаментов сопровождаются примечаниями, характеризующими конструкцию фундамента, подготовку поверхности основания, устройство гидроизоляции и т.п. Также приводят таблицу нормативных нагрузок на фундаменты и сводную спецификацию железобетонных, бетонных и металлических элементов, расположенных ниже пола первого этажа.

При выполнении фундаментов из сборных блоков вычерчивают монтажный план и развертку фундамента. На монтажном плане обязательно должно быть указано расположение блоков и, если есть, монтажные участки. На сечениях могут быть также обозначены марки блоков и их размеры.

## **2.3. Магистральные трубопроводы**

### **2.3.1. Содержание чертежей трубопроводов**

Магистральными называют трубопроводы, по которым нефть, нефтепродукты, природные газы, вода перекачиваются от мест добычи, переработки, забора (начальная точка трубопровода) к местам потребления (конечная точка).

**Магистральный газопровод** в общем случае включает следующие группы сооружений: головные, линейные (собственно газопровод), компрессорные станции (КС), газораспределительные станции в конце трубопровода, подземные хранилища газа, объекты связи, системы электрозащиты, вспомогательные сооружения и т.д. Объектами проектирования являются преимущественно опоры газопроводов, для прочих сооружений обычно применяются типовые решения.

Головными называют сооружения, на которых подготавливают газ к дальнейшему транспорту. Комплекс головных сооружений зависит от состава и давления газа, добываемого на промысле и поступающего на газосборный пункт. К головным сооружениям относятся и КС в начальной точке газопровода, на территории которой обычно размещается комплекс перечисленных сооружений.

**Магистральный нефтепровод и нефтепродуктопровод** включают следующие группы сооружений:

- головные, состоящие из головной насосной станции (ГНС), на которой происходит сбор и накопление нефти и подводных трубопроводов, по которым перекачивается нефть от добывающих скважин в резервуары головной станции;
- линейную часть, состоящую из собственно трубопровода с ответвлениями, запорной арматуры, переходов через преграды, компенсаторов, вдольтрассовых дорог, вспомогательных сооружений и т.п.;
- промежуточные перекачивающие станции, которые принимают и направляют нефть далее по трубопроводу к промежуточным и конечным пунктам;

- конечные пункты, которыми при перекачке сырой нефти обычно являются нефтеперерабатывающие заводы.

**Линейная часть трубопровода** представляет собой непрерывную нить, сваренную из отдельных труб и уложенную вдоль трассы тем или иным способом. Линейная часть прокладывается в разнообразных ландшафтно-климатических и геологических условиях, поэтому участки трассы существенно различаются по несущей способности грунтов, наличию естественных (болота, реки и т.п.) и искусственных (дороги и т.д.) препятствий. Различные участки трассы требуют соответствующих конструктивных решений, которые должны обеспечивать надежную работу трубопровода. В настоящее время при сооружении магистральных трубопроводов применяют несколько схем прокладок: подземную, полуподземную, наземную и надземную.

Подземная схема прокладки является наиболее распространенной. В этой схеме отметка верхней образующей трубы располагается ниже уровня поверхности грунта. В то же время для арктических районов с многолетнемерзлыми грунтами хорошие результаты дает надземная прокладка на опорах различных конструкций, которые будут рассмотрены ниже.

Правила выполнения чертежей труб, трубопроводов и трубопроводных систем для всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.411-72.

Размеры трубы проставляют от ее оси или от наружных или внутренних поверхностей (рис. 2.15). На сборочных и монтажных чертежах допускается изображать трубы условно: одной линией толщиной от  $2s$  до  $3s$ ; двумя основными линиями (или не проводя осевую линию, или нанося ее на коротком участке изображения трубы). Если взаимное расположение идущих рядом трубопроводов безразлично, их можно изображать одной линией. Условные изображения элементов трубопроводов согласно ГОСТ 2.784-70 приведены в табл. 2.2.

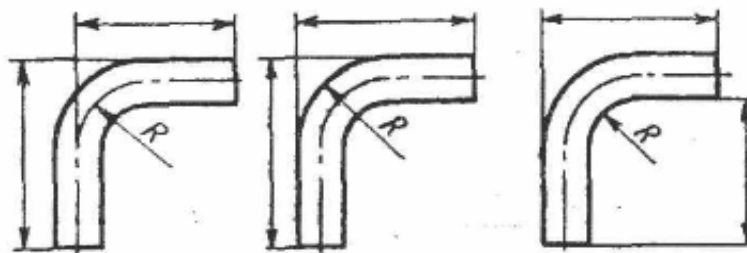


Рис. 2.15. Варианты простановки размеров труб

При конструировании трубопроводов эффективное применение находит теорема Монжа. Согласно этой теореме, если две поверхности второго порядка описаны около третьей или вписаны в нее, то линия их пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка.

Таблица 2.2

## Обозначения элементов трубопроводов общего назначения

Название элемента	Обозначение	Название элемента	Обозначение
<u>Трубопроводы</u>		<u>Опоры трубопровода</u>	
Общее обозначение	—	Неподвижная	
Соединение		Подвижная (общее обозначение)	
Перекрещивание		Шариковая	
<u>Компенсаторы</u>		Направляющая	
Общее назначение		Скользкая	
П-образный		Катковая	
Лирообразный		Упругая	
Волнистый		<u>Подвески</u>	
Z-образный		Неподвижная	
Кольцеобразный		Направляющая	
Телескопический		упругая	
Линзовый			

Плоскости этих кривых проходят через прямую, соединяющую точки пересечения линий касания [8]. Возможность вписывания сферы в цилиндры одинакового диаметра позволяет очень быстро запроектировать пересечение трубопроводов (рис. 2.16).

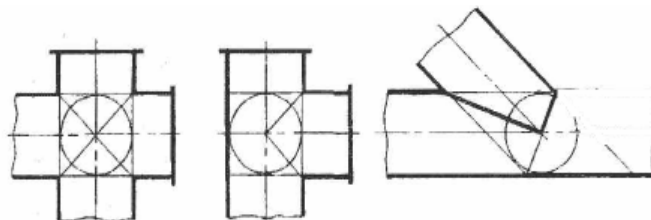


Рис. 2.16. Построение линий пересечения или врезки трубопроводов одинакового диаметра

### 2.3.2. Чертежи опор трубопроводов

**2.3.2.1.** Магистральные трубопроводы прокладываются как наземно или надземно, так и подземно. Преимущества надземного способа – простота надзора, ремонтов и ликвидации аварий, а также отсутствие земляных работ – делают этот способ наиболее распространенным.

Надземная прокладка требует индивидуального проектирования опор трубопроводов. Рассмотрим основные типы опор, наиболее часто применяемых на практике.

**Жесткие опоры** обычно представляют собой сваи, заглубляемые на определенную расчетную глубину в толщу грунта. Для магистральных трубопроводов в большинстве случаев требуются двухсвайные и даже четырехсвайные опоры (рис. 2.17). Для сохранности теплоизоляции трубопровод скреплен с башмаком хомутами из полосовой стали. При перемещениях от температурных напряжений башмак, жестко скрепленный с трубопроводом, скользит по металлической прокладке.

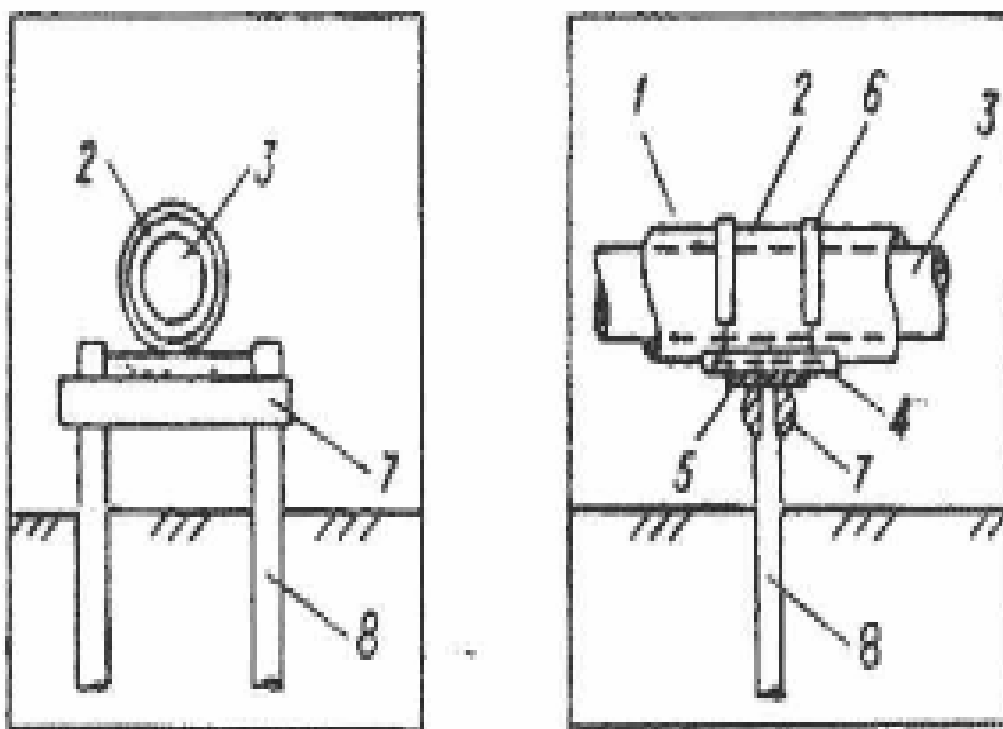


Рис. 2.17. Двухсвайная опора теплоизолированного трубопровода:  
1 – гидроизоляция; 2 – теплоизоляция; 3 – трубопровод; 4 – опорный башмак;  
5 – подкладка; 6 – хомуты; 7 – поперечные схватки; 8 – сваи

**Качающиеся опоры.** К особому виду опор относятся свободно качающиеся подвесные опоры при прокладке трубопроводов по зигзагообразному

самокомпенсирующемуся контуру. Такие опоры можно применять для труб диаметром до 500 мм. Наклонные ноги опоры опираются на железобетонные башмаки. Трубопровод своим весом придает устойчивость конструкции, а его продольные перемещения не вызывают изгибающего момента в ногах опоры. В качестве качающихся опор может применяться металлическая рама, изготовляемая из труб диаметром 90-100 мм на сварке (рис. 2.18). Такой способ прокладки не требует устройства компенсаторов и мертвых опор.

**Промежуточные и мертвые опоры.** Промежуточные опоры воспринимают вес трубопровода и обеспечивают его свободное перемещение при температурных деформациях. Мертвые опоры фиксируют положение трубопровода в известных точках и воспринимают усилия, возникающие в результате температурных деформаций и внутреннего давления.

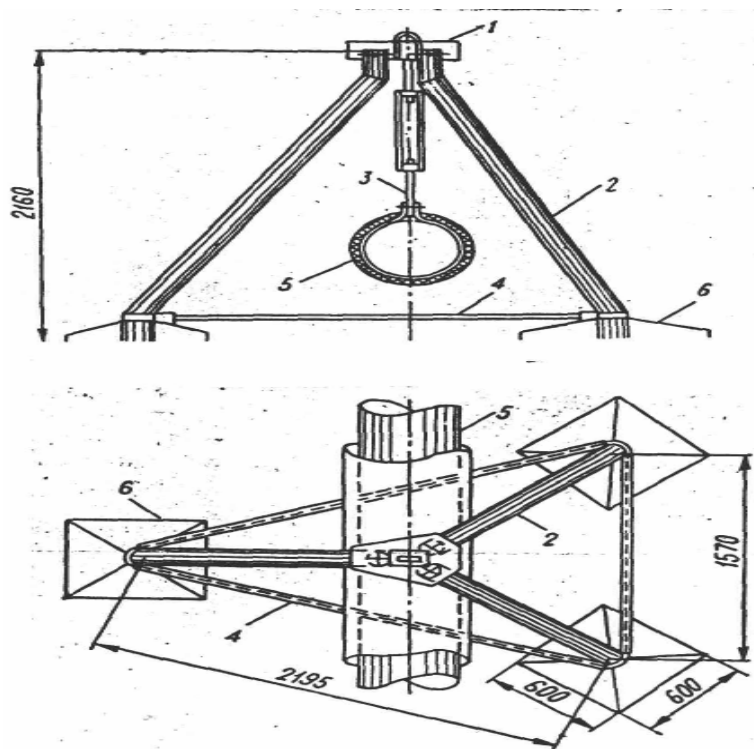


Рис. 2.18. Треугольная опора для подвески водовода:

- 1 – головка опоры; 2 – нога опоры из металлических труб 114x5 мм;
- 3 – подвеска диаметром 30 мм; 4 – связь из уголковой стали;
- 5 – труба 426x8 мм в теплоизоляции; 6 – железобетонная подушка

Сваи, являющиеся фундаментом для мертвых опор, работают в неблагоприятных условиях, так как передаваемая на них горизонтальная нагрузка во много раз превышает ее вертикальную составляющую. В зависимости от горизонтальной нагрузки свайный фундамент может состоять из одной или нескольких вертикальных свай. Пример проектного решения мертвой опоры с одной железобетонной сваем при канальной прокладке теплосети совместно с



водоводом дан на рис. 2.19. В сборных железобетонных каналах оголовок сваи, на котором укреплена опорная часть, заходит внутрь канала, для чего в плите дна пробивается отверстие, которое затем заливается бетоном марки 200.

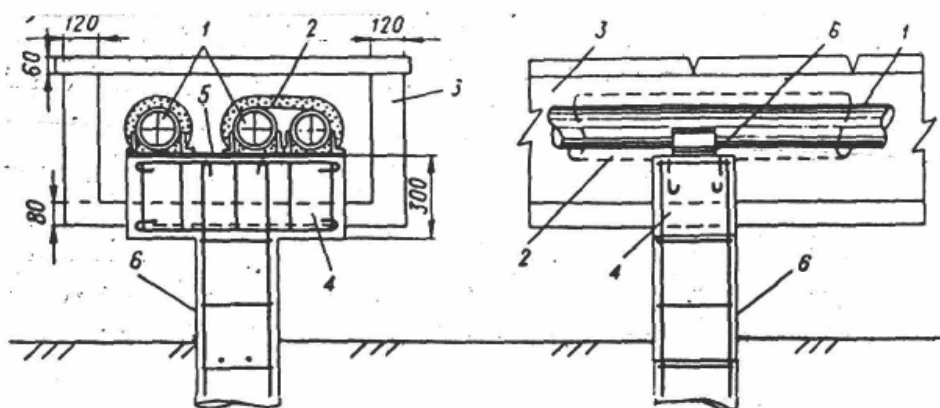


Рис. 2.19. Мертвая опора с одной железобетонной свайей:  
1 – трубопровод; 2 – изоляция; 3 – железобетонный надземный канал;  
4 – железобетонная балка; 5 – стальной лист 150x800x8; 6 – свая

Мертвая опора с четырьмя сваями под топливопровод в две нитки, воспринимающая горизонтальное усилие до 10 тонн, показана на рис. 2.20. Все четыре сваи связаны между собой в одну жесткую систему при помощи квадратной рамы из швеллеров. Поверх этих связей смонтированы отрезки швеллера, в которых уложены трубопроводы.

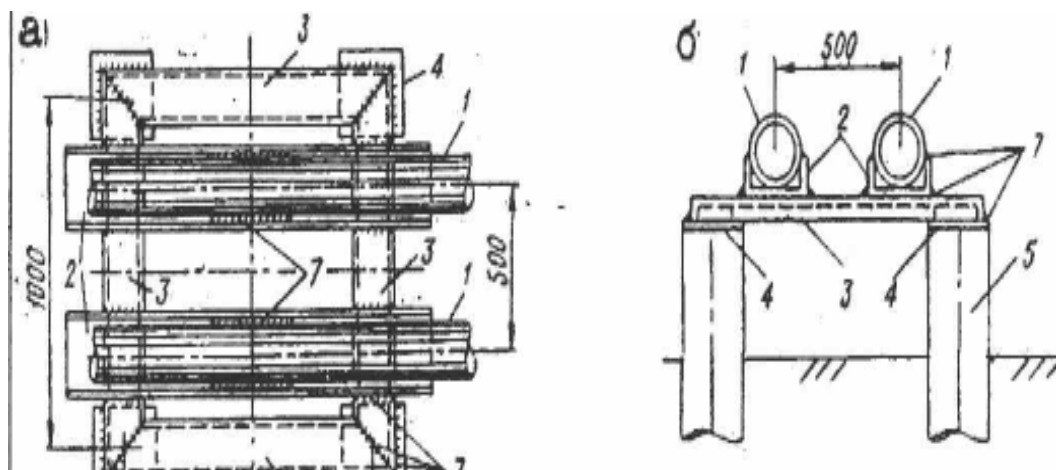


Рис. 2.20. Мертвая свайная опора для условий больших нагрузок:  
а – вид сверху; б – главный вид; в – выносной элемент;  
1 – трубопроводы; 2, 3 – швеллеры; 4 – закладная деталь;  
5 – железобетонные сваи 250x250 мм

Для сравнения на рис. 2.21 показаны типы опор, использованные на участках надземной прокладки трансалаякского нефтепровода.

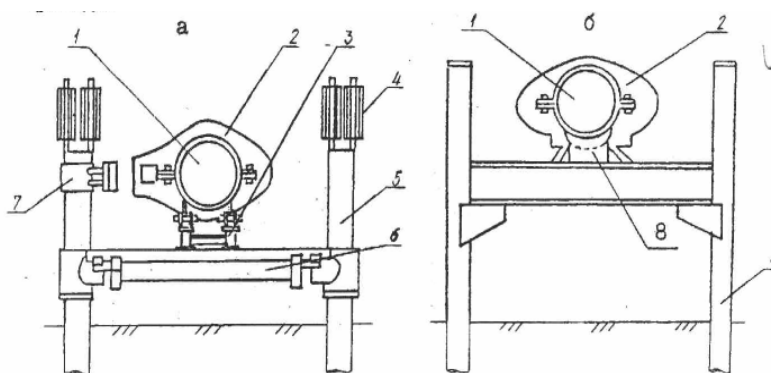


Рис. 2.21. Схемы строения опор трансаляскинского нефтепровода:

а – обычный вариант; б – с анкерной опорой;

1 – труба нефтепровода; 2 – изоляция; 3 – скользящая опора; 4 – теплообменник;  
5 – опорная свая; 6 – опорная балка; 7 – бампер; 8 – анкерное крепление

**2.3.2.2.** Как отмечалось выше, основными материалами для изготовления опор трубопроводов служат металл и железобетон. Рассмотрим некоторые особенности выполнения чертежей железобетонных и металлических конструкций.

**Опоры из железобетона.** При выполнении чертежей железобетонных конструкций опор должны соблюдаться указания по общим правилам графического оформления строительных чертежей, приведенные в главе 1.

Элементам железобетонных конструкций присваивают марки из буквенного обозначения вида конструкции и порядкового номера элемента, например: балки фундаментные – БФ; балки эстакад под трубопроводы – БЭ; плиты покрытий – П; колонны эстакад под трубопроводы – КЭ. Если в проекте встречаются сборные и монолитные элементы одного и того же вида, то к обозначению последних присоединяют строчную букву "м" (например, Км – для монолитных колонн).

Масштабы и основные линии чертежей железобетонных конструкций приведены в табл. 2.3. Наибольшая толщина линий соответствует самому крупному масштабу изображения.

Таблица 2.3.

Рекомендуемые масштабы и толщина линий чертежей  
железобетонных конструкций

Содержание чертежа	Масштаб	Толщина линий
Схема расположения элементов	1:100-1:500	0.6-0.4
Фрагменты схем расположения	1:50, 1:100	0.8-0.3
Узлы	1:5, 1:20	1.0
Виды, разрезы, сечения	1:20-1:100	1.0-0.3
Схемы армирования:		
Контур элементов	1:10-1:50	0.4-0.3
Основная расчетная арматура	1:10-1:50	1.0-0.8
Конструктивные детали	1:10-1:50	0.6-0.4

Чертеж, на котором указаны в виде условных или упрощенных изображений элементы конструкций и связи между ними, представляет собой схему расположения элементов сборных конструкций. Иногда для сооружений из монолитного железобетона выполняют схему расположения конструкций.

На схемах расположения элементов сборных конструкций (далее – "схема расположения") указывают:

- расстояния между координационными осями;
- привязку поверхностей или осей конструкций к координационным осям, а при необходимости – к другим элементам конструкций;
- марки элементов сборных конструкций, монолитных участков и соединительных изделий;
- отметки наиболее характерных уровней элементов конструкций;
- ссылки на узлы;
- метки для установки в проектное положение некоторых элементов конструкций.

Схемы расположения составляют на группу конструкций, связанных последовательностью монтажа. Это могут быть фундаменты; фермы (балки) и связи покрытия и т.п.

Железобетонные элементы схематически изображают в той плоскости, в которой они расположены (например, фундаменты, перекрытия – в плане). Схемы сопровождают необходимыми разрезами и фрагментами.

**Металлические опоры.** Металлические конструкции опор изготавливают преимущественно из прокатных и сварных профилей, создаваемых из отдельных элементов по специальным техническим условиям.

Элементы металлоконструкции соединяются между собой при помощи стандартных крепежных изделий (болты и др.) и сварки. На строительных чертежах допускается применять условные изображения швов сварных соединений по ГОСТ 21.107-78. В этом случае швы обозначают без выносных линий. Обозначение располагают над или под графическим изображением шва независимо от того, является сварной шов видимым или невидимым.

Масштабы чертежа выбирают в зависимости от сложности металлоконструкции. Рекомендуются следующие масштабы: для общего вида, планов и разрезов – 1:50-1:100; для схем расположения элементов конструкций – 1:100-1:400; для элементов конструкций – 1:15-1:50; для отдельных узлов – 1:10-1:25. При выполнении чертежей элементов (раскосов, стоек, поясов ферм и т.п.), имеющих длину значительно больше поперечных размеров, разрешается поперечный масштаб изображения делать в два раза крупнее.

При схематическом изображении металлоконструкций в одну линию и для вычерчивания видимого контура в детальных изображениях допускается применять сплошную основную линию. При схематическом и полусхематическом изображении контуров конструкций элементы, выполненные из других

материалов, изображают более тонкой сплошной линией.

Виды на чертежах металлоконструкций (в отличие от чертежей железобетонных изделий) принято располагать следующим образом. Вид сверху – в проекционной связи над главным видом, вид снизу – под главным видом, вид справа (слева) – справа (слева) от главного вида. Над каждым видом кроме главного делают надпись по типу: "А", а направление взгляда указывают стрелкой, обозначенной соответствующей буквой. При детальном изображении конструкции вычерчивают все видимые ее части и соединения, расположенные в непосредственной близости от наблюдателя, а невидимые – только те, что расположены вплотную к видимым.

Контуры элементов конструкций на изображениях разрезов и сечений не штрихуют. В чертежах, масштаб которых мельче 1:20, изображения сечения элементов конструкций допускается показывать одной линией. Отверстия, заклепки и болты на видах и разрезах, параллельных их осям, допускается изображать осевыми линиями.

Скосы указывают линейными размерами или с помощью прямоугольного треугольника, гипотенуза которого совпадает с краем изображения или выносной линией (рис. 2.22). Уклон элемента металлоконструкции (например, раскосов фермы) также обозначают треугольником, только располагают его в непосредственной близости от элемента или на продолжении осевой линии.

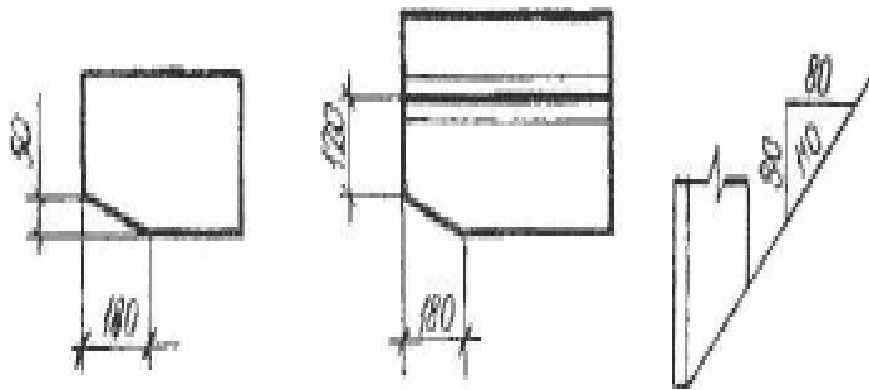


Рис. 2.22. Указание скосов на чертежах металлических конструкций

Если элемент конструкции состоит из одного профиля или на чертеже изображено действительное число входящих в сечение профилей и действительное расположение, то число профилей не указывают. Условное обозначение профилей и их действительное положение в элементе конструкции допускается изображать по типу:  $\lceil \lfloor$ ,  $\lceil \lceil$ ,  $\lfloor \lfloor$  приводя также данные о размерах профилей. В эти данные записывают при необходимости и длину детали, например: 75 x 8-3500, где 75 x 8 – размер сечения, 3500 – длина детали.

## 2.4. Чертежи дорог

### 2.4.1. Общая характеристика чертежей дорог

Автомобильная дорога – сложное инженерное сооружение, представляющее собой в плане сочетание прямо- и криволинейных участков. Основной чертеж дороги служит топографический план с показом рельефа местности и окружающей трассу дороги ситуации. Основные элементы дороги показаны на рис. 2.23.

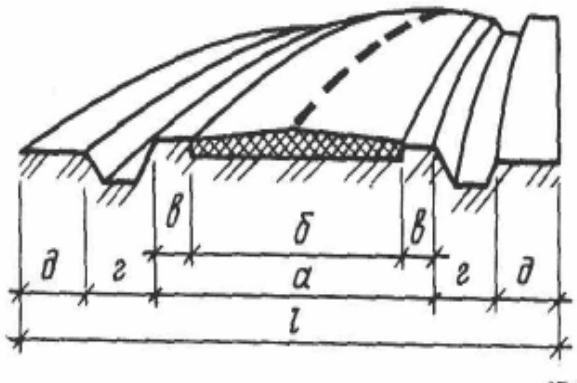


Рис. 2.23. Схематический разрез автомобильной дороги:

- а – земляное полотно;
- б – проезжая часть;
- в – обочина;
- г – кювет;
- д – обрез;
- е – полоса отвода

Проезжая часть с твердым покрытием занимает середину земляного полотна. С обеих сторон к нему примыкают грунтовые полосы, которые называются обочинами. Проезжая часть вместе с обочинами составляет дорожное полотно. Для отвода поверхностных вод по обе стороны от дорожного полотна располагаются кюветы. Дорожное полотно и кюветы образуют земляное полотно. За земляным полотном размещаются обрезы, используемые для прокладки линий связи, снегозащитных устройств и т.д.

В состав рабочих чертежей автомобильных дорог входят:

- общие данные по рабочим чертежам;
- план автомобильных дорог;
- продольный профиль дорог;
- поперечные профили земляного полотна.

Основные чертежи автомобильных дорог выполняются в следующих масштабах:

- |   |   |
|---|---|
| • план внутрипромышленных автомобильных дорог | 1:1000 - 1:2000                               |
| • продольный профиль автомобильных дорог      | 1:2000 по горизонтали<br>1:20000 по вертикали |
| • поперечный профиль земляного полотна        | 1:100   |

Линии обводки, их тип и толщину для чертежей дорог устанавливает ГОСТ 2303-68.

На одном листе допускается размещать план дороги, продольные и поперечные профили, фрагменты и узлы (рис. 2.24).

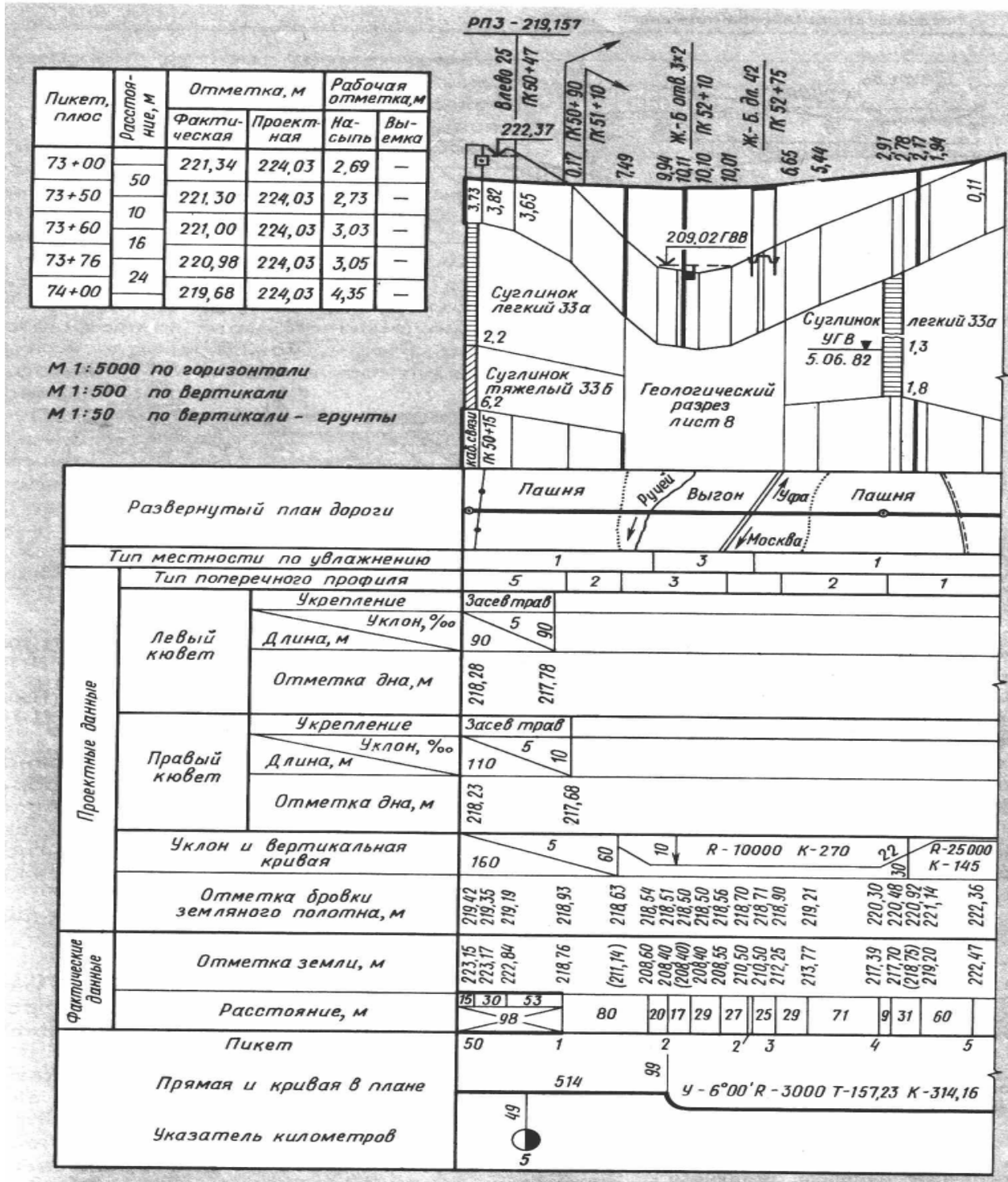


Рис. 2.24. Фрагмент оформления проекта автодороги

Размеры на изображении указывают в метрах без десятичных знаков (с точностью до одного метра). Высоты и отметки уровней показывают с точностью до второго знака, а отметки размеров – с точностью до миллиметра. Углы даются в градусах с точностью до минуты или секунды. Уклоны приводят в промилле без указания единицы измерения.

## 2.4.2. Сооружения на дорогах, вдольтрассовые и временные дороги

**2.4.2.1.** При строительстве автомобильных дорог для предохранения земляного полотна от переувлажнения предусматривают специальные водоотводящие системы. Для отвода поверхностных вод устраивают нагорные канавы; для пропуска этих вод - трубы, лотки, фильтрующие насыпи и т.д.

Трубы предназначены для пропуска ливневых вод и ручьев. Устраивают трубы в теле насыпи, по которой проходит дорога. Внутренний диаметр труб может быть различным, но не должен превышать 6 м. Фрагмент чертежа водопрпускного сооружения на автодороге представлен на рис. 2.25.

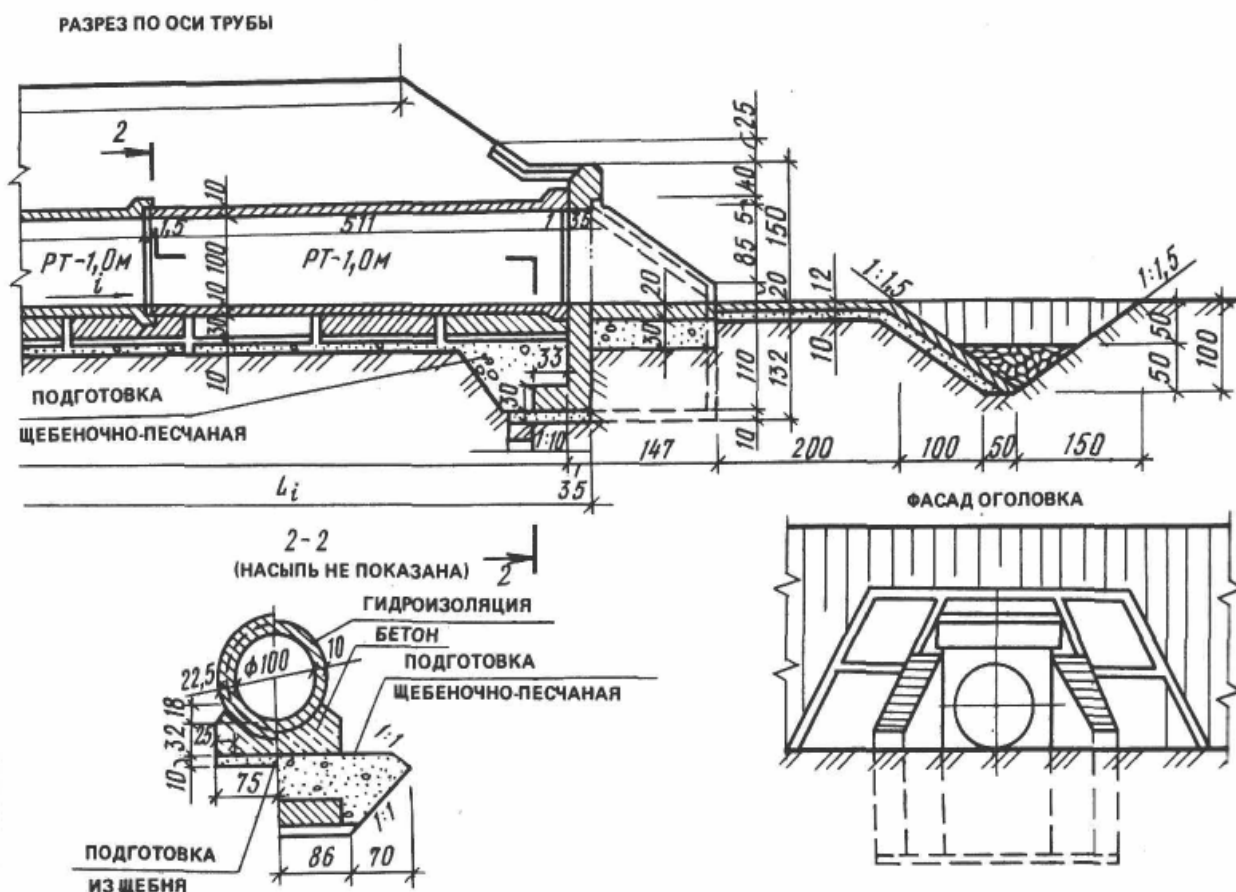


Рис. 2.25. Пример оформления чертежа круглой железобетонной сборной трубы

**Мосты** служат для пересечения автомобильными дорогами различных преград: крупных и мелких рек, ущелий, других дорог и т.п. Разновидностью мостов являются путепроводы, виадуки и эстакады.

**2.4.2.2. Вдольтрассовые дороги.** Строительство и эксплуатация магистральных трубопроводов не всегда возможны без вдольтрассовых и подъездных (к трассе) дорог. Вдольтрассовые дороги подразделяют на необходимые при строительстве и при эксплуатации. Первые носят временный характер и по окончании строительства не сдаются на баланс службе эксплуатации трубопровода. Вторые являются постоянными сооружениями и служат для прохода ремонтных бригад и техники при наблюдении за линейными сооружениями трубопровода, их профилактическом ремонте, ликвидации аварий. Постоянные дороги конструктивно могут располагаться в непосредственной близости от трубопровода, на расстоянии 8-10 м от оси трубы.

**2.4.2.3. Временные дороги.** Необходимость сооружения временных дорог при строительстве магистральных трубопроводов возникает из-за наличия грунтов с низкой несущей способностью на болотах, заболоченных участках, на мелкодисперсных сильно увлажненных грунтах, на участках с многолетнемерзлыми просадочными грунтами, а также на участках с нормальными грунтами в случае необходимости сквозного проезда. Ширина дороги зависит от габаритов строительной техники, несущей способности грунтов, материала дорожной одежды и организации транспортной схемы при строительстве.

**2.4.2.4. На болотах** грунтовые дороги с основанием на минеральном дне могут сооружаться при мощности торфяной залежи до 1.5 м для строительства трубопроводов любого диаметра, вплоть до 1400 мм. Ширина земляного полотна должна быть увязана с типом трубоукладчиков, используемых для изоляционноукладочных работ. При мощности торфяной залежи свыше 1.5 м сооружаются ледневые дороги. Они имеют различные конструктивные решения, зависящие от диаметра сооружаемого трубопровода и типа трубоукладчиков.

## **2.5. Генеральные планы нефтегазопромысловых объектов**

### **2.5.1. Правила оформления чертежей генеральных планов**

Генеральный план является основным документом, по которому ведется застройка. Он представляет собой чертежи территории, на которых показаны топографическая основа и размещение проектируемых, существующих или реконструируемых зданий и сооружений. К чертежам генерального плана относятся:

- разбивочный план (план расположения зданий и сооружений);
- план организации рельефа;
- план земляных масс;



- сводный план инженерных сетей;
- план благоустройства территории.

При размещении сложных объектов иногда выполняют схему генерального плана, на основании которой изготавливают рабочие чертежи.

Вновь строящиеся инженерные сооружения размещают в зависимости от их функциональной или технологической связи и в соответствии с санитарными и противопожарными нормами. Эти нормы определяют минимальные расстояния между сооружениями.

На генеральном плане изображают также границы застраиваемого участка, вспомогательные постройки, зеленые насаждения, различные площадки, проезды и дороги. Могут быть показаны силовые, осветительные и телефонные линии, водопроводные, канализационные, теплофикационные и другие сети. При необходимости чертеж энергетических и санитарно-технических магистралей с указанием необходимых сооружений и подводки их к проектируемым и существующим объектам может быть выделен в сводный план инженерных коммуникаций.

Содержание и оформление чертежей генеральных планов устанавливают ГОСТ 21.108-78 и ГОСТ 21.508-85\*.

**Масштабы.** Для чертежей генеральных планов применяют масштабы 1:500, 1:2000, 1:10 000, фрагментов планов – 1:200, отдельных узлов – 1:10, 1:20. Если на чертеже размещается одно или несколько изображений в одинаковом масштабе, то его указывают в основной надписи после наименования изображения. Когда несколько изображений имеют разный масштаб, его подписывают под наименованием каждого изображения.

**Размеры** на генеральных планах указывают в метрах с двумя десятичными знаками. Такая же размерность принимается для координат. Углы указывают в градусах с погрешностью не более минуты, а при необходимости – секунды. Уклоны выражают в промилле без обозначения единицы измерения. Крутизна откосов дается в виде соотношений их размеров по вертикали и горизонтали, например, 1:2.

**Отметки.** Система отметок, принятая на топографической основе, должна соответствовать системе отметок генерального плана. Отметки на генеральном плане выражают в метрах с двумя десятичными знаками. Знак отметки принимают по ГОСТ 21.105-79 в виде стрелки.

**Линии обводки.** Контуры проектируемых зданий и сооружений, надземные инженерные сети, проектные горизонталы с отметками, кратными 0.5 и 1.0 м выполняются сплошной толстой основной линией (s). Проектируемые подземные инженерные сети, линия нулевых работ – штриховой s/2. Линия перелома проектного рельефа – штриховой s/3. Строительная геодезическая сетка, ограждение территории, сетка квадратов для подсчета объемов земляных масс, контуры проектируемых зданий, проектные горизонталы и т.п. – сплошной

тонкой  $s/3$ . Условная граница территории – штрихпунктирной с двумя точками  $2/3s$ . Толщина линий  $s$  принимается от 0.5 до 1.4 мм в зависимости от масштаба и наглядности чертежа.

**Условные изображения.** На чертежах генеральных планов применяют для изображения и обозначения существующих зданий и сооружений, инженерных сетей и транспортных устройств "Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500". При использовании условных изображений, не предусмотренных ГОСТом, на чертеж следует помещать соответствующие пояснения. Проектируемые наземные и подземные здания и сооружения изображают по ГОСТ 21.108-78. Контуры проектируемых объектов на генеральных планах изображают по планам их рабочих чертежей, принимая координационные оси зданий и сооружений совмещенными с внутренними гранями стен. Когда расстояние от наружной грани стены здания до координационной оси в масштабе изображения превосходит толщину линии контура, последнюю относят от координационной оси на некоторое расстояние.

Если на одном чертеже необходимо показать существующие и проектируемые здания, то условные обозначения первых выполняют более тонкими линиями. Если условные графические обозначения одноименных проектируемых и существующих сооружений трудно различать, то можно сопровождать их поясняющими надписями или давать разъяснение в экспликации или указания к чертежу.

**Оформление листа.** Чертеж генерального плана располагают длинной стороной территории вдоль длинной стороны листа. Верхняя часть изображения должна соответствовать направлению на север, направление ориентации указывают стрелкой. При необходимости на листе с чертежом генерального плана изображают диаграмму, показывающую число ветреных дней в процентах для данной местности и розу ветров.

Здания и сооружения на генеральном плане маркируют арабскими цифрами, которые рекомендуется располагать в правом нижнем углу контура здания.

Расположение графического материала на листах генерального плана может быть различным. Пример компоновки чертежа показан на рис. 2.26.

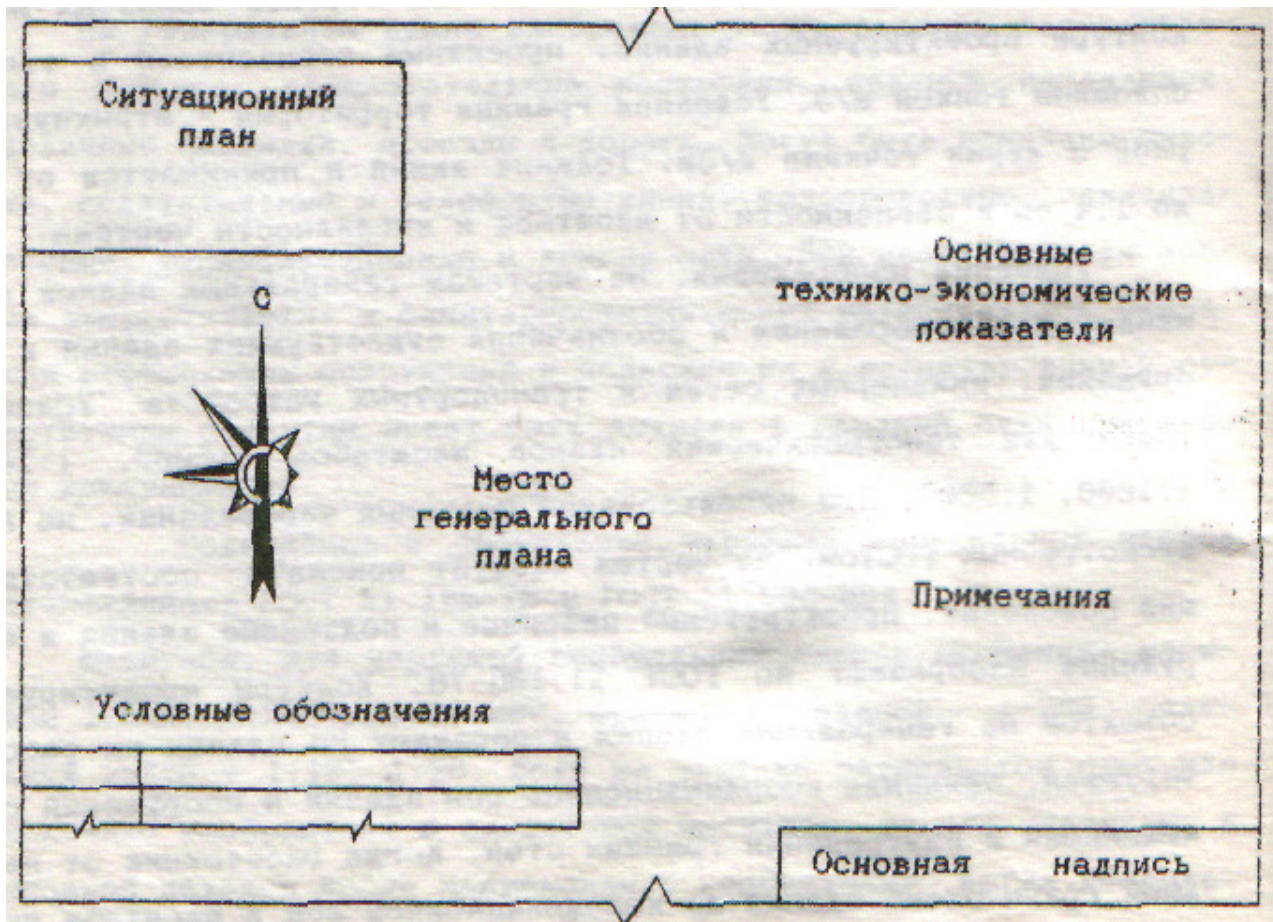


Рис. 2.26. Примерная компоновка чертежа генерального плана

### 2.5.2. Генеральные планы нефтеперекачивающих и компрессорных станций

Генеральные планы нефтеперекачивающей станции (НПС) и компрессорной станции (КС) разрабатываются в соответствии с требованиями СНиП. Они должны быть увязаны с проектами районной планировки, планировки промышленного района того населенного пункта, в котором будет расположена НПС или КС, а также с планировкой или застройкой ближайших микрорайонов населенного пункта, ближайшими магистралями. В нем должны быть учтены перспективы развития района, расширения НПС или КС и смежных с ними объектов.

Здания и сооружения НПС и КС группируются в соответствии с технологическим процессом и с учетом одинаковых для этой группы зданий и сооружений санитарных и противопожарных требований. Территория НПС и КС условно может быть разделена на зоны производственных зданий и сооружений; резервуарного хранения; подсобных объектов; административно-хозяйственных зданий и сооружений.

При компоновке генеральных планов НПС и КС следует исходить из следующих основных принципов:

- зонирование объектов в соответствии с их технологической взаимосвязью;
- максимальное блокирование вспомогательных объектов с целью сокращения используемой территории и коммуникаций, т.е. объединение их в блоки по принципу функционального назначения;
- соблюдение минимальных противопожарных разрывов;
- возможность подъезда автотранспорта к любому объекту;
- возможность расширения НПС и КС.

Типовые схемы генеральных планов НПС и КС приведены на рис. 2.27, 2.28 и 2.29.

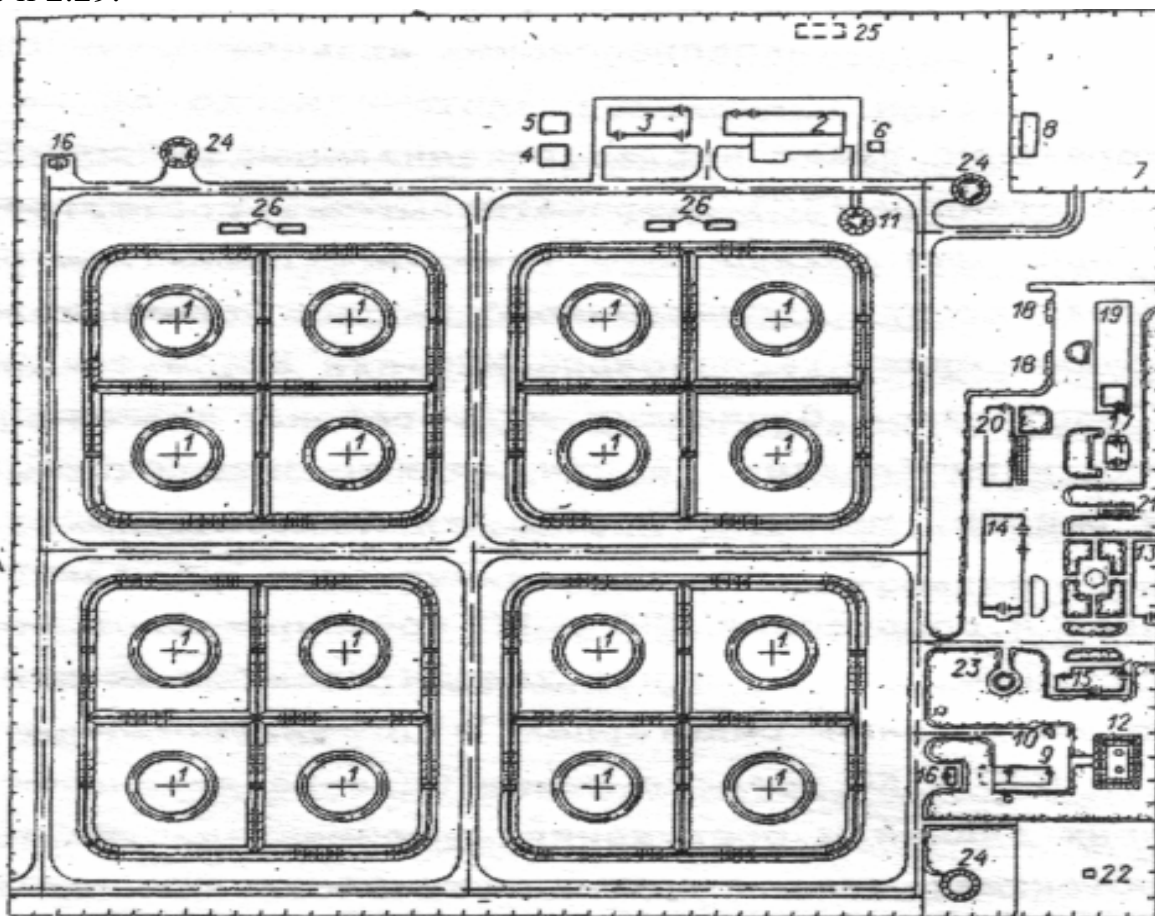


Рис. 2.27. Схема генерального плана головной НПС:

- 1, 12, 24 – резервуары; 2, 3, 10, 11 – насосные станции различного назначения;  
 4 – установка счетчиков; 5 – площадка с предохранительными устройствами;  
 6 – помещение с регулирующими устройствами; 7, 8 – открытая и закрытая части подстанции; 9 – котельная; 13, 14 – служебный и подсобный корпуса;  
 15 – санпропускник; 16, 17 – склады; 18 – автозаправочные колонки; 19 – навес для машин; 20 – ремонтно-эксплуатационный блок; 21 – эстакада;  
 22 – водонасосная со скважиной; 23 – водонапорная башня;  
 25 – нефтеловушка с очистными сооружениями; 26 – камеры для задвижек

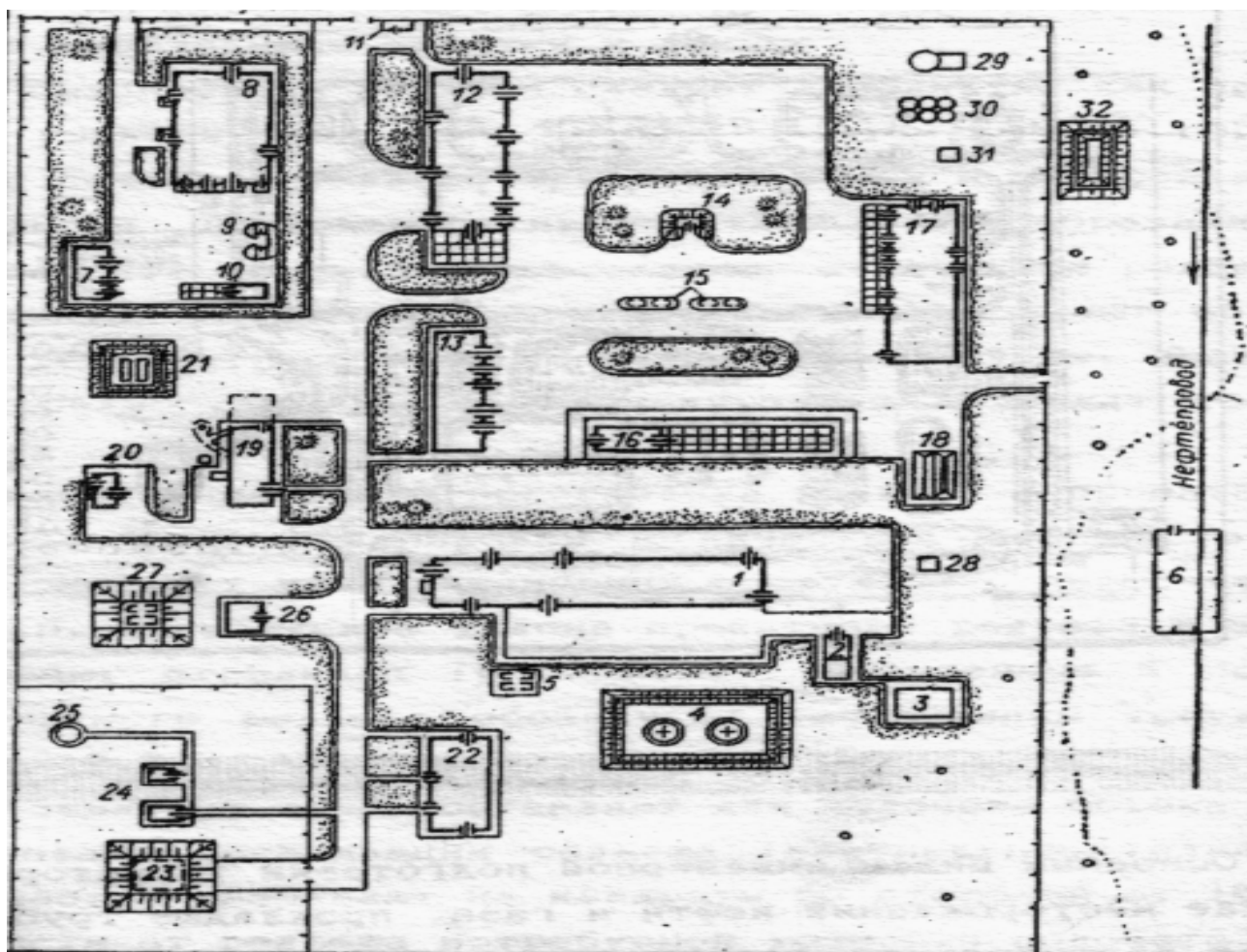


Рис. 2.28. Схема генерального плана промежуточной НПС нефтепровода :  
 1, 20, 24, 26, 29 – насосные станции; 2 – помещение с регулирующими устройствами;  
 3 – площадка с фильтрами-грязеуловителями; 4, 5, 21, 23, 27 – резервуары;  
 6 – узел подключения насосной; 7, 8 – помещения связи; 9, 10, 14 – склады;  
 11 – проходная; 12, 17 – производственные блоки; 13, 16 – стоянки для машин;  
 15 – топливозаправочный пункт; 18 – эстакада; 19 – котельная; 22 – закрытое РУ;  
 25 – водонапорная башня; 28 – градирня; 30 – блок осветления сточных вод;  
 31 – хлораторная; 32 – площадка подсушивания осадка

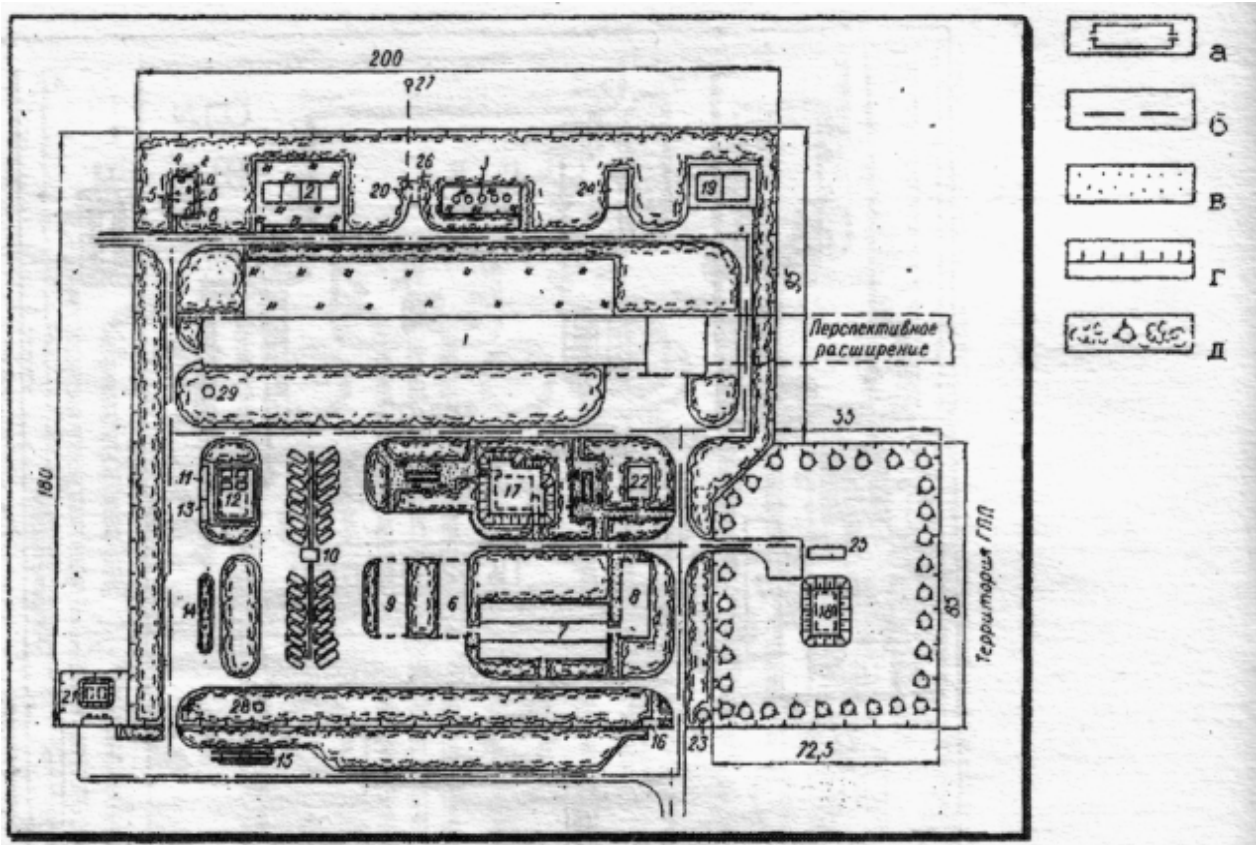


Рис. 2.29. Схема генерального плана базовой КС:

а – здания и сооружения; б – автопроезды; в – пешеходные дорожки;

г – ограждения; д – озеленение;

1 – компрессорный цех; 2, 3 – установки подготовки газа; 4 – газораспределительная станция; 5 – регулирующая установка; 6, 7 – производственные блоки; 8 – узел связи;

9 – гараж; 10 – открытая стоянка; 11, 22, 23, 24, 25, 29 – насосные станции;

12, 18 – резервуары; 13 – блок маслорегенерации; 14 – топливозаправочный пункт;

15 – эстакада; 16 – проходная; 17, 21 – склады; 19 – градирня; 20 – блок емкости для конденсата газа; 26 – шламособорник; 27 – свеча; 28 – грязеотстойник

Площадка для НПС размещается, как правило, в промышленных районах населенных пунктов с соблюдением противопожарных и санитарных требований, с учетом возможности использования имеющихся инженерных сетей и производственной базы. Головные НПС нефтепроводов следует располагать на территории нефтепромысла, на одной площадке с установкой подготовки нефти.

Местоположение площадок КС по трассе газопровода определяется гидравлическим расчетом. Как правило, их следует располагать вблизи промышленных центров, населенных пунктов (за границами их перспективного развития), соблюдая противопожарные и санитарные разрывы. Нормы последних зависят от диаметра газопровода, давления газа и метода прокладки (надземный или подземный).

## 2.6. Планировка рельефа

Основным видом инженерной подготовки территории при обустройстве месторождений нефти и газа, прокладке трубопроводов является вертикальная планировка рельефа – создание насыпей для размещения бурового оборудования, строительства зданий, прокладки дорог и т.д., реже – выемок для оснований сооружений, нефтехранилищ и трубопроводов. Вертикальную планировку (план организации рельефа) выполняют на основе разбивочного плана, который определяет положение всех проектируемых и имеющихся сооружений, ситуацию и рельеф местности. При этом не указывают координатные оси сооружений, координаты, размеры и размерные привязки, направление на север.

На плане организации рельефа горизонтали естественного рельефа проводят через контуры проектируемой насыпи. Здесь же указывают проектные (красные) и фактические (черные) отметки рельефа местности в местах пересечения границ насыпи (инженерного сооружения) с рельефом. Отметки рельефа указывают в углах насыпей в виде дроби – проектная (красная) в числителе, а фактическая (черная) – в знаменателе. Кроме этого, на плане приводят другие необходимые отметки и данные.

План организации рельефа следует выполнять, как правило, в проектных горизонталях (рис. 2.30). В этом случае горизонтали проводят с сечением рельефа через 0.1 и 0.2 м по всей планируемой территории. Допускается на участках с однообразным уклоном рельефа наносить проектные горизонтали с сечением рельефа через 0.5 м. Отметки проектных горизонталей надписывают со стороны повышения рельефа, при этом проектные горизонтали, кратные 1 м, указывают полностью, а для промежуточных приводят только два знака после запятой.

При выполнении плана организации рельефа в проектных отметках опорных точек планировки в качестве опорных точек, как правило, принимают углы инженерных сооружений, пересечение осей дорог и т.п. Направление уклона проектного рельефа в этом случае указывают стрелками (рис. 2.31). Повышенные и пониженные точки проектного рельефа обозначают зачерненным треугольником со стороной 2-3мм.





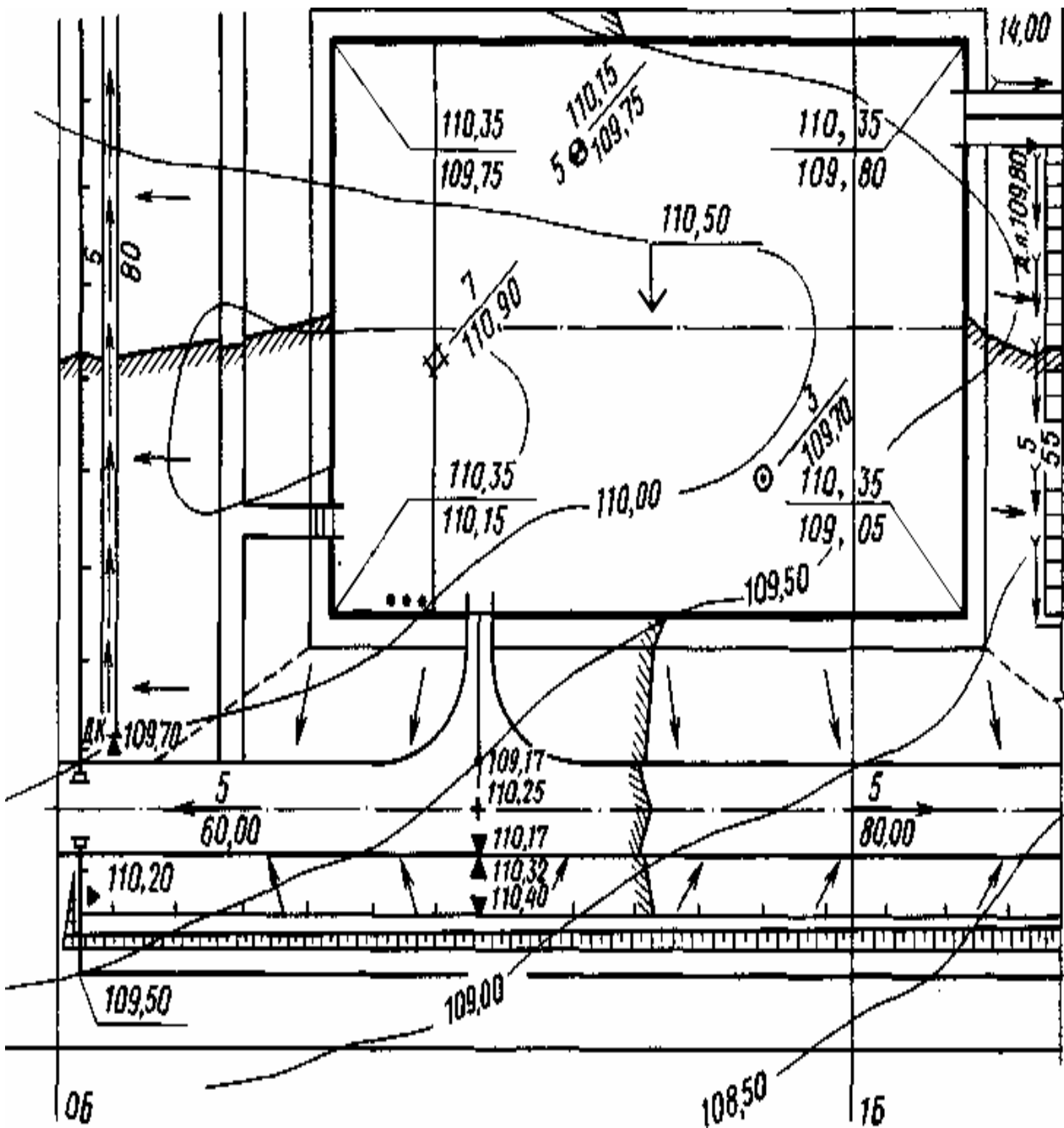


Рис. 2.31. Специальные отметки на плане организации рельефа:

- 1 – откос;
- 2 – лоток укрепленный;
- 3 – канава;
- 4 – проектный уклон рельефа;
- 5 – указатель уклона;
- 6 – точки перелома и промежуточная продольного профиля;
- 7 – повышенные и пониженные точки проектного рельефа;
- 8 – контур здания

План земляных масс составляют для подсчета объема земляных работ по плану организации рельефа (вертикальной планировки). Площадь участка разбивают на квадраты со стороной от 10 до 50 м в зависимости от рельефа и требуемой точности подсчета. Квадраты вписывают в строительную геодезическую сетку. Допускается привязывать квадраты к разбивочному базису (рис. 2.32). Под каждой колонкой квадратов плана земляных масс размещают специальную таблицу, ширина граф которой соответствует сетке квадратов. В этой таблице указывают суммарные объемы насыпи или выемки по колонке квадратов, а также общие объемы отсыпаемого или извлекаемого грунта по всей планируемой территории.

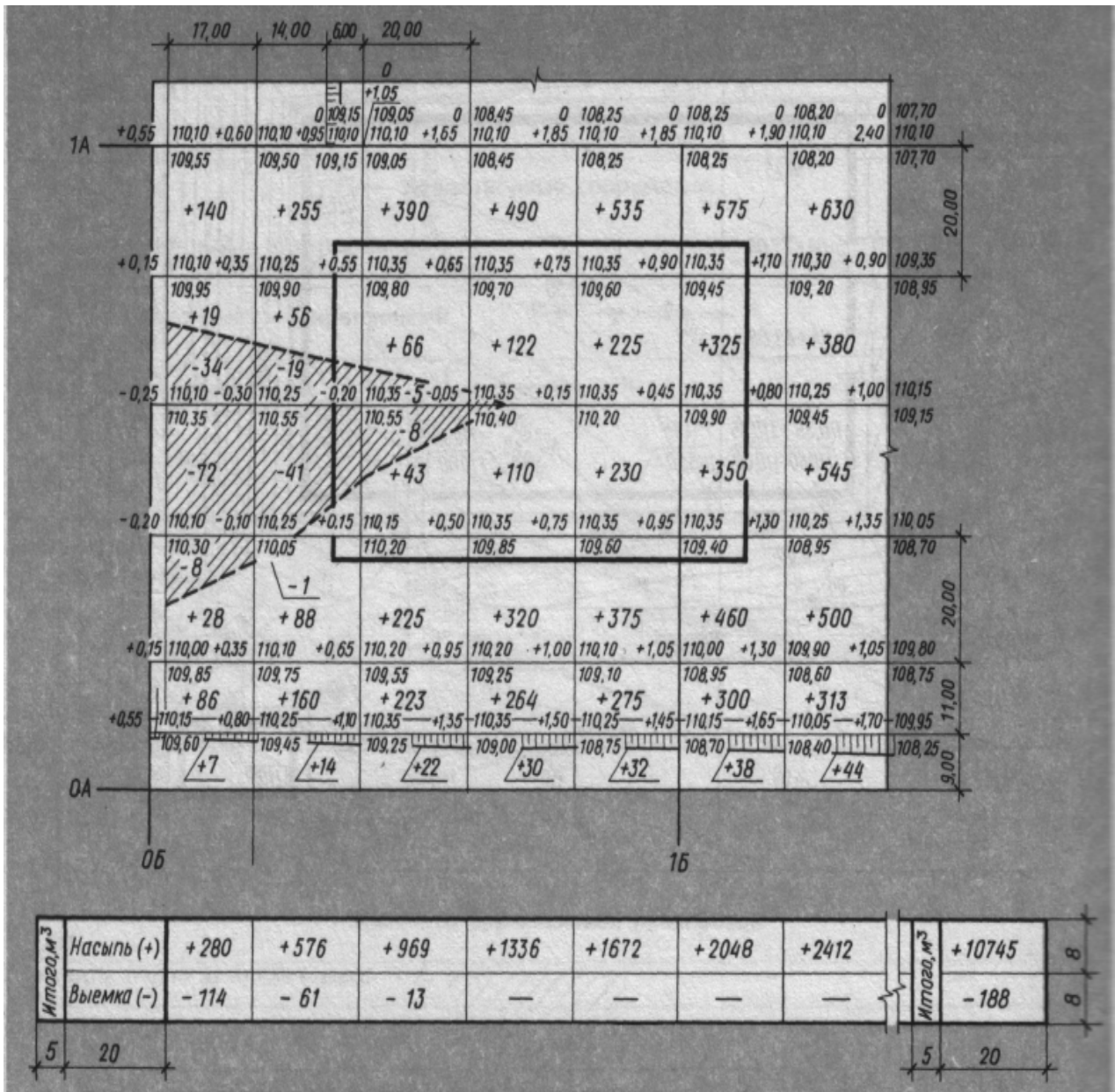


Рис. 2.32. Пример расчета объемов перемещаемого грунта при вертикальной планировке территории

### Библиографический список

1. Бриллинг Н.С., Балягин С.Н. и др. Справочник по строительному черчению. – М.: Стройиздат, 1987. – 448 с.
2. Бородавкин П.П., Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов. – М.: Недра, 1987. – 471 с.
3. Будасов Б.В., Каминский В.П. Строительное черчение. – М.: Стройиздат, 1990. – 464 с.
4. Временная инструкция о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений. Разд. 2. Генеральный план и транспорт: СН 460-74. – М., 1975. – 64 с.
5. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей (сборник). – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 242 с.
6. Кизимов К.Г. Устройство и обслуживание подземных газопроводов. – М.: Стройиздат, 1972. – 248 с.
7. Крылов Н.Н., Иконникова Г.С. и др. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 с.
8. Основания, фундаменты и подземные сооружения (справочник проектировщика) / Под ред. Е.А. Сорочана, Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
9. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. – СПб.: Политехника, 1994. – 448 с.
10. Русскевич Н.Л., Ткач Д.И., Ткач М.Н. Справочник по инженерно-строительному черчению. – Киев: Будівельник, 1980. – 512 с.
11. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов / Под ред. А.К. Дерцакяна. – Л.: Недра, 1977. – 519 с.
12. СПДС. ГОСТ Р 21.1101-92. Основные требования к рабочей документации. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 25 с.
13. СПДС. ГОСТ Р 21.1501-92. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 40 с.

Учебное издание

Александр Степанович Умняхин  
Олег Николаевич Попков  
Светлана Александровна Дейнега

## **ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие

Издание 2-ое, стереотипное

Редактор Е.В. Щербович  
Технические редакторы И.А. Безродных, Л.П. Коровкина

План 2003 г., позиция 36. Подписано в печать 15.04.2004.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Усл. печ. л. 3,3. Уч.-изд. л. 3,0. Тираж 150 экз. Заказ № 179.

Ухтинский государственный технический университет.  
Лицензия ПД № 00578 от 25 мая 2000 г.  
169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.  
Отдел оперативной типографии УГТУ.  
169300, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.