Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра начертательной геометрии и графики

Составитель Г. А. Баздеров

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические материалы

Рекомендованы учебно-методической комиссией
направления подготовки 08.03.01 Строительство
в качестве электронного учебного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты: Аксенова О. Ю. – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой начертательной геометрии и графики
Покатилов А. В. – председатель учебно-методической комиссией направления подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство

Баздеров Геннадий Анатольевич
Инженерная и компьютерная графика [электронный ресурс]: методические материалы для обучающихся направления подготовки 08.03.01 Строительство всех форм обучения / сост. Г. А. Баздеров; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2019.

Методический материал включает общие рекомендации к изучению теоретической части дисциплины, проведению практических занятий, лабораторных занятий и выполнению самостоятельной работы. Содержат программу дисциплины, рассматриваемые вопросы, перечень и содержание графических заданий, выполняемых студентами, методические рекомендации по выполнению графических заданий, образцы оформления графических заданий, список рекомендуемой литературы, вопросы текущего контроля знаний.

© КузГТУ, 2019
© Баздеров Г. А.,
составление, 2019

Содержание

Введение……. 3
1. Рекомендации по изучению …… 3
1.1.Общие указания……..... 3
1.2. Выполнение графических заданий……... 4
2. Содержание дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»…… 5
3. Практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа и графические задания (Гз)……. 7
Раздел 1. Общетеоретические предпосылки курса…….. 8
Раздел 2. Поверхности…… 13
Раздел 3. Позиционные задачи…… 23
Раздел 4. Тени в ортогональных проекциях ……. 29
Раздел 5. Перспектива……. 41
Раздел 6. Проекции с числовыми отметками…… 49
Раздел 7. Использование в инженерной графике графического редактора AutoCAD……. 55
Раздел 8. Основы машиностроительного черчения…… 77
Раздел 9. Общие сведения о строительных чертежах…. 94
Раздел 10. Архитектурно-строительные чертежи зданий 137

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» состоит из трёх частей: начертательная геометрия, техническое черчение и компьютерная графика. В начертательной геометрии изучают теоретические основы построения изображений методом проекций, в черчении практическое использование этого метода для разработки технической документации, а в компьютерной графике построение технических чертежей в среде графического редактора AutoCAD.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Общие указания

Работа студентов по изучению дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» складывается из освоения теоретического материала по лекциям и учебной литературе, закреплении знаний и выработке необходимых навыков на практических, лабораторных занятиях и самостоятельной работе. Основной формой работы студентов-заочников является самостоятельное изучение материала по учебнику и учебным пособиям, а также по соответствующим ГОСТам ЕСКД и СПДС.

Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с общепрофессиональными компетенциями и индикаторами их достижения. Далее необходимо проработать теоретический материал, согласно темам лекций, рассмотреть отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Затем проработать практический материал по темам практических и лабораторных занятий. Все неясные вопросы по дисциплине обучающийся может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию, или через электронное обучение. Параллельно следует приступить к выполнению контрольных графических заданий (Гз). При подготовке к практическим и лабораторным занятиям студент изучает теоретический материал в соответствии с лекциями и методическими указаниями к практическим и лабораторным занятиям, и в

обязательном порядке выполняет графические задания. Перед промежуточной аттестацией обучающийся должен сопоставить приобретенные знания, умения и навыки, в случае необходимости, еще раз изучить литературные источники и (или) обратиться к преподавателю за консультацией.

1.2. Выполнение графических заданий

В процессе изучения инженерной графики студенты должны выполнить контрольные графические задания (**Гз 1 – Гз 10**).

Графические задания соответствуют всем разделам дисциплины. Подробные указания по выполнению каждой работы будут даны в соответствующем разделе методических указаний.

Графические задания необходимо выполнять по мере изучения теории. При помощи графических заданий студент отчитывается о своей работе. Однако не это является главным. Основное назначение графических заданий заключается в том, что они дают студентам возможность проверить качество усвоения ими теории и умение правильно применить эту теорию к решению графических задач.

Графические задачи практических занятий выполняются по индивидуальным вариантам***. Номер варианта, для студентов заочной формы обучения, должен соответствовать последней цифре шифра - номера студенческого билета.*** Например, если шифр студента $СП_{63}$ -19 - 342, студент выполняет вариант 2. ***Номер варианта для студентов очной формы обучения соответствует номеру записи студента в журнале группы.***

Для закрепления изучаемого материала, перед выполнением графических заданий, студентам предлагается ответить на вопросы и решить задачи по указанным разделам программы.

КузГТУ
Кафедра начертательной геометрии и графики

Графические задания

Выполнил: студент Иванов С. А.
гр. СП$_{б3}$ 19 - 342
г. Белово, ул. Мирная, 107-5

Рис. 1.

Материалы графических заданий, студенты заочной формы обучения брошюруют в альбомы. На каждом листе чертежей в правом нижнем углу располагают основную надпись. Форма основной надписи будет указана в каждой части методических указаний. Листы с графическими заданиями сшивают нитками. Брошюруемый торец с двух сторон обклеивают полоской бумаги.

Графические задания должны иметь титульный лист с указанием основных сведений о студенте (рис. 1).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

Раздел 1. Общетеоретические предпосылки курса

Понятие проецирования. Метод двух изображений. Модели точки, прямой и плоскости в ортогональной системе плоскостей проекций. Способы преобразования проекций.

Основные правили оформления технических чертежей. Система ЕСКД. Геометрические построения на чертежах и проекционное черчение. Аксонометрия.

Раздел 2. Поверхности

Многогранники. Кривые линии и поверхности. Развертки поверхностей.

Раздел 3. Позиционные задачи

Пересечение поверхности с прямой и плоскостью. Взаимное пересечение поверхностей.

Раздел 4. Тени в ортогональных проекциях

Общие сведения. Тени собственные и падающие. Стандартные направления световых лучей. Тени архитектурных форм.

Раздел 5. Перспектива

Основные понятия. Перспектива точки. Точки частного положения. Перспектива прямых прямые частного положения. Перспектива пространственных форм. Метод архитекторов.

Тени в перспективе. Возможные положения источника освещения. Методы построения теней.

Раздел 6. Проекции с числовыми отметками

Общие сведения. Модели точки, прямой, плоскости и поверхности в проекциях с числовыми отметками. Топографические поверхности. Решение задач на топографической поверхности. Устройство выемок и насыпей, профили земляных сооружений.

Раздел 7. Использование в инженерной графике графического редактора AutoCAD

Общие сведения. Средства организации чертежа. Команды. Задание координат. Примитивы. Инструменты редактирования. Создание текстовых размерных стилей. Нанесение размеров.

Раздел 8. Основы машиностроительного черчения

Типы технических соединений. Эскизирование. Рабочие и сборочные чертежи. Деталирование.

Раздел 9. Общие сведения о строительных чертежах

Чертежи строительных конструкций из дерева, металла, железобетона.

Раздел 10. Архитектурно-строительные чертежи зданий

Архитектурно-строительные чертежи зданий (планы, фасады, разрезы).

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА И ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ (Гз)

Для закрепления теоретических знаний, формирования общепрофессиональных компетенций, выработки необходимых умений и навыков предусматриваются: практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа и выполнение графических заданий по всем разделам дисциплины.

Графические задания направлены на закрепление изученного теоретического материала, овладение практическими навыками решения задач и охватывают все разделы дисциплины.

Предусмотрено выполнение следующих графических заданий:

Раздел 1. Гз 1 «Проекционное черчение», «Способы преобразования проекций».

Раздел 2. Гз 2 «Точки на поверхности, развертка поверхности», «Аксонометрическая проекция».

Раздел 3. Гз 3 «Сечение тела плоскостью», «Пересечение поверхностей».

Раздел 4. Гз 4 «Построение теней схематизированного здания в ортогональных проекциях».

Раздел 5. Гз 5 «Построение перспективы схематизированного здания, теней в перспективе».

Раздел 6. Гз 6 «Определение границ земляных работ».

Раздел 7. Гз 7 «Рамка и основная надпись».

Раздел 8. Гз 8 «Рабочие и сборочные чертежи».

Раздел 9. Гз 9 «Чертежи узлов строительных конструкций».

Раздел 10. Гз 10 «Архитектурно-строительные чертежи зданий».

Раздел 1. Общетеоретические предпосылки курса

Гз 1 «Проекционное черчение», «Способы преобразования проекций».

Цель практического занятия и Гз 1. Изучение основных требований стандартов ЕСКД по выполнению и оформлению технических чертежей. Выполнение упражнений на геометрические построения и проекционное черчение.

Графические задания выполняют на листах формата А3 (297×420). Рабочее поле каждого листа ограничивают рамкой, внутри которой выполняют основную надпись (рис. 2).

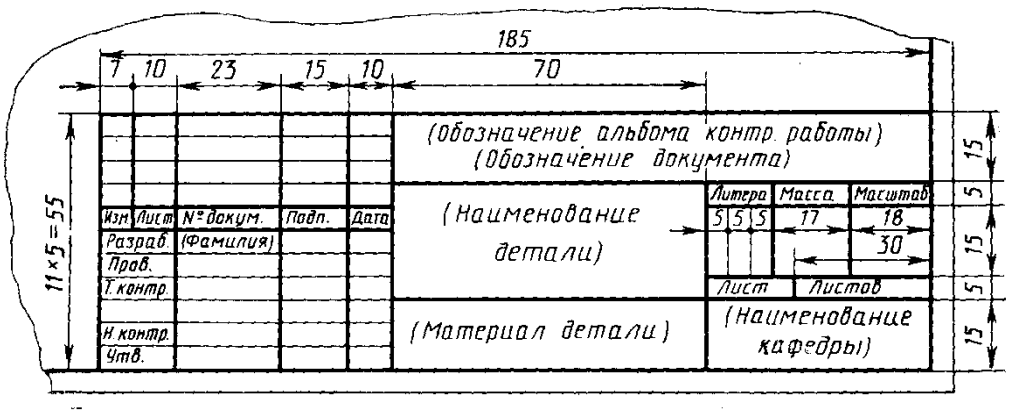


Рис. 2.

Все текстовые и графические документы выполняют в соответствии с государственными стандартами ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Они должны отличаться выразительностью, аккуратностью и четкостью графического исполнения.

Толщину и тип линий необходимо принимать в соответствии с ГОСТ 2.303-68*. Надписи и буквенно-цифровые обозначения на листах и в основной надписи следует выполнять стандартным шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

Вопросы для подготовки к выполнению графического задания и самоконтролю знаний

1. Что такое стандартизация?
2. Что такое ЕСКД?
3. Как образуются и обозначаются основные форматы?
4. На каком расстоянии от края формата проводят рамку чертежа, какими линиями её обводят?

5. Каково назначение каждого типа линий чертежа?

6. Какие типы шрифтов устанавливает ГОСТ 2.304-81?

7. Что называется размером шрифта?

8. Какие стандартные масштабы устанавливает ГОСТ 2.302-68*?

9. На каком расстоянии от линий контура изображения следует проводить размерные линии?

10. На каком расстоянии друг от друга следует проводить параллельные размерные линии?

11. Что такое вид детали?

12. Какие виды вы знаете?

13. Назовите шесть основных видов и укажите их расположение на комплексном чертеже.

14. Что такое разрез?

15. Какой разрез называется сложным?

16. В чём различие между сечением и разрезом?

Состав Гз 1:

На листах **Гз 1** требуется выполнить две задачи на построение видов, разрезов и сечений детали. Индивидуальные задания по вариантам приведены на рис. 3. Пример оформления задания показан на рис. 4.

Задача 1. Построить три вида детали (вид спереди, вид сверху, вид слева) с необходимыми разрезами. Проставить размеры.

Указания к выполнению задачи 1. Перед выполнением задания необходимо изучить по учебникам содержание тем раздела 1 и ответить на контрольные вопросы по этим темам. Особо следует обратить внимание на ГОСТ 2.305-68 и на принятые в нём условности и упрощения. Выполняя разрез, как правило, часть вида и часть разреза соединяют на одном изображении, разделив их сплошной волнистой линией. Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии. Рекомендуется выполнять чертеж в следующей последовательности:

1. Определяют главный вид и количество изображений.

2. Выбирают требуемый формат чертежного листа и масштаб изображения. Выполняют компоновку изображений на листе.

3. Вычерчивают в тонких линиях изображения детали.

4. Наносят требуемые разрезы.

5. Проставляют размеры.

6. Обводят вычерченные изображения со строгим соблюдением ГОСТ 2.303-68*.

7. Проверяют выполненный чертеж, заполняют основную надпись.

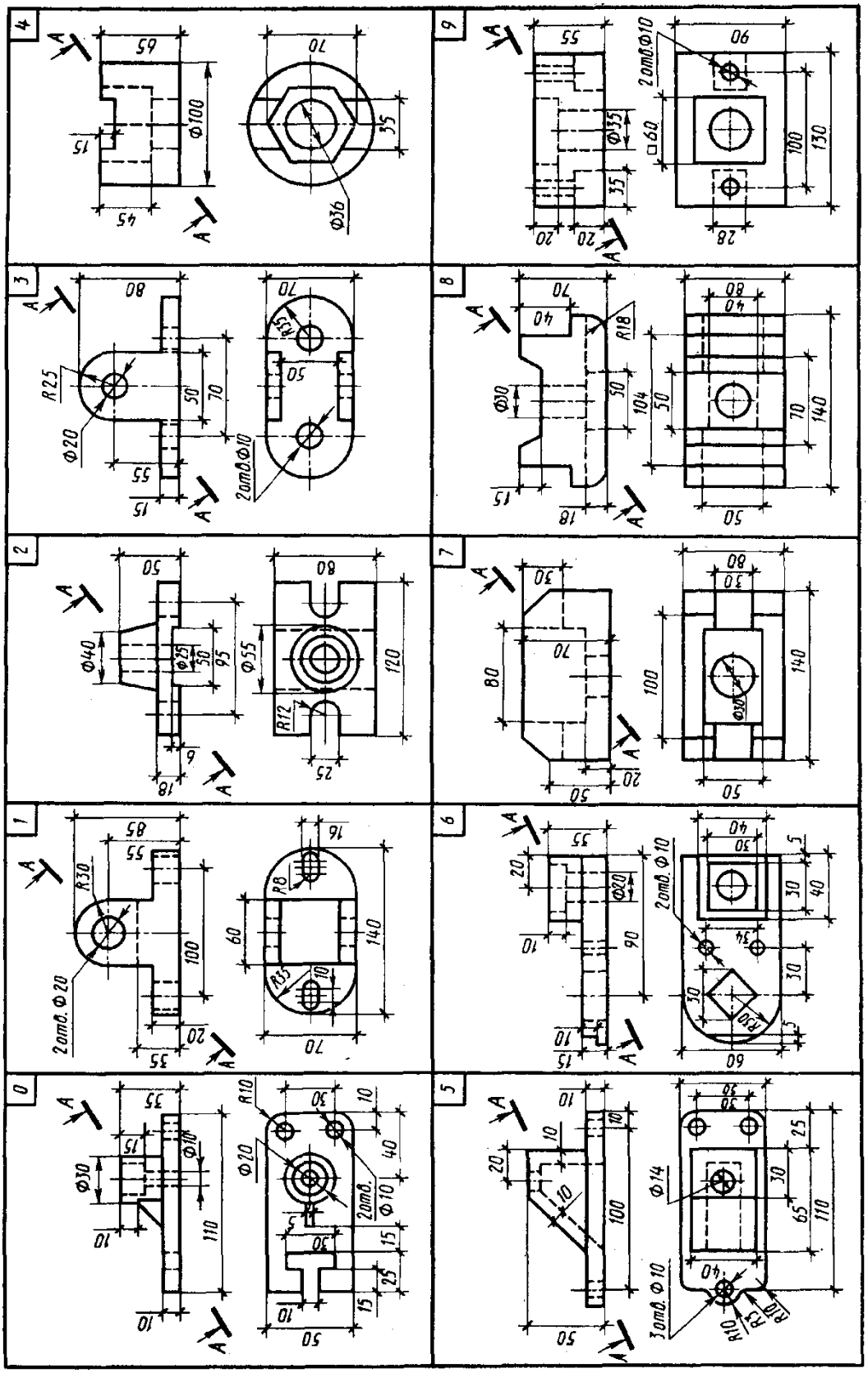


Рис. 3.

Задача 2. По заданному положению секущей плоскости, методом перемены плоскостей проекций, построить натуральную величину сечение детали. Положение секущей плоскости указано в индивидуальном задании.

Указания к выполнению задачи 2. Построение сечения выполняют в строгом соответствии с правилами начертательной геометрии, а оформление – в соответствии с ГОСТ 2.305-68. Сечение располагают на свободном поле чертежа. Контур вынесенного сечения обводят сплошной основной линией. Плоскость фигуры сечения заштриховывают в соответствии с ГОСТ 2.306-68*. Сечение сопровождают надписью по типу «А-А» или «1-1».

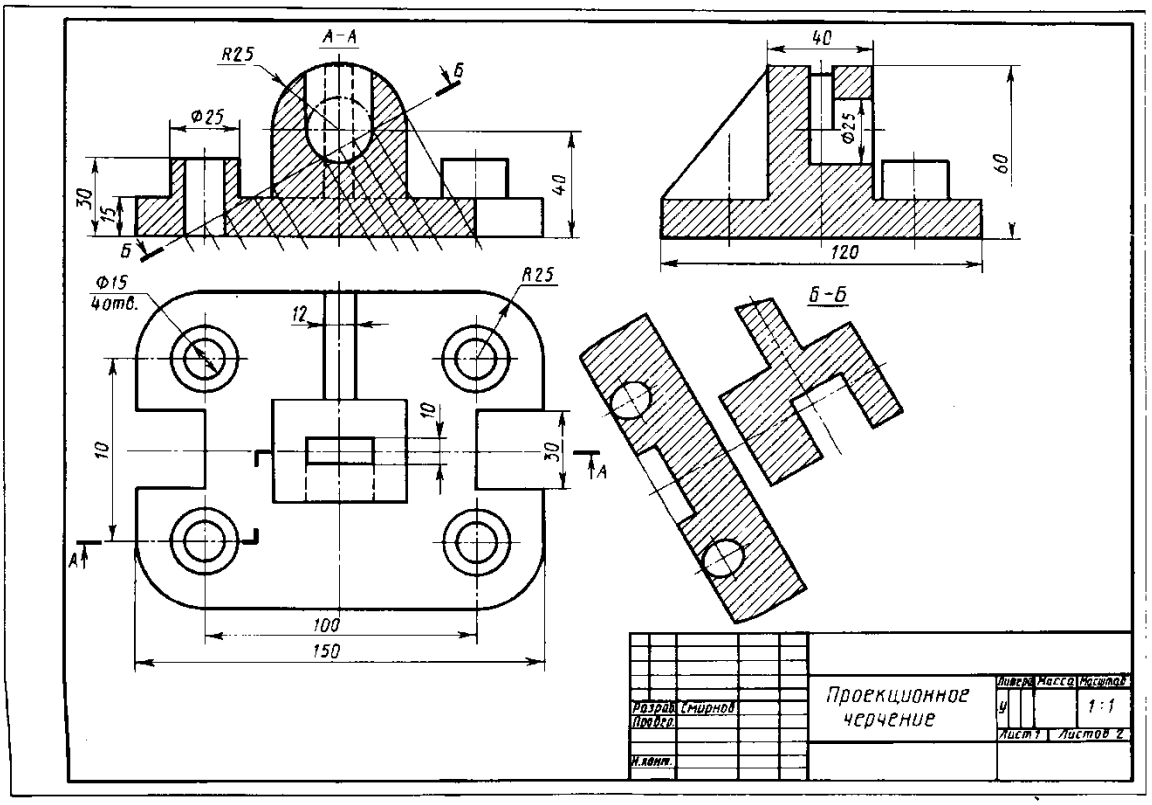


Рис. 4

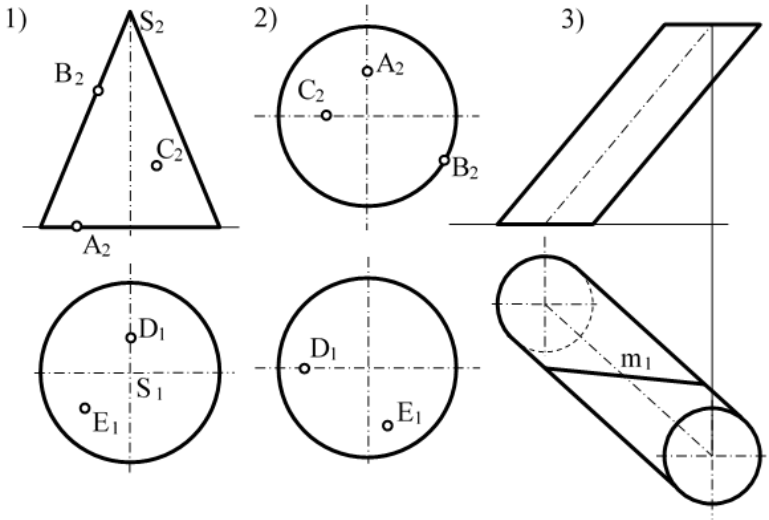
Раздел 2. Поверхности

Гз 2 «Точки на поверхности, развертки поверхности», «Аксонометрическая проекция»

Цель практического занятия и Гз 2. Приобретение навыков построения точек, принадлежащих поверхностям и построение разверток поверхностей.

Вопросы, задачи и упражнения для подготовки к выполнению задания и самопроверки знаний

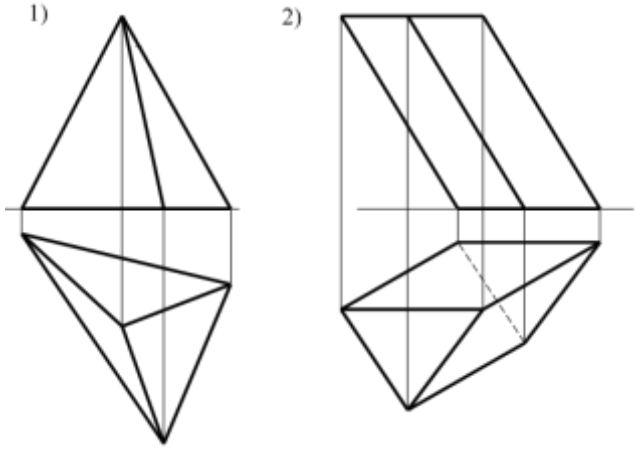
1. Укажите основные способы задания поверхностей.
2. Многогранники.
3. Что называется каркасом, определителем, очерком поверхности?
4. Какие поверхности называются линейчатыми?
5. Как образуются поверхности вращения?
6. Признак принадлежности точки поверхности.
7. Какие линии используют для построения точек, принадлежащих поверхности?
8. Как построить линию на поверхности?
9. Построить недостающие проекции точек и линий, принадлежащих поверхностям.



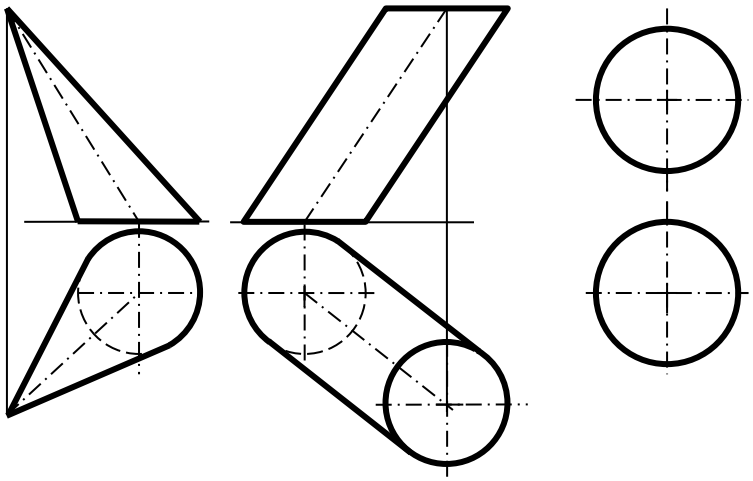
10. Что называется разверткой поверхности?
11. Какие поверхности относятся к развертывающимся и неразвертывающимся?
12. Методы построения разверток пирамиды и конуса.
13. Методы построения разверток призмы и цилиндра.

14. Приближённые развертки неразвертывающихся поверхностей.

15. Построить развертки многогранников.



16. Построить развертки конуса, цилиндра, сферы.



Состав Гз 2:

В **Гз 2** требуется выполнить три задачи. Варианты задания приведены на рис. 5, табл. 1. Пример оформления заданий показан на рис. 9, 12.

Таблица 1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Угол α (градусы)	30	30	45	45	120	120	90	90	160	160

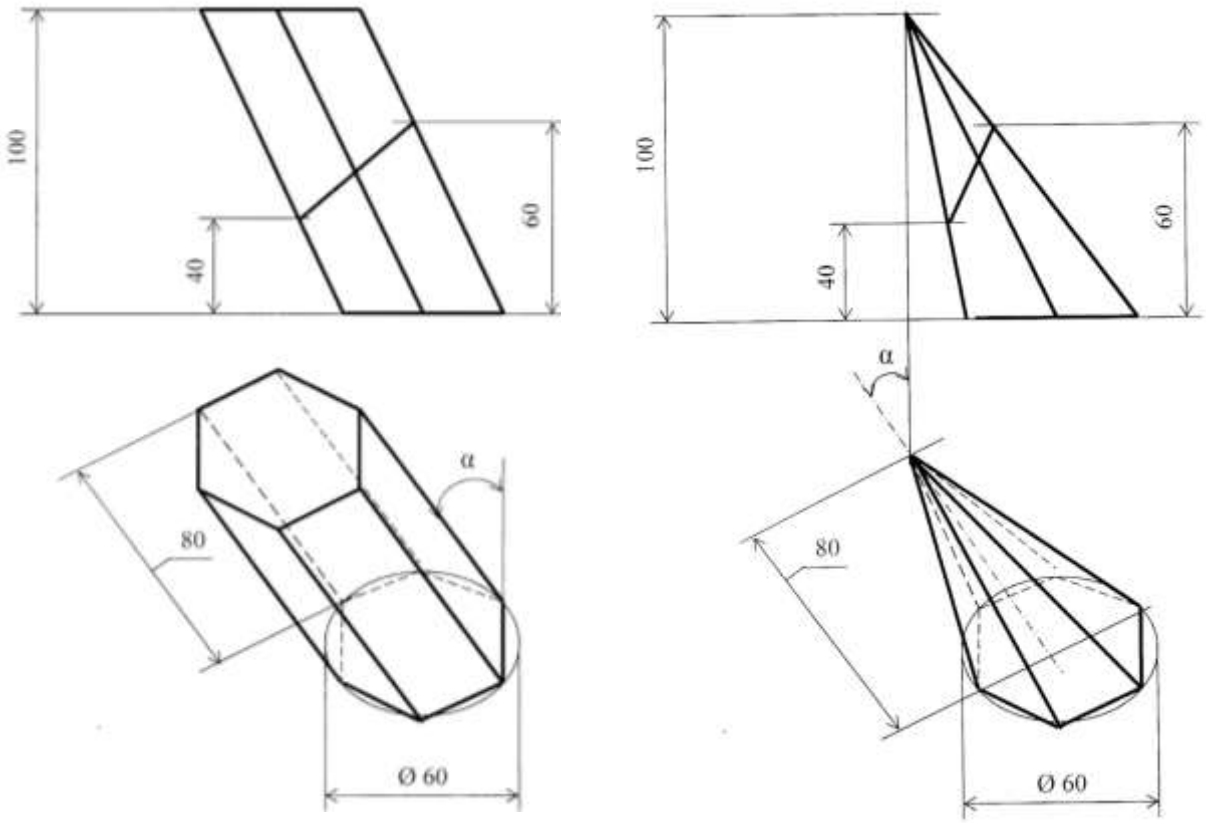


Схема А *Схема Б*

Рис. 5.

Задача 1. Построить три вида многогранника и нанести на их поверхности контуры заданной линии.

Указания к выполнению задачи 1. Задачу рекомендуется решать в следующей последовательности:

1. Вычертить заданный многогранник в трех проекциях.
2. Отметить точки пересечения заданной линии с ребрами многогранника.
3. Построить полученные точки на соответствующих ребрах многогранника на каждой проекции.
4. Полученные точки соединить с учетом видимости.

Задача 2. Построить развертку многогранника с нанесением на ней контуров заданной линии.

Разверткой многогранника называется плоская фигура, которая получается совмещением всех граней многогранника с одной плоскостью.

Развертка пирамиды (рис. 6). Развертку пирамиды строят в следующей последовательности.

1. Определяют истинные величины всех ребер пирамиды любым из известных способов. На рис. 6 они определены методом вращения.

2. По найденным трем сторонам строят одну из боковых граней. Затем пристраивают к ней остальные грани.

3. Достраивают основание пирамиды.

Для построения *K*, лежащей на грани *SAC*, проводят прямую, соединяющую *K* с вершиной *S*. Наносят эту прямую на развертку, используя вершину *S* и точку *M* на ребре основания *AC*. Точку *K* находят на прямой с помощью длины отрезка l_{SK}. Значительно проще найти точку *N* на ребре *SA*, отложив на нем отрезок l_{SN}.

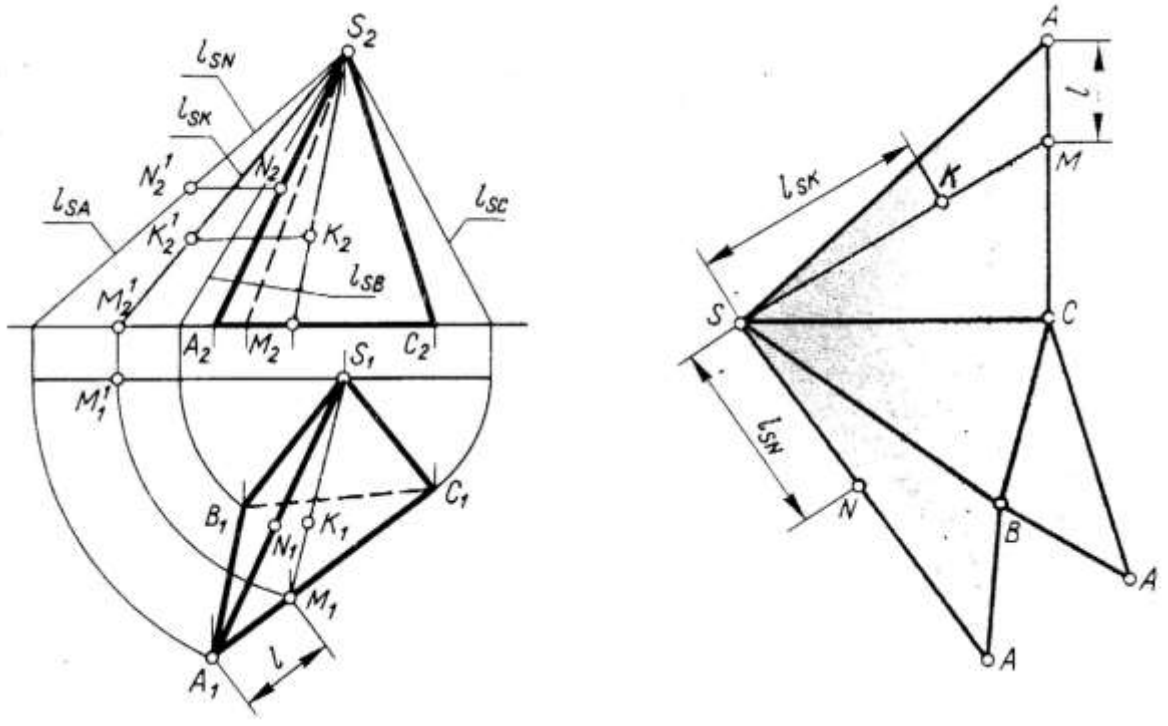


Рис. 6.

Развертка призмы. Развертку призмы можно построить двумя способами.

Способ нормального сечения (рис. 7). Поверхность рассекают плоскостью, перпендикулярной к ребрам и определяют натуральную величину нормального сечения. На произвольной

прямой откладывают отрезки равные сторонам нормального сечения, а затем из концов этих отрезков проводят перпендикулярные прямые к этой прямой. По обе стороны от прямой откладывают натуральные величины отрезков боковых ребер. Соединив между собой концы ребер, получим боковую развертку призмы. Присоединив к ней нижнее и верхнее основания, получим полную развертку призмы.

Способ раскатки (рис. 8). Сначала, преобразуют чертеж так, чтобы боковые ребра призмы стали параллельны одной из плоскостей проекций. Затем методом вращения вокруг линии уровня (бокового ребра A_4E_4) вращаем грань *ABFE* до совпадения с плоскостью проекций. Получаем натуральную величину этой грани. Вращением вокруг BF строим натуральную величину *BCGF*, вокруг *CG* – натуральную величину *CAEG*, Пристроив нижнее и верхнее основание, получим полную развертку призмы.

Для построения точек на развертках поверхностей призм используют вспомогательные прямые или ребра призм.

Развертки конической и цилиндрической поверхностей. Для построения развёрток поверхностей конусов и цилиндров поступают следующим образом:

1) в заданный конус или цилиндр вписывают n-угольную пирамиду или призму; число n зависит от размеров чертежа, но во всех случаев его не следует брать меньше шести;

2) строят развертку n-угольной пирамиды или призмы;

3) концы ребер на развертке соединяют плавной кривой.

Пример оформления задания **Гз 2** (1, 2 задачи) приведен на рис. 9.

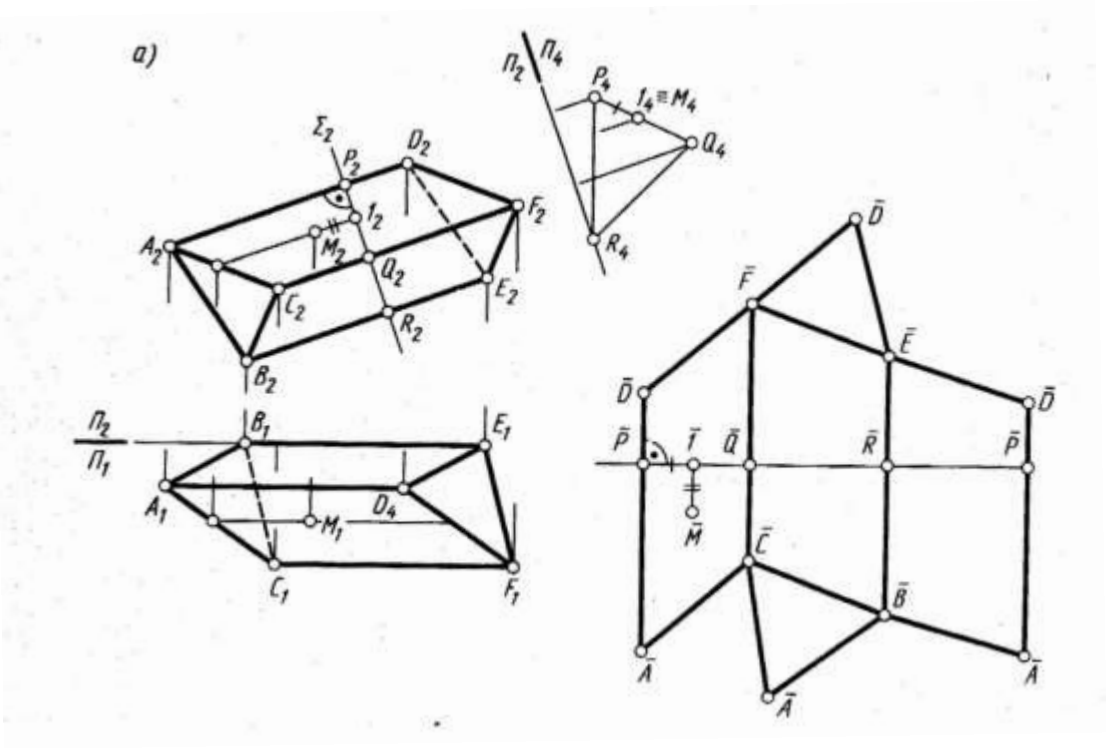

а)
Σ_2
P_2
D_2
F_2
1_2
A_2
M_2
Q_2
E_2
C_2
R_2
B_2
Π_2
Π_4
P_4
$1_4 \equiv M_4$
Q_4
R_4
Π_2
Π_1
B_1
E_1
A_1
D_4
M_1
C_1
F_1
$\bar{D}$
$\bar{F}$
$\bar{E}$
$\bar{D}$
$\bar{D}$
$\bar{P}$
$\bar{1}$
$\bar{Q}$
$\bar{R}$
$\bar{P}$
$\bar{M}$
$\bar{C}$
$\bar{B}$
$\bar{A}$
$\bar{A}$
$\bar{A}$

Рис. 7.

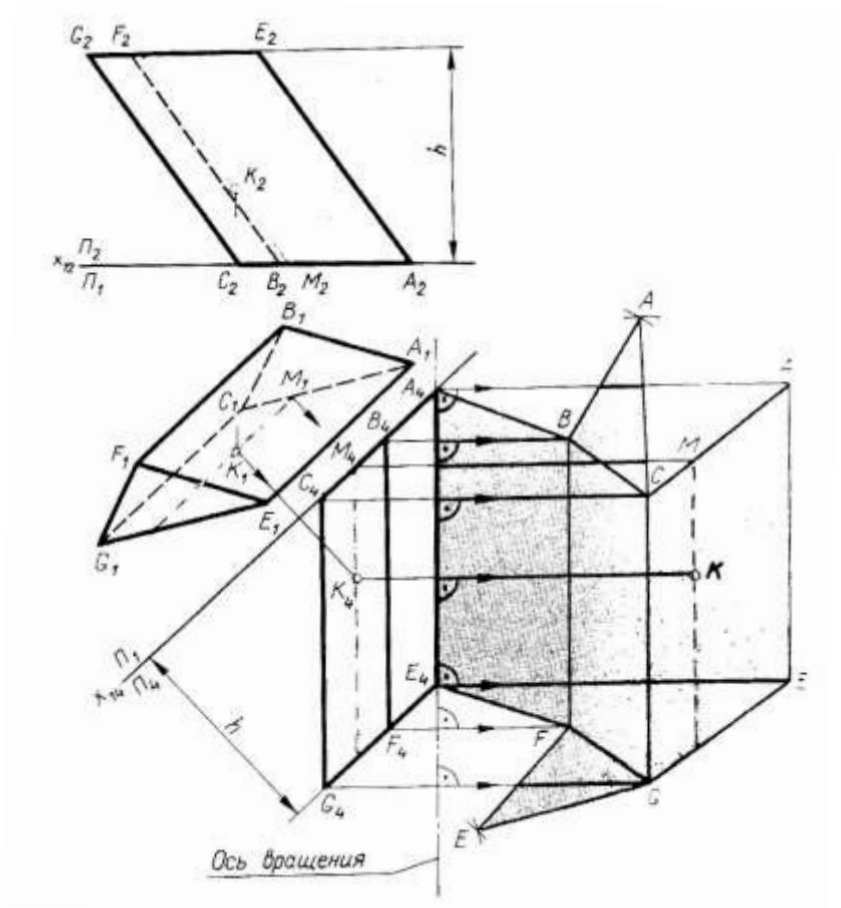

G_2
F_2
E_2
h
K_2
x_{12}
Π_2
Π_1
C_2
B_2
M_2
A_2
B_1
A_1
M_1
C_1
A_4
B_4
M_4
C_4
F_1
K_1
E_1
G_1
A
B
M
C
K
K_4
E_4
F_4
F
G_4
G
E
Π_1
x_{14}
Π_4
h
Ось вращения

Рис. 8.

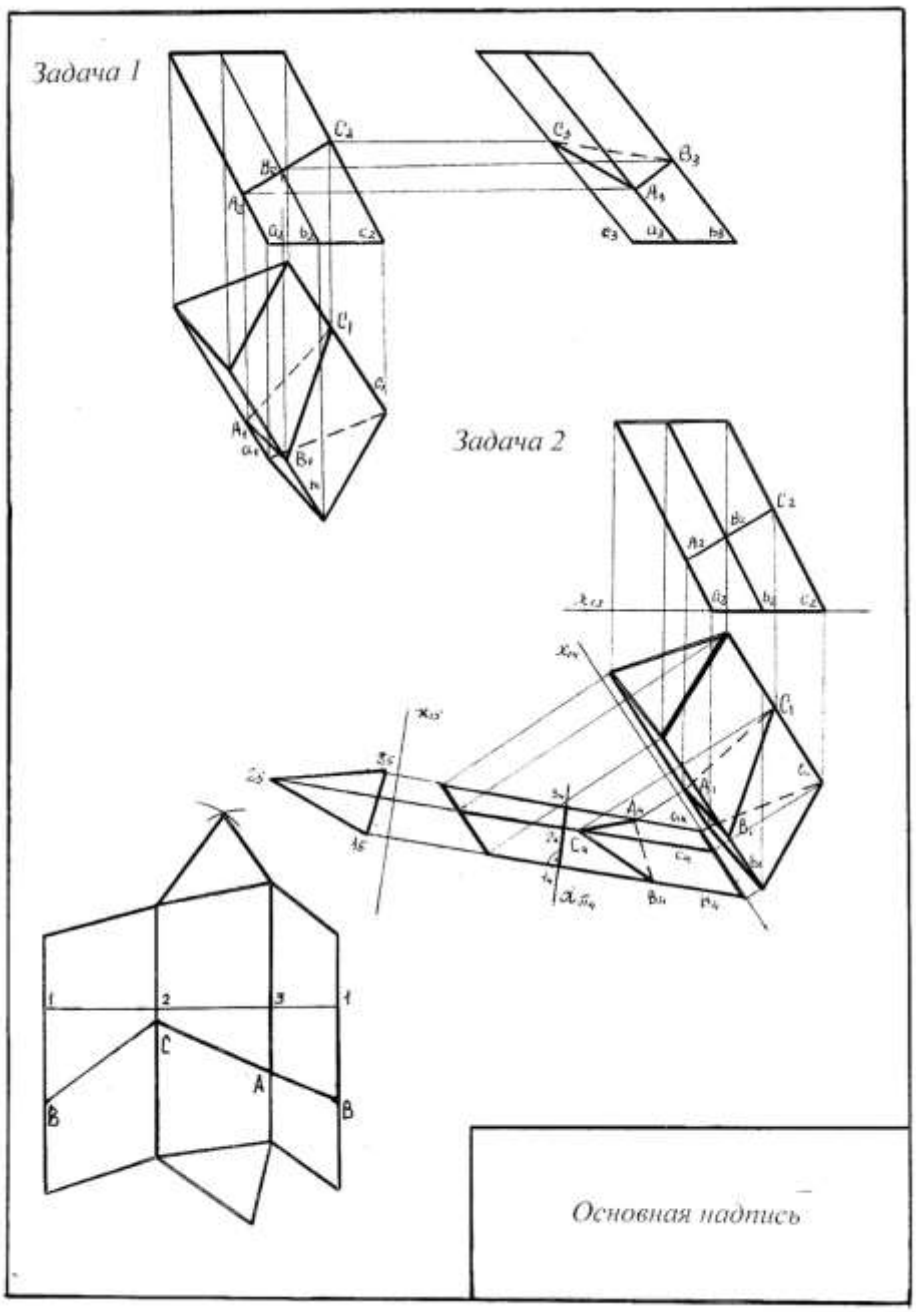


Рис. 9.

Задача 3. Построить аксонометрическую проекцию детали (по варианту задания Гз 1, пример представлен на рис. 12).

Указания к выполнению задачи 3. ГОСТ 2.317-69* рекомендует пять видов наглядных изображений: прямоугольную изометрию, прямоугольную диметрию, косоугольную фронтальную изометрию, косоугольную горизонтальную изометрию и косоугольную фронтальную диметрию. Вид аксонометрической

проекции выбирают в зависимости от формы изображаемого предмета. На рис. 10 показаны углы между аксонометрическими осями, а также направления осей эллипсов, являющихся проекциями окружностей, лежащих в плоскостях, параллельных координатным плоскостям *XOY, XOZ, YOZ.*

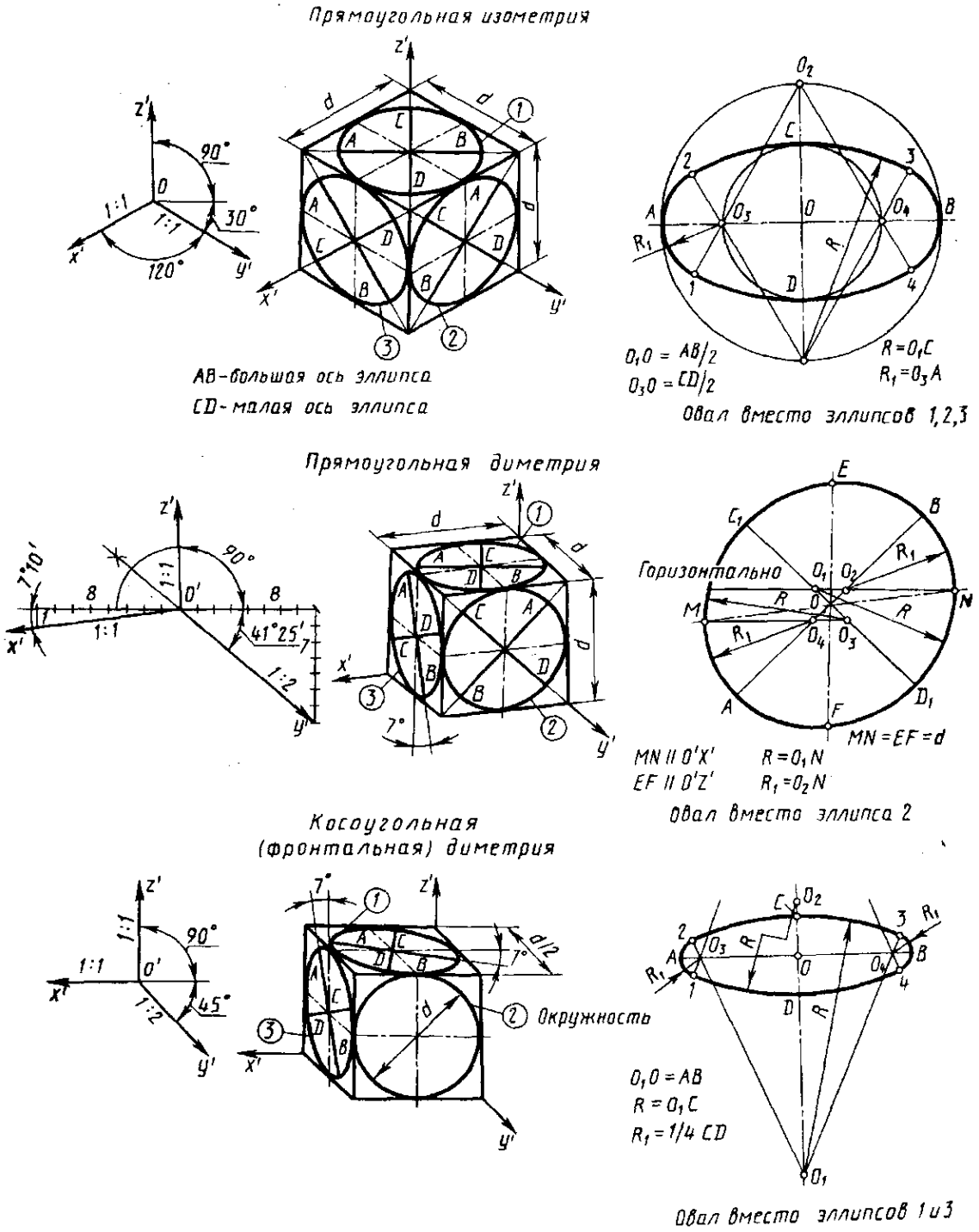


Рис. 10.

Эллипсы в целях облегчения построений обычно заменяют овалами, проведёнными из четырёх центров.

В прямоугольной изометрии для построения овалов центры O_1 и O_2 определяют размером, равным половине большой оси эллипса, а центры O_3 и O_4 – размером, равным половине малой оси. В прямоугольной и косоугольной диметрии при построении овала, заменяющего эллипсы 1 и 3, центры O_1 и O_2 располагают от точки O на расстоянии большой оси эллипса. Центры O_3 и O_4 располагают от точек

A и B большой оси эллипса на расстоянии, равном четвертой части малой оси эллипса. Центры O_1, O_2, O_3 и O_4 дуг овала, заменяющего эллипс 2 в прямоугольной диметрии, находятся в точках пересечения горизонтальных линий, проведённых из точек M и N (прямая MN параллельна оси OX), с осью овала AB и осью C_1D_1 эллипса.

Возможные варианты последовательности построения аксонометрии детали приводятся на рис 11.

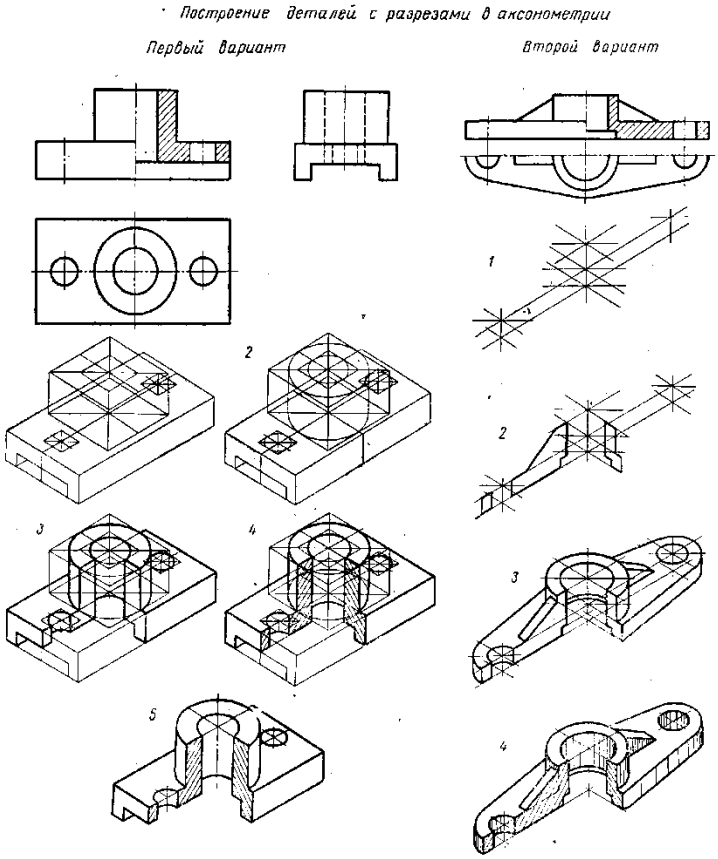


Рис. 11.

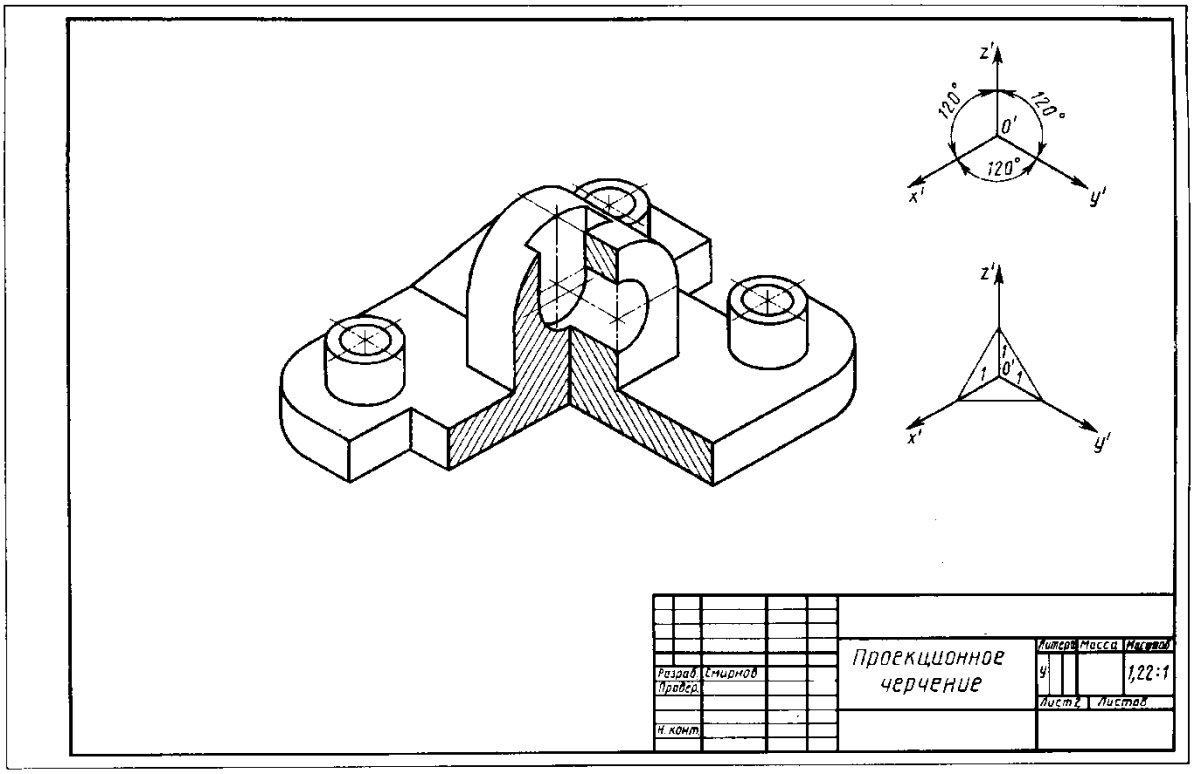


Рис. 12.

Разрезы в аксонометрии выполняют двумя (и более) секущими плоскостями. Чтобы начертить разрез детали, рекомендуется сначала построить полное её изображение, а затем наметить линии, по которым она рассекается плоскостями.

Направление линий штриховки в аксонометрии принимают параллельным диагоналям квадратов, вписанных в координатные плоскости *XOY, XOZ, YOZ.*

Раздел 3. Позиционные задачи

Гз 3 «Сечение тела плоскостью», «Пересечение поверхностей»

Цель практического занятия и Гз 3. Приобретение навыков в решении позиционных задач.

Вопросы, задачи и упражнения для подготовки к выполнению задания и самопроверки знаний

1. Какие задачи называются позиционными?
2. Проецирующие геометрические образы, их признаки и свойства.
3. Алгоритм решения позиционных задач на пересечение геометрических образов, когда один из них проецирующий.
4. Методы решения позиционных задач на пересечение геометрических образов общего положения.
5. Сущность метода преобразования одного из образов в проецирующий.

Состав Гз 3:

В **Гз 3** требуется выполнить две задачи: построить сечение поверхности плоскостью, определить натуральную величину сечения; построить линию взаимного пересечения поверхностей.

Задача 1. Выполнить построение сечения тела плоскостью:

1. Построить сечение геометрического тела плоскостью.
2. Определить натуральную величину фигуры сечения.

Исходные данные приведены в табл. 2 и на рис.13. Пример выполнения задания показан на рис. 14.

Указания к задаче 1.

Для построения проекций фигуры сечения многогранника плоскостью целесообразно преобразовать секущую плоскость в проецирующую.

На основе свойства проецирующей плоскости известно, что фигура сечения будет лежать на вырожденной проекции плоскости в месте ее пересечения с проекцией многогранника. Точки пересечения ребер многогранника с плоскостью находятся на пересечении ребер с вырожденной проекцией плоскости.

По линиям связи находим эти точки сначала на горизонтальной, а затем на фронтальной проекциях ребер многогранника. Соединив эти точки, с учетом видимости, получим проекции фигуры сечения.

Для построения натуральной величины фигуры сечения, вводим новую плоскость проекций параллельно секущей плоскости и перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций, т. Е. преобразуем плоскость фигуры в плоскость уровня.

Из имеющихся точек построения на кривой проведем линии связи перпендикулярно к новой оси проекций. По линиям связи от новой оси отложим высоты этих точек, взяв их на второй проекции. Полученные точки соединим. Построенная таким образом плоская фигура будет равна ее натуральной величине.

Таблица 2

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Угол β (град.)	45	45	60	60	75	75	90	90	120	120

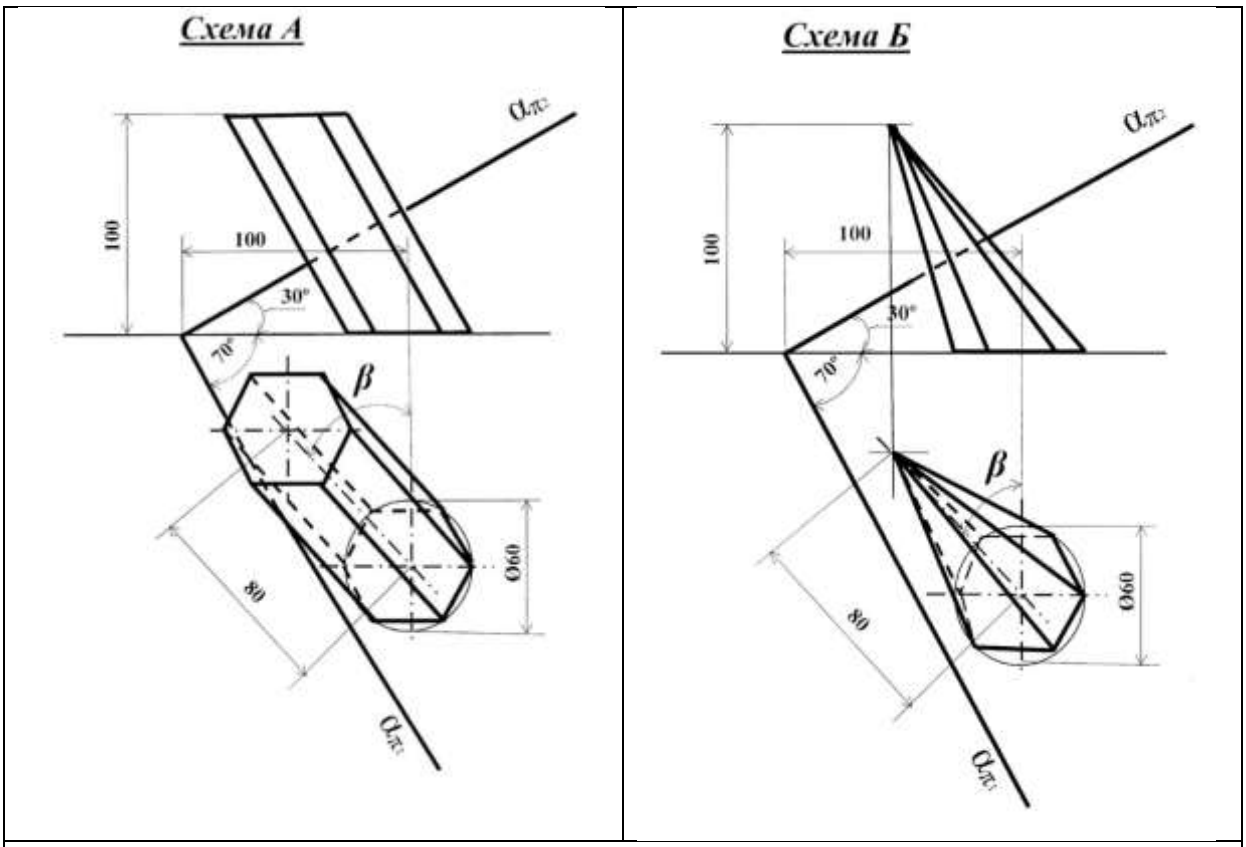


Рис. 13.

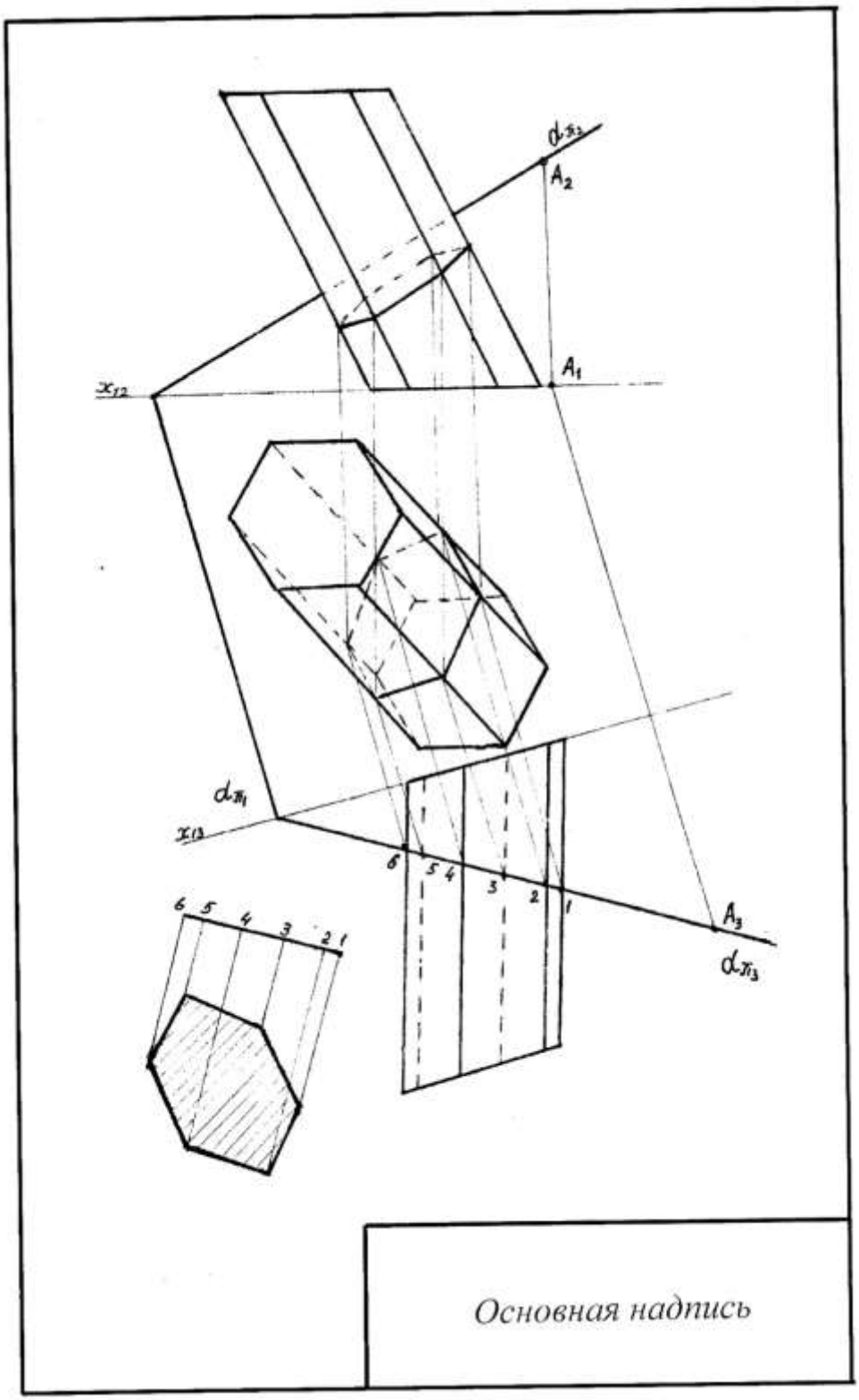


Рис. 14.

Задача 2. Выполнить построение линии взаимного пересечения поверхностей.

Исходные данные приведены на рис 15. Пример выполнения на рис. 16.

Указания к задаче 2.

Решение задачи рекомендуется выполнять в такой последовательности:

1) выбирают наиболее рациональный метод решения;

2) определяют точки пересечения очерковых образующих первой поверхности со второй, а затем второй поверхности с первой;

3) определяют наивысшую и наинизшую точки линии пересечения;

4) определяют промежуточные точки линии пересечения;

5) все найденные точки последовательно соединяют кривой линией, учитывая их видимость.

Для приведенной задачи (рис. 16) наиболее рациональным методом решения будет метод секущих плоскостей. При выборе вспомогательных секущих плоскостей необходимо помнить, что они должны пересекать обе поверхности по наиболее простым фигурам (прямым, окружностям). Для всех вариантов задания вспомогательными плоскостями могут быть выбраны плоскости уровня: для одних - горизонтальные, для других - вертикальные или те и другие. Точками пересечения поверхностей являются точки пересечения контуров фигур сечения поверхностей, лежащих в одной и той же вспомогательной секущей плоскости. Каждая секущая плоскость может определить от одной до четырёх точек линии пересечения в зависимости от характера пересекающихся поверхностей, их расположения относительно друг друга и положения самой секущей плоскости.

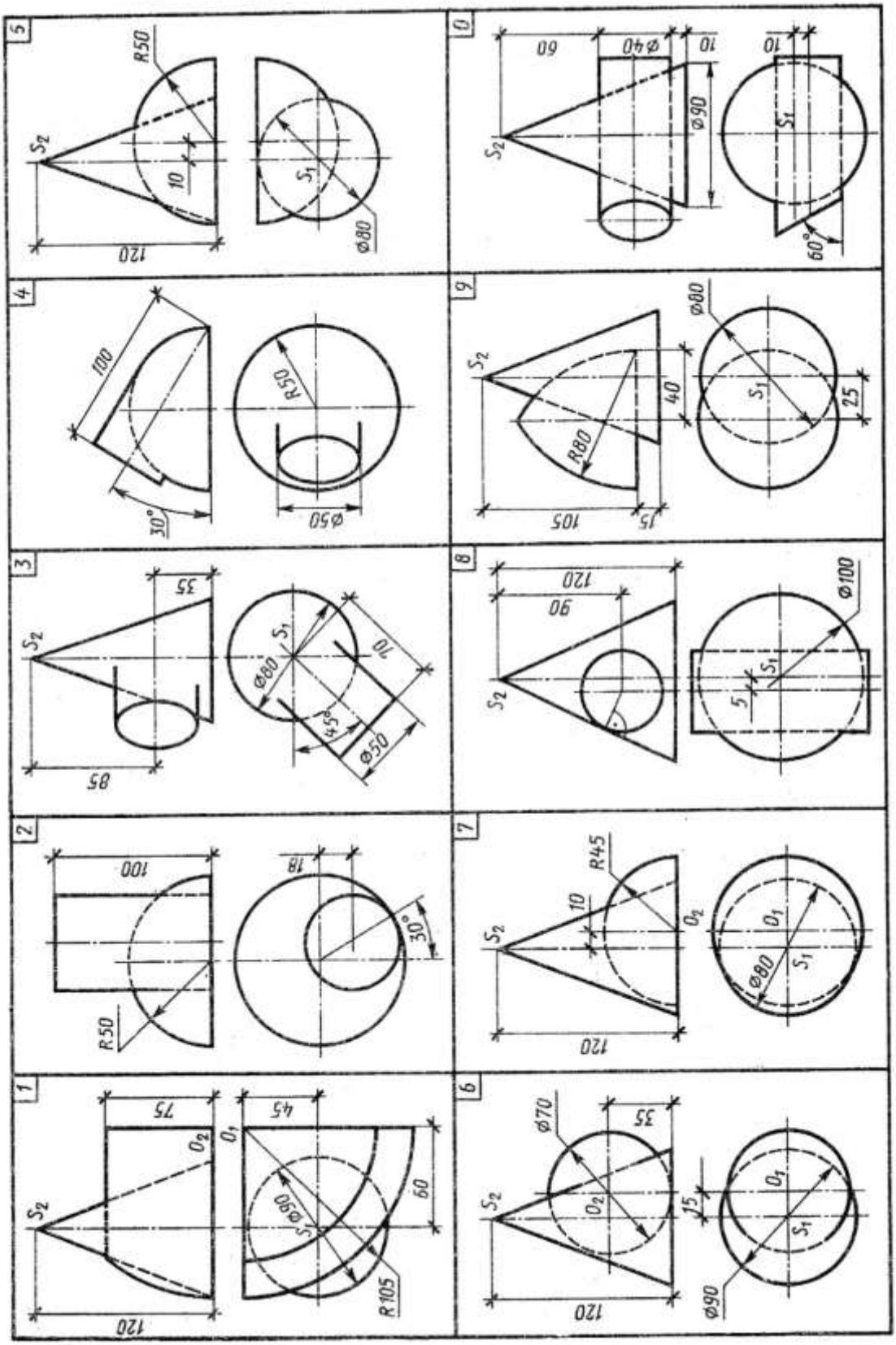

5
R50
S2
10
120
S1
ø80
0
60
ø40
10
ø90
S2
10
S1
60°
4
100
30°
R50
ø50
9
S2
ø80
40
S1
25
R80
105
15
3
35
S2
85
S1
ø80
10
45°
ø50
8
120
90
ø100
S2
S1
5
2
100
18
30°
R50
7
R45
10
S2
O2
O1
S1
ø80
120
1
75
O2
S2
120
45
O1
S1
ø80
60
R105
6
ø70
35
S2
O2
120
15
O1
S1
ø90

Рис. 15.

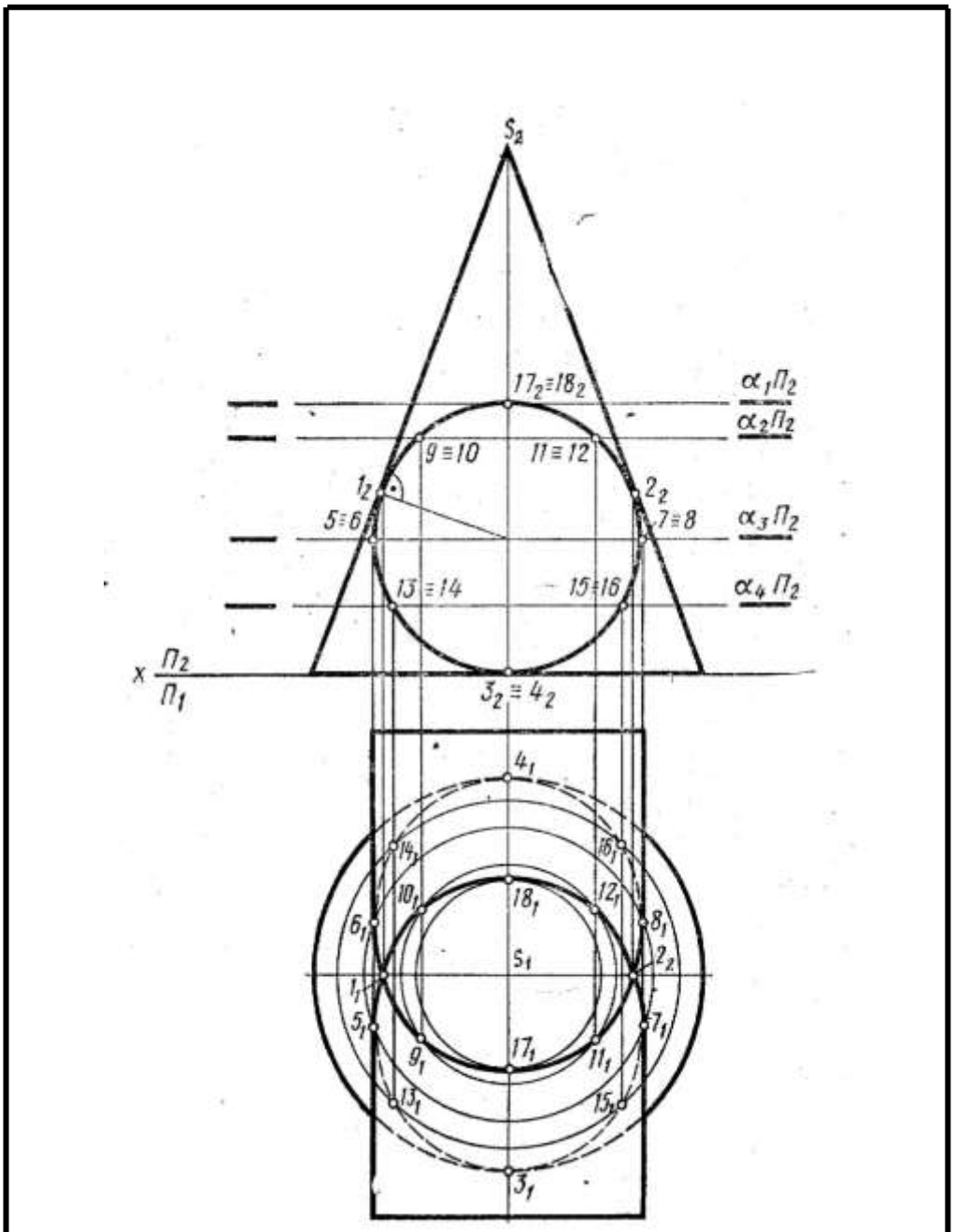

S_2
$17_2 \equiv 18_2$
$\alpha_1 \Pi_2$
$\alpha_2 \Pi_2$
$9 \equiv 10$
$11 \equiv 12$
1_2
2_2
$5 \equiv 6$
$7 \equiv 8$
$\alpha_3 \Pi_2$
$13 \equiv 14$
$15 \equiv 16$
$\alpha_4 \Pi_2$
$x \frac{\Pi_2}{\Pi_1}$
$3_2 \equiv 4_2$
4_1
14_1
16_1
10_1
18_1
12_1
6_1
8_1
S_1
2_1
1_1
5_1
7_1
9_1
17_1
11_1
13_1
15_1
3_1
Основная

Рис. 16.

Раздел 4. Тени в ортогональных проекциях

Гз 4 «Построение теней схематизированного здания в ортогональных проекциях»

Цель практического занятия и Гз 4 – изучение студентами основных правил построения теней в ортогональных проекциях. Знания, полученные при выполнении этой работы, необходимы при оформлении чертежей в курсовых и дипломной работах.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. Что такое собственная и падающая тень?
2. Где принято располагать источник света при построении теней в ортогональных проекциях?
3. Как выглядит тень прямой на параллельную ей плоскость?

Состав ГЗ 4:

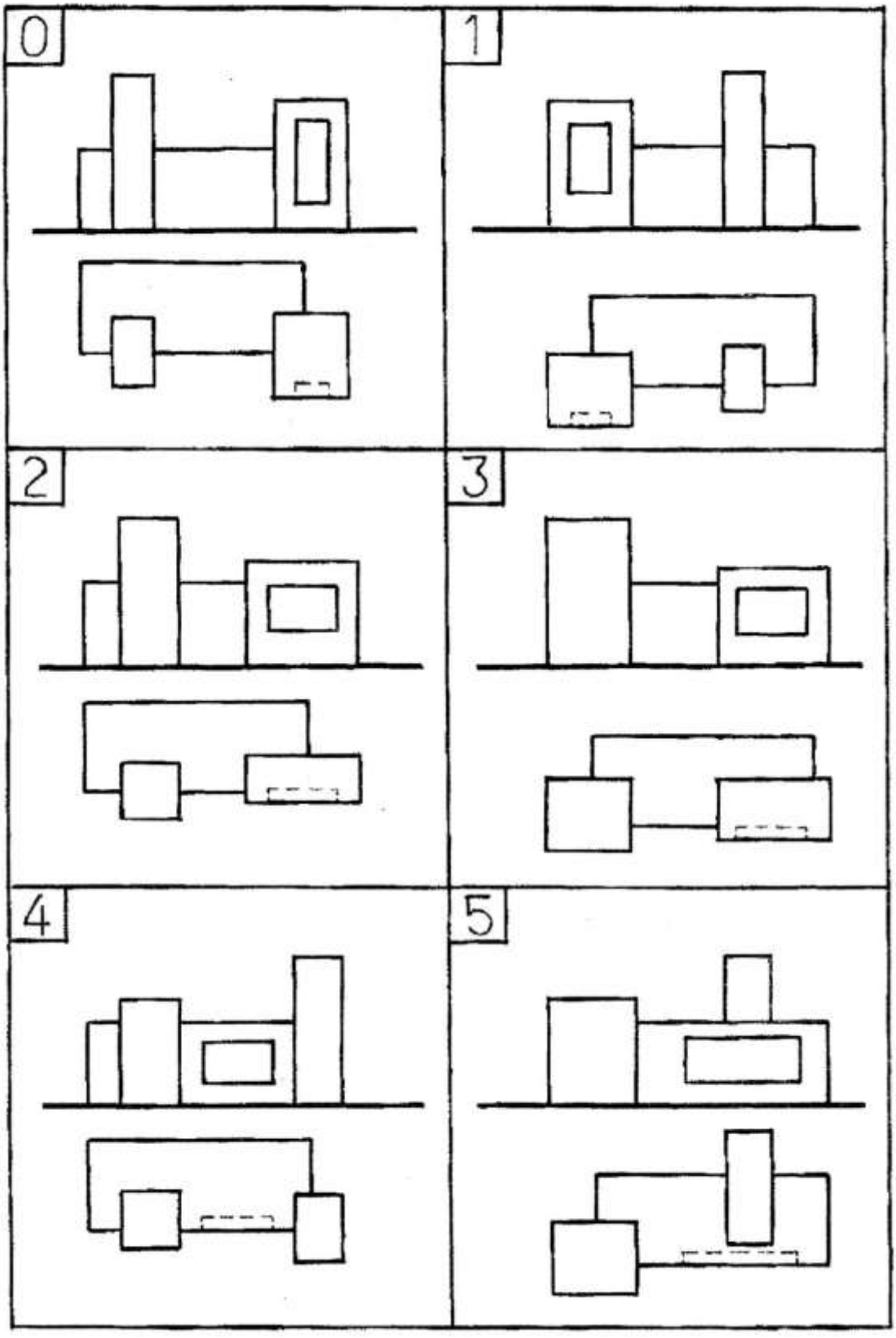
По заданным фасаду и плану, построить собственную и падающую тени сооружения. Исходные данные для вариантов задания приведены в табл. 3.

Основные сведения. Применение теней в архитектурном проектировании выявляет рельеф будущего сооружения, что позволяет более правильно оценивать пропорции (особенно глубины) отдельных элементов и в случае необходимости вносить соответствующие изменения в проект. В некоторых случаях построение теней выполняется для выявления освещенности отдельных элементов проектируемого здания или инженерного сооружения.

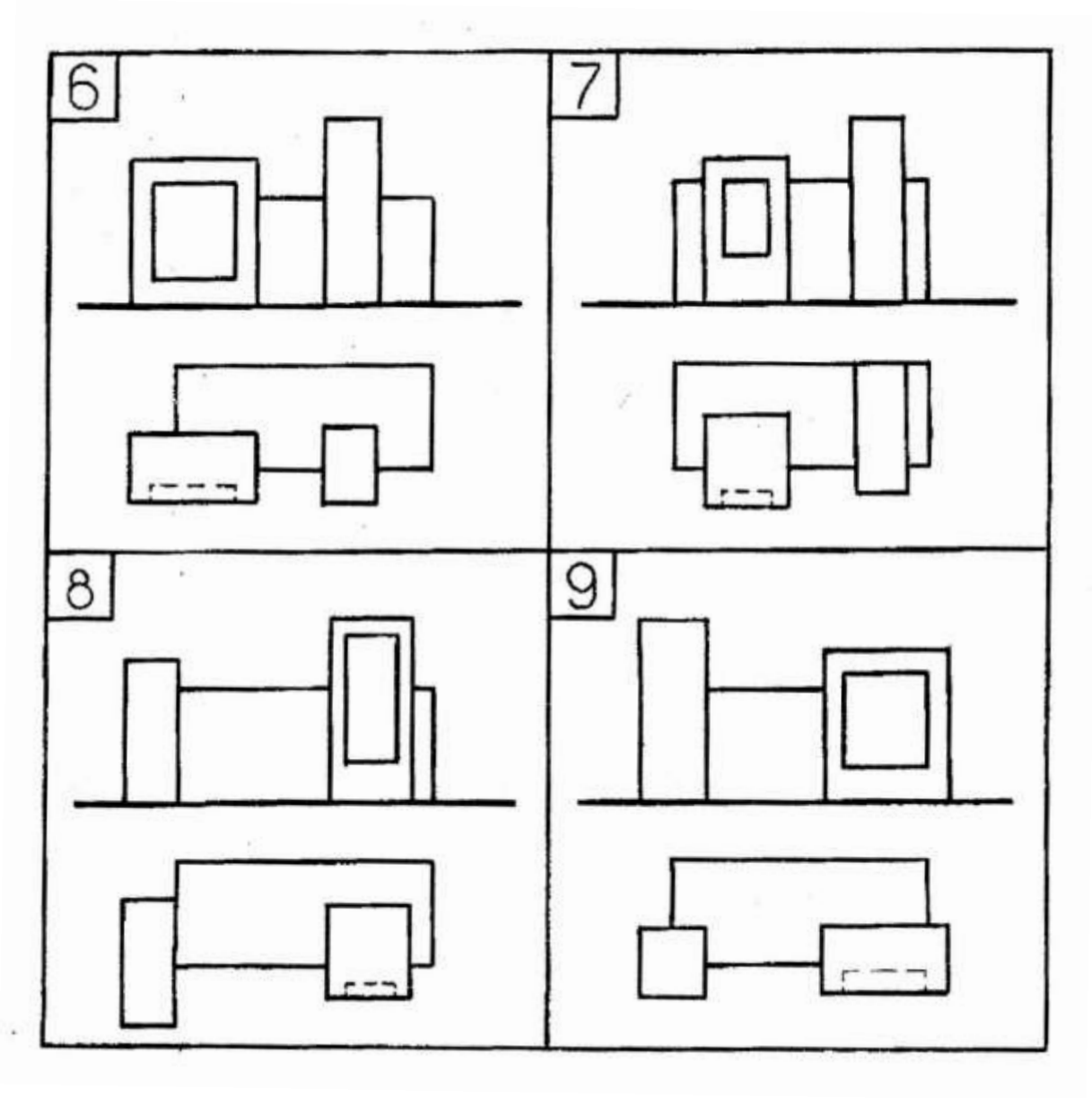
Считается, что световые лучи распространяются прямолинейно, источник света удален в бесконечность, а значит, световые лучи параллельны между собой (рис. 17).

Световые лучи, касательные к поверхности тела, образуют лучевой цилиндр. Линия касания этого цилиндра с поверхностью, которую он огибает, является границей освещённой части тела (свет) и неосвещённой части (собственная тень). Эту линию называют – контуром собственной тени.

Таблица 3



Продолжение таблицы 3



Поверхность предмета, на который падает тень, называют экраном. Неосвещаемая часть экрана, расположенная за телом, называется падающей тенью. Падающая тень представляет собой пересечение лучевого цилиндра с экраном.

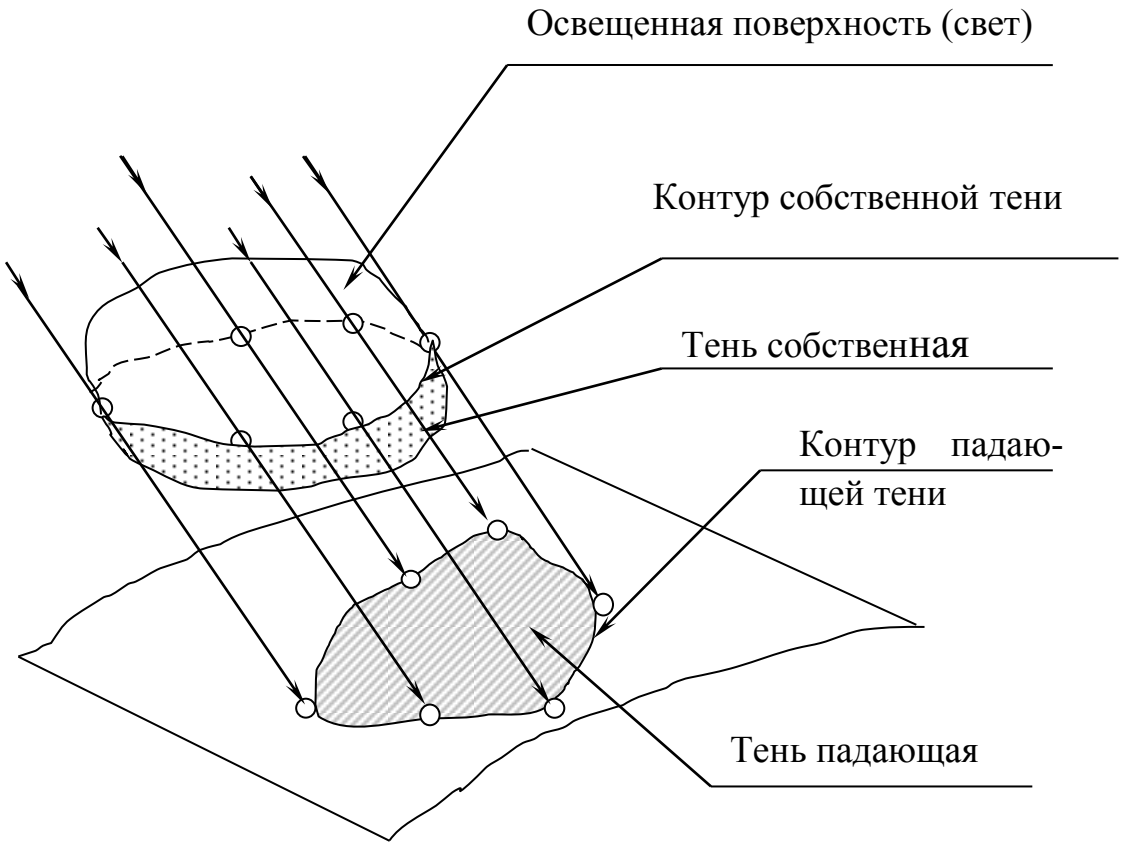
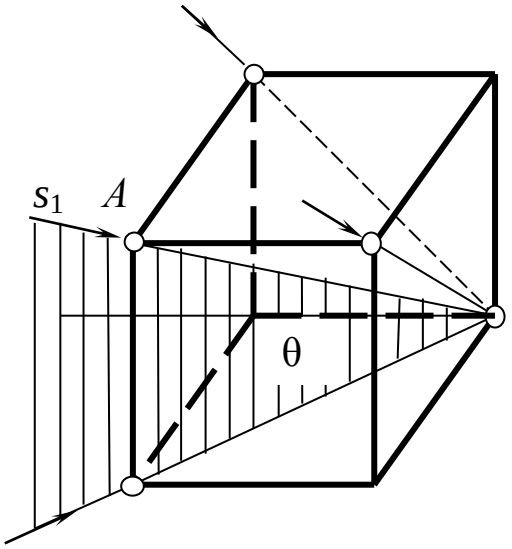


Рис. 17.

Между контурами теней собственной и падающей существует проекционная связь. Можно сказать, что тень падающая есть проекция тени собственной.

За направление светового луча принимается диагональ куба, все плоскости которого совмещены с плоскостями проекций (рис. 18). Расположение проекций светового луча на эпюре показано на рис. 19.

Пересечение светового луча, проходящего через точку, с поверхностью экрана представляет собой тень точки. Пересечение светового луча с плоскостью проекций называется следом луча. Построение тени точки способом следа светового луча показано на рис. 20. Тень точки упадет на ту плоскость проекций, которую световой луч пересечет раньше.



θ ⊥ π_1 – лучевая плоскость

Рис. 18.

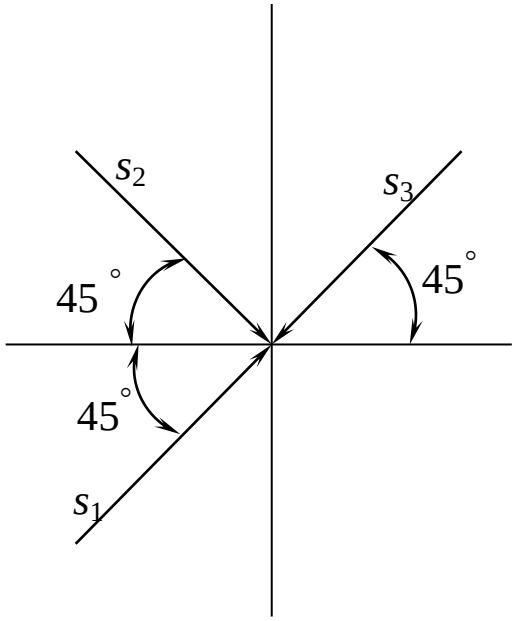
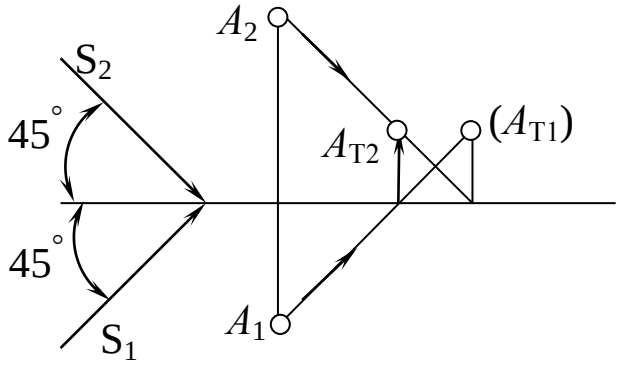


Рис. 19.



A_{T2} – действительная тень точки А

(A_{T1}) – мнимая тень точки А

Рис. 20.

В общем случае для построения тени прямой, падающей на какую-либо поверхность, необходимо построить тени двух её точек, падающие на эту поверхность, и соединить их. Однако не всегда тень прямой падает только на одну поверхность. В таком случае тень прямой рекомендуется строить по следующему плану (рис. 21):

1. Строится тень отрезка прямой на одну из плоскостей проекций A_{T2} (B_{T2}).

2. Если тень отрезка пересекает ось проекций, отмечают точку преломления тени K_{12}.

3. Строится действительная тень того конца прямой, тень которого оказалась мнимой, и соединяется с точкой преломления тени, принадлежащей одновременно двум плоскостям проекций.

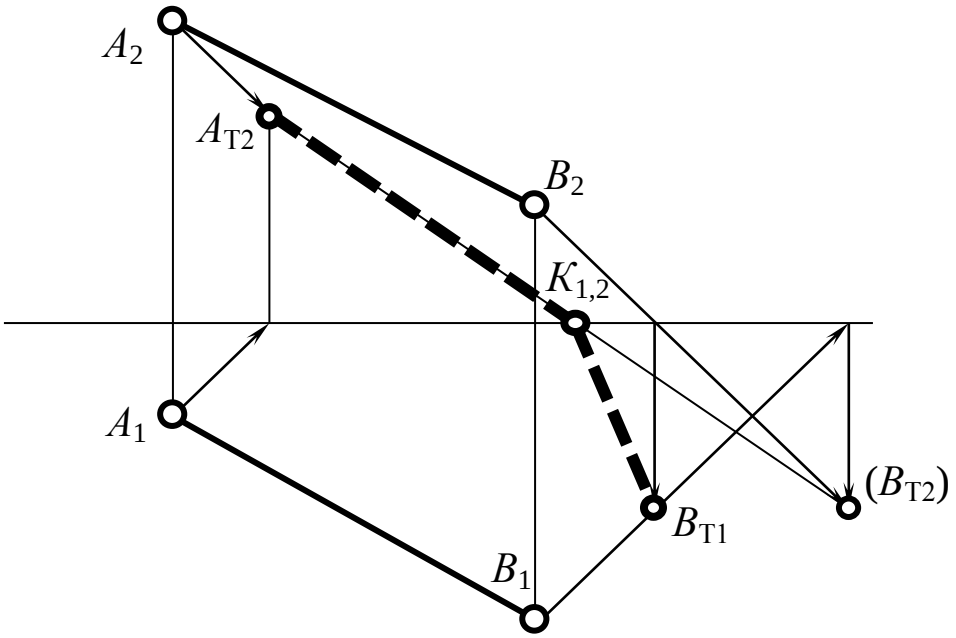


Рис. 21.

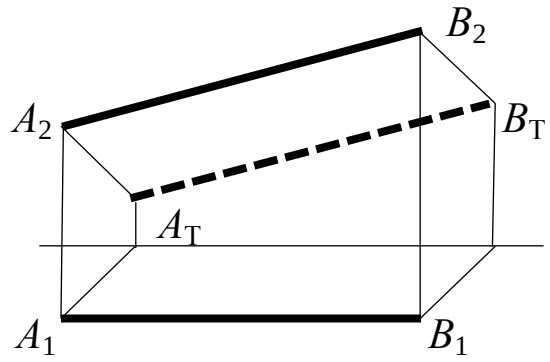
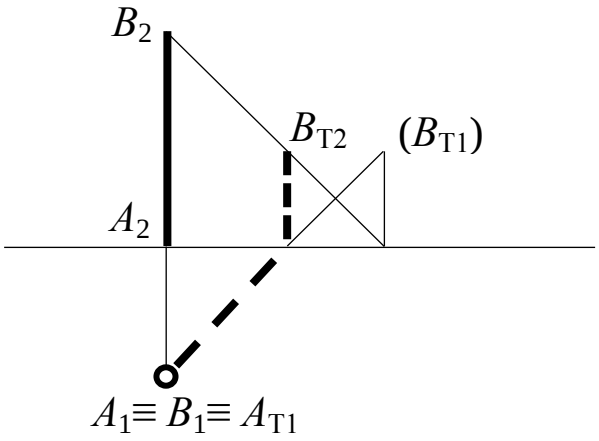
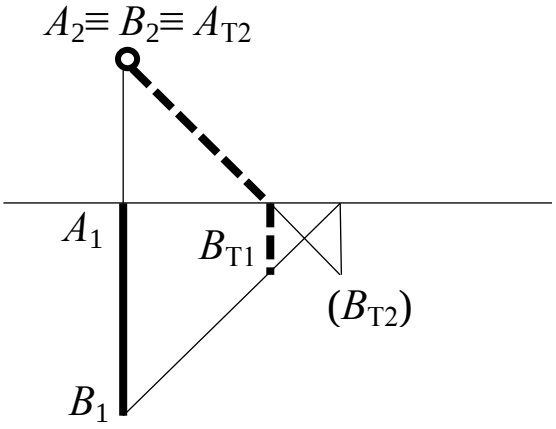
Часто объекты, тени которых приходится строить, содержат прямые частного положения (параллельные или перпендикулярные какой-либо плоскости проекций). Примеры построения теней прямых частного положения приведены в табл. 4. Данные, приведенные в ней, целесообразно использовать при построении падающих теней, выявив предварительно положения отрезков прямых, ограничивающих контур собственной тени сооружение.

При построении теней рекомендуется следующая последовательность:

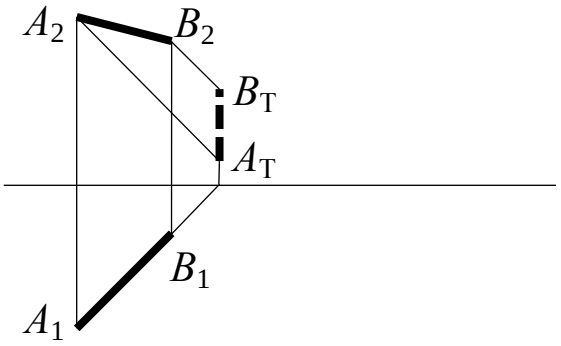
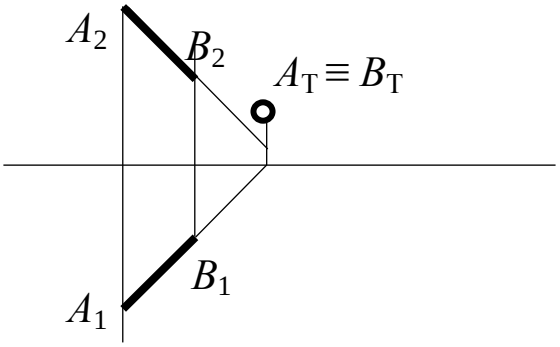
1. Определяются границы контура собственной тени сооружения.

2. Строятся контуры падающей тени.

Таблица 4

	Тень от отрезка прямой на параллельную ему плоскости, равна и параллельна самому отрезку.
	Тень от вертикальной (горизонтально проецирующей) прямой на горизонтальной плоскости совпадает с направлением проекции светового луча на эту плоскость, а на фронтальной плоскости параллельна самой прямой.
	Тень от фронтально проецирующей прямой на фронтальной плоскости совпадает с направлением проекции светового луча на эту плоскость, а на горизонтальной плоскости параллельна самой прямой.

Продолжение таблицы 4

	Тень отрезка прямой, лежащего в лучевой плоскости, на фронтальной плоскости совпадает со следом лучевой плоскости.
	Тень прямой, совпадающей с направлением светового луча, вырождается в точку.

В приведённом на рис. 22 примере не освещены солнцем только плоскость основания сооружения и вертикальные грани $AA'BB'$, $BB'EE'$, $CC'DD'$. Рёбра названных граней образуют контур собственной тени.

Все линии, ограничивающие сооружение, либо перпендикулярны, либо параллельны к плоскостям проекций.

Тени всех вертикальных отрезков прямых на любую горизонтальную плоскость (плоскость земли) совпадают с направлением светового луча.

Тени всех горизонтально расположенных отрезков на горизонтальную плоскость будут равны и параллельны самим отрезкам.

Достаточно способом следа светового луча построить тени точек *A* и *E*, падающие на горизонтальную плоскость земли, а через них пройдут тени отрезков, параллельных плоскости земли (*AB* и *ED*) и перпендикулярных этой плоскости (AA', EE'). Тени отрезков *DC* и *BM* параллельных плоскости земли, пересекаясь, завершат контур тени, падающей от сооружения на землю.

Часть тени от правой стены высокой части здания падает на переднюю стену и кровлю пристройки. Построения таких теней видны на рис. 24.

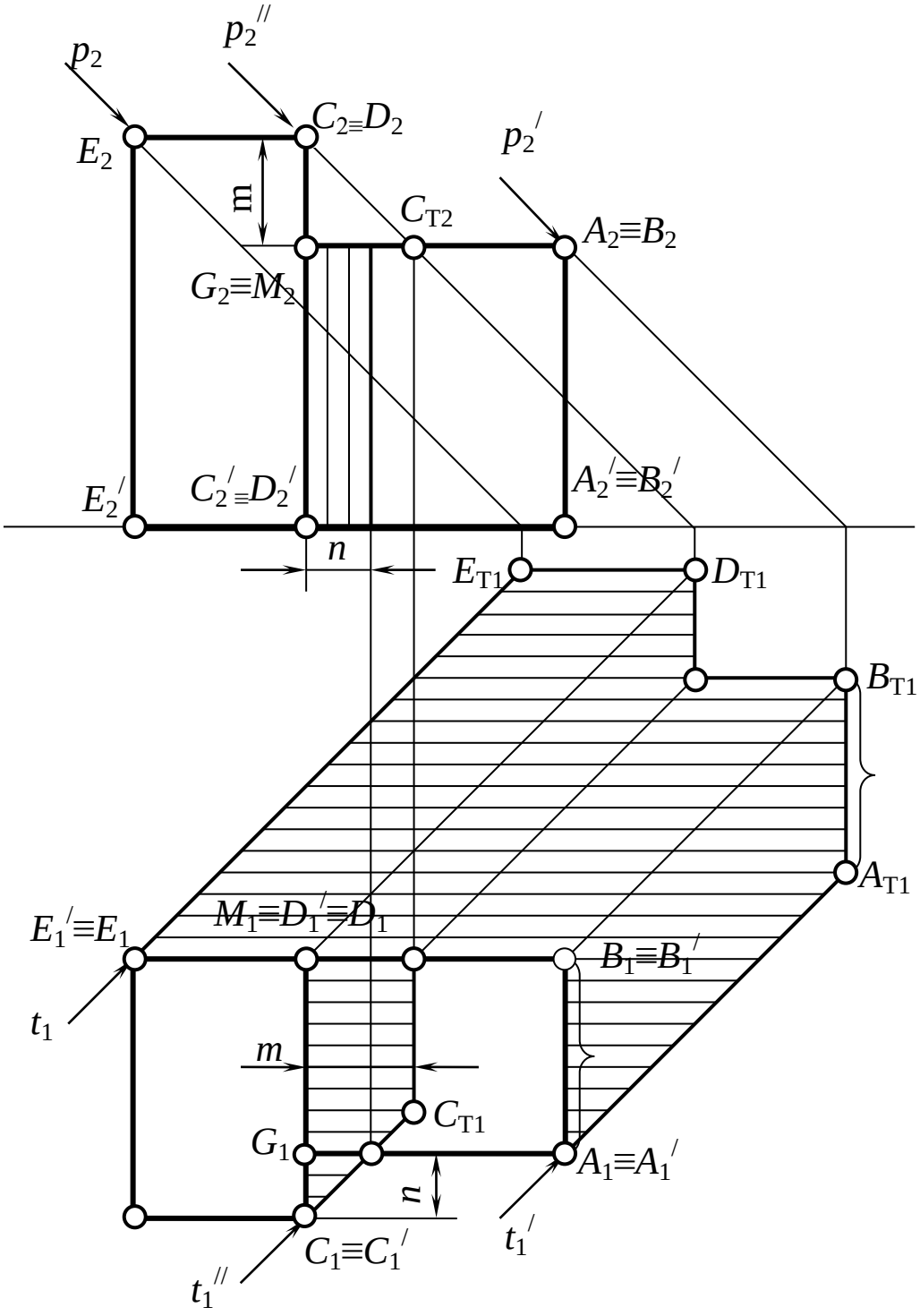


Рис. 22.

Тени прямых, перпендикулярных горизонтальной плоскости, можно рассматривать как следы лучевых плоскостей от горизонтально-проецирующих t, $t^{/}$, $t^{//}$ на плоскостях кровли и земли.

Тени прямых, перпендикулярных фронтальной плоскости – следы фронтально-проецирующих лучевых плоскостей от p, $p^{/}$, $p^{//}$ на плоскостях стен здания.

Указания по выполнению задания. Задание выполняется на листе формата А3, расположенного вертикально. Для более удачной компоновки чертежа, рекомендуется расположить заданный фасад и план сооружения, как показано на рис. 23.

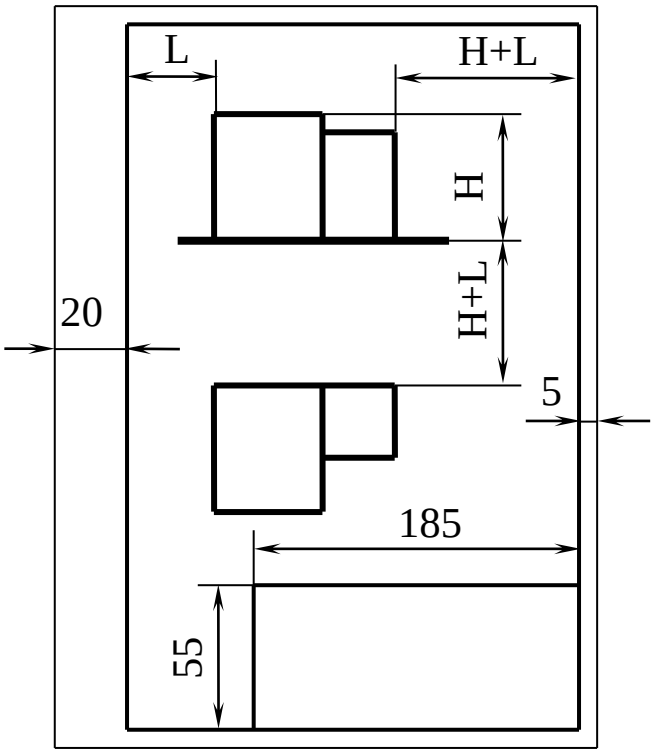


Рис. 23.

На лист план и фасад стилизованного здания перечерчивают с увеличением примерно в два-пять раз.

Задание выполняется в карандаше, с последующей отмывкой акварелью. При окрашивании сооружения цветом тёплых тонов, тени окрашиваются только серым цветом. Нужно помнить, что падающие тени всегда более темные, чем собственные. При

раскрашивании чертежа акварельными красками следует придерживаться следующего порядка.

Акварельную краску соответствующего цвета (смеси цветов) разводят до очень бледной консистенции. Густо разведенный раствор будет образовывать пятна и полосы на раскрашиваемой поверхности. Раствор следует профильтровать через несколько слоев марли или дать ему отстояться 30-40 минут, а потом слить верхний слой. Полученный таким образом красящий раствор готов для работы.

Подготовленный к раскраске чертеж прикрепляют к чертежной доске. Чертежной доске для стекания краски придают наклон в 30-40°. Площадь, подлежащую раскраске, обильно смачивают чистой водой, сделанным из ваты тампоном. Раскраску можно начинать только после исчезновения глянца воды с поверхности бумаги. Обильно напитав краской кисть, окрашивание начинают с верхнего левого угла. Концом кисти делают плавное движение вправо по контуру раскрашиваемой площади. Дойдя до правой границы, плавными неторопливыми движениями конца кисти сгоняют образовавшийся из красящего раствора валик сверху вниз. При недостатке краски в валике ее постоянно дополняют кистью. Достигнув нижней границы контура окрашиваемой поверхности, излишек краски удаляют отжатой кистью.

Пример выполненного задания показан на рис. 24.

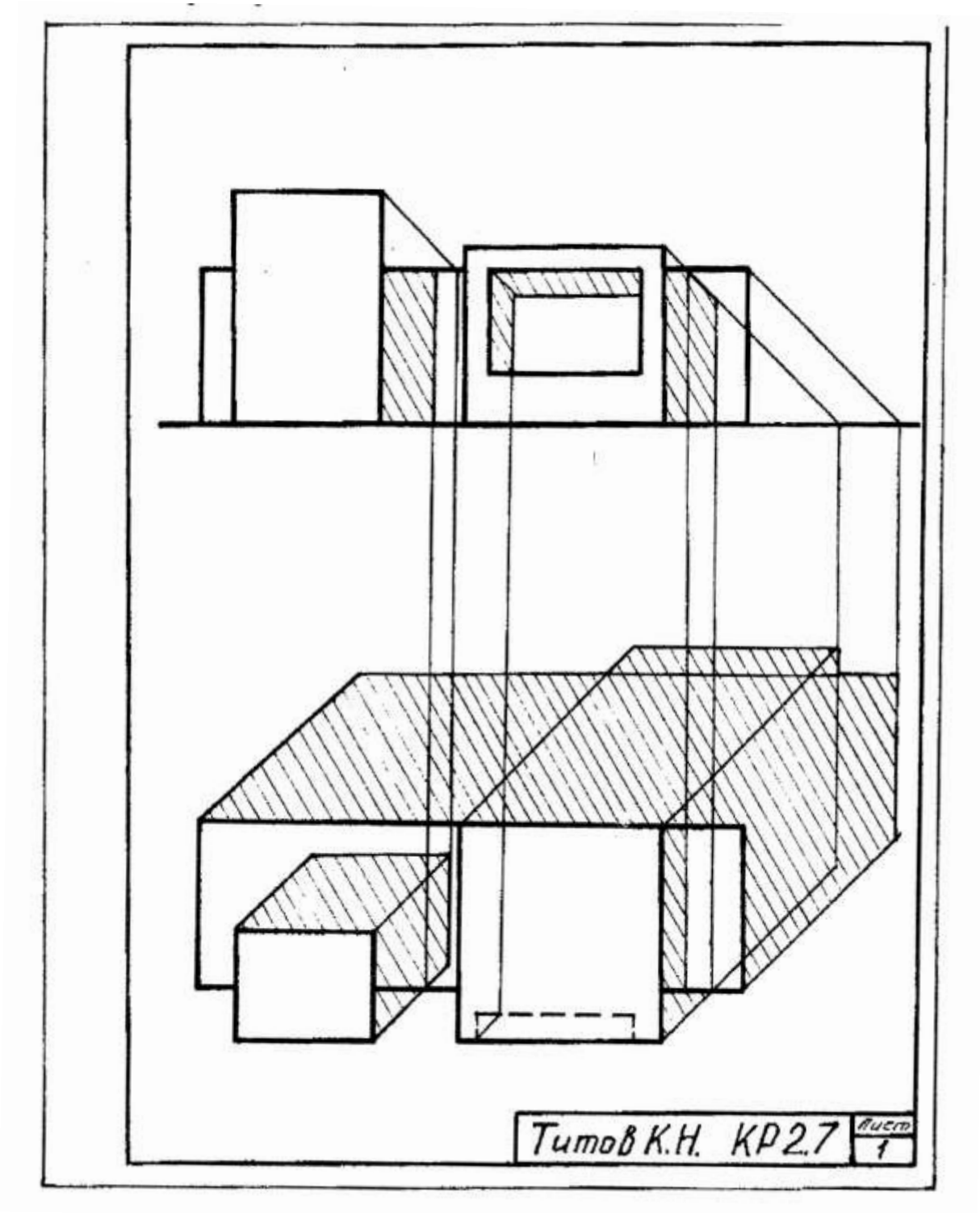


Рис. 24.

Раздел 5. Перспектива

Гз 5 «Построение перспективы схематизированного здания, теней в перспективе»

Цель практического занятия и Гз 5 – изучение студентами основных правил построения перспективных проекций, приобретение навыков построения перспективы сооружений и теней в перспективе.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. Что называют перспективой?
2. Что такое картинная плоскость?
3. Что называют плоскостью оснований или предметной плоскостью?
4. Что называют плоскостью горизонта, линией горизонта?
5. Что называют линией основания картины?
6. Что называют точкой схода прямых?
7. Что называют картинным следом прямой?
8. Как выглядит перспектива параллельных прямых?
9. «Метод архитекторов», особенности этого метода построения перспективы зданий.
10. Где предпочтительнее располагать источник света в перспективе?

Состав Гз 5:

По заданным фасаду и плану здания построить его перспективу; построить тени в перспективе.

Исходные данные для вариантов задания приведены в табл. 3 задания **Гз 4**. Пример выполнения на рис. 29.

Основные сведения. Перспективой называется геометрическая модель, образованная центральным проецированием фигуры-оригинала и удовлетворяющая определенным условиям, учитывающим особенности зрительного восприятия.

Перспектива широко применяется в архитектуре и инженерно-строительном деле. По перспективе можно правильно судить о внешнем облике, о пропорциях и соотношении объемов и отдельных элементов, об ожидаемом зрительном восприятии человеком проектируемого объекта. Выявленные с помощью пер-

спективы композиционные недостатки могут быть устранены в процессе проектирования.

Построение перспективы стилизованного здания способом архитекторов. Для того чтобы получить удачное перспективное изображение здания, при выборе проекционного аппарата следует руководствоваться следующими рекомендациями.

Угол между проецирующими лучами, направленными в крайние точки плана здания – угол зрения φ следует брать в пределах от 18 до 53°. Оптимальное значение угла зрения φ ≈ 30°.

Выбирать положение картинной плоскости К таким образом, чтобы:

- главная точка Р оказалась в пределах средней трети угла зрения φ;

- горизонтальный след картинной плоскости (К) с одной из сторон плана (чаще всего с главным фасадом) составлял бы угол от 25 до 30°. При этом боковой фасад получит сильное перспективное сокращение, и изображение в целом получится более выразительным;

- картинную плоскость целесообразно совместить с одним из ребер здания, которое на перспективной проекции изобразиться в истинную величину.

Высоту горизонта обычно выбирают на уровне глаз человека, стоящего на земле, т. е. Н = 1,5÷2,0 м.

Рекомендуемая последовательность построения перспективы здания:

1. Определяют доминирующие направления параллельных прямых в плане I и II. Направление I выбирают параллельно прямым 1-8, 3-5. Направление II выбирается параллельно прямым 1-3, 7-4.

2. Строят точки схода $F_л$ и $F_п$ параллельных горизонтальных прямых доминирующих направлений. Для этого через горизонтальную проекцию точки зрения S_1 проводят линии параллельные прямым I и II. При пересечении этих линий с горизонтальным следом картинной плоскости K получают соответственно точки схода прямых $F_л$ и $F_п$.

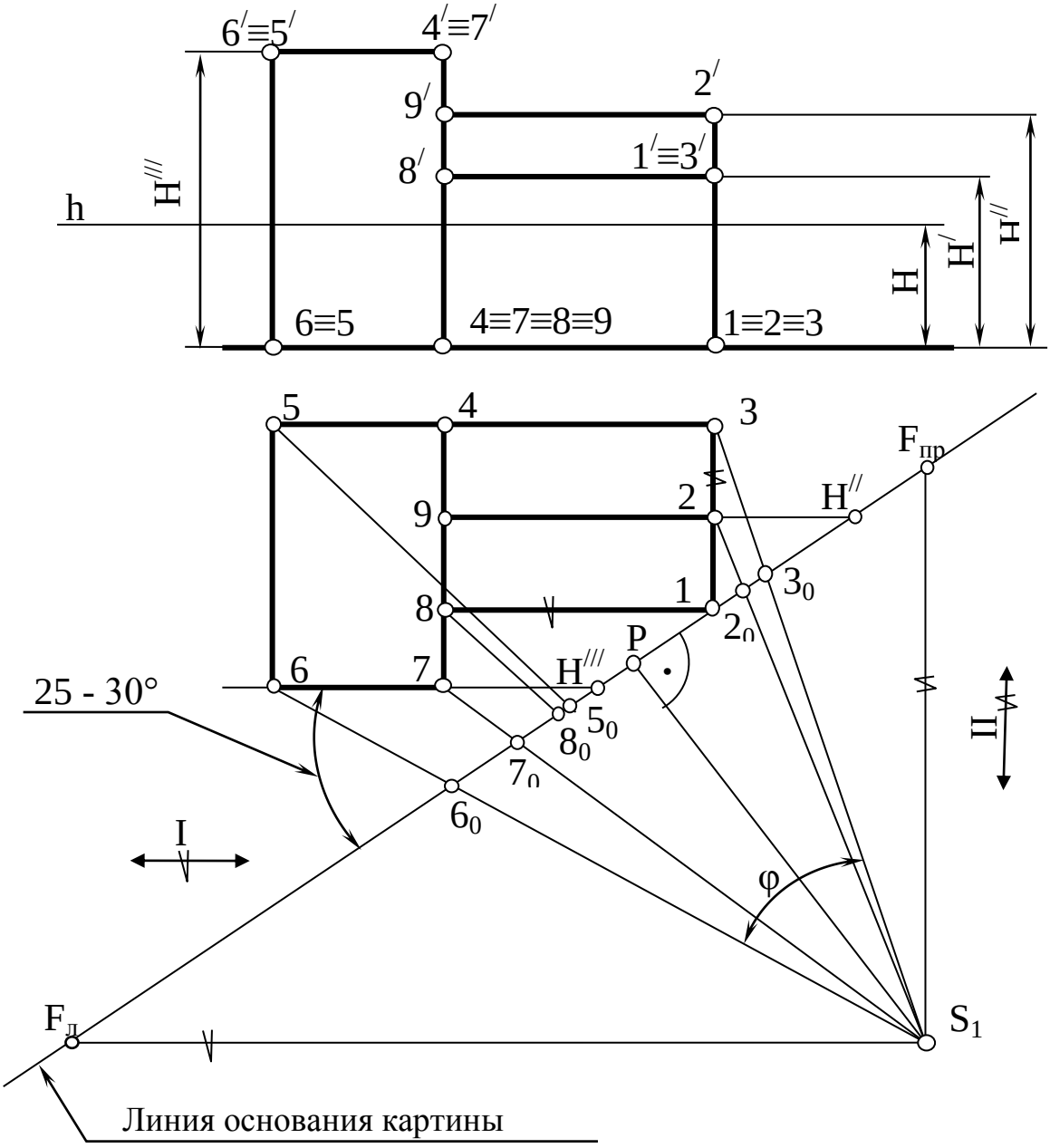


Рис. 25.

3. На ортогональном чертеже (рис. 2.) отмечают узловые точки плана сооружения 1, 2…9.

4. На чистое пространство листа наносят линию основания картины *O* - *O*, линию горизонта *h*, на расстоянии *H* от *O* – *O*. На линии горизонта *h* отмечают точки $F_л$ и $F_п$ и главную точку картины *P* (рис. 26.).

Все размеры, взятые с ортогонального чертежа, следует увеличивать в 2-3 раза. В противном случае перспективное изображение получится очень мелким.

Начинать построение необходимо с точки 1, лежащей в плоскости картины К, а значит, на ее основании. Через эту точку пройдут перспективы горизонтальных линий 1-3 и 1-8, направленные в соответствующие точки схода.

Через точку 3 проводят проецирующую лучевую плоскость, пересекающую основание картины в точке 3_0 (см. рис. 25). Точку 3_0 наносят в основание картины (см. рис. 26). Замеры лучше вести от главной точки картины *P*.

Через точку 3_0 проводят вертикальную линию пересечения лучевой плоскости с плоскостью картины. На ней будет располагаться перспектива точки 3. Дальнейшие построения точек 5, 6, 7 будут повторять уже описанные. Точки 4, 8 находят как точки пересечения перспектив построенных линий.

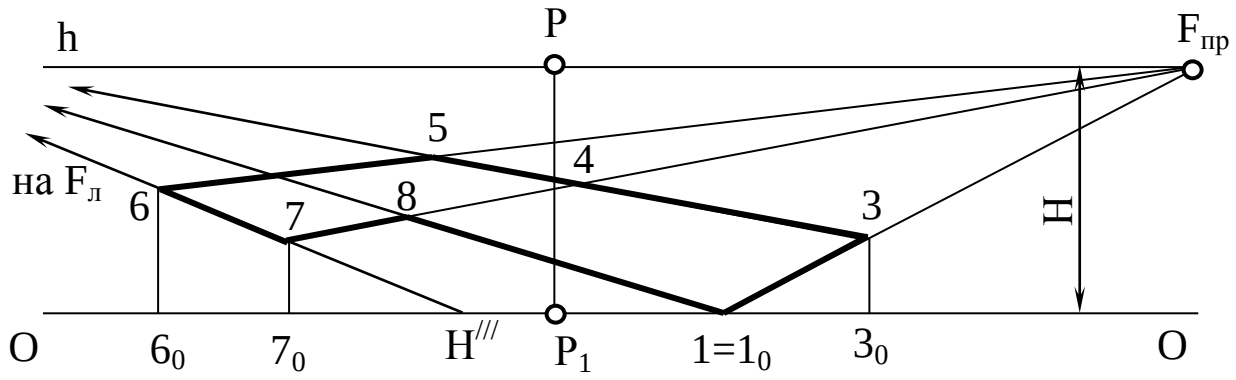


Рис. 26.

Все линии, формирующие сооружение по высоте, располагаются в перспективе вертикально, как и в натуре. Без искажения проецируется вертикаль $1\text{-}1^{/}$, принадлежащая картинной плоскости. С нее и нужно начать построения (рис. 27).

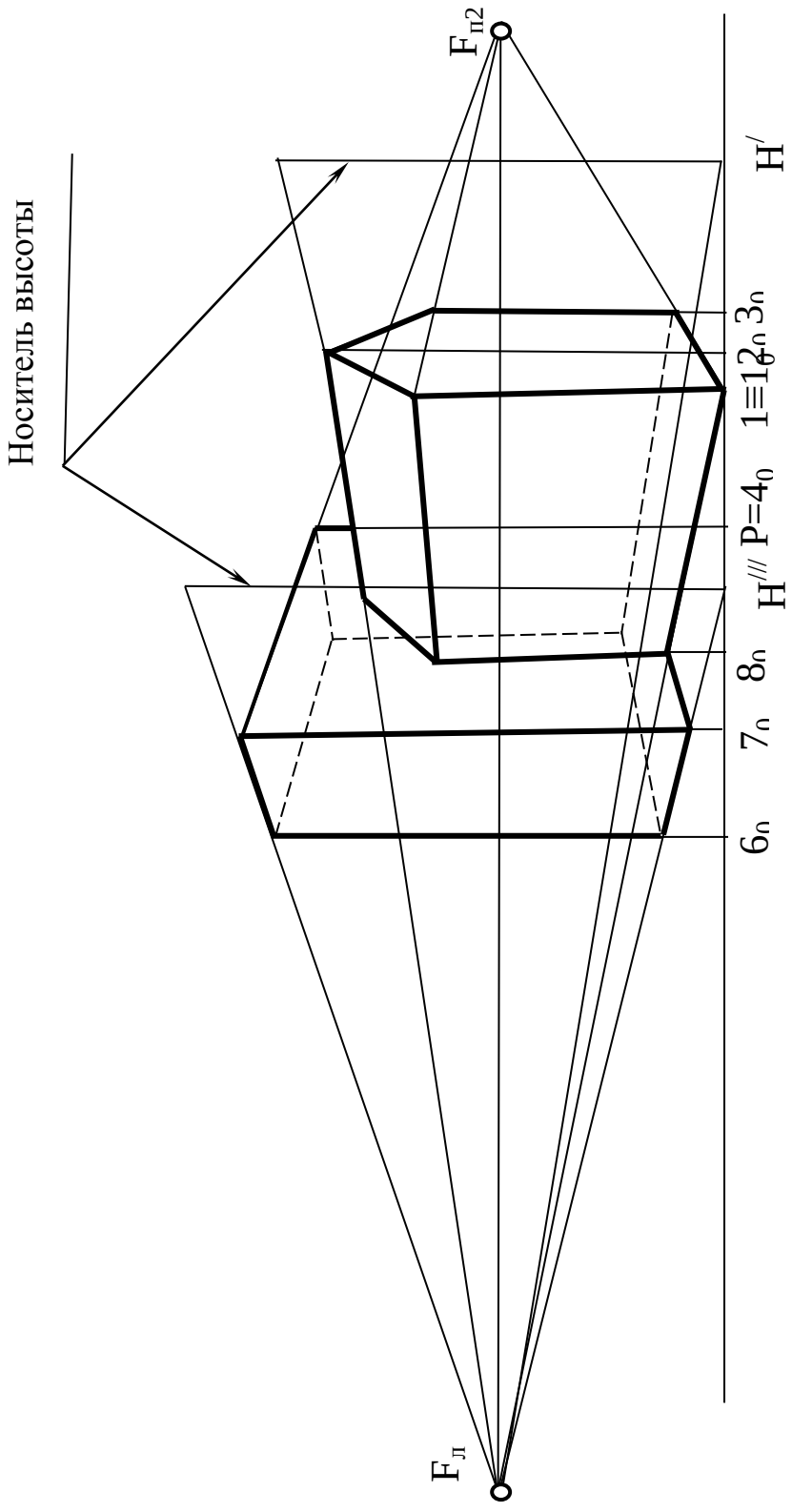


Рис. 27.

Чтобы построить линию конька $2^{/}$-$9^{/}$ нужно отложить высоту конька $H^{//}$ на носителе перспективного изображения, проходящего через точку $H^{//}$ в основании картины (см. рис. 25, 27). Носитель высоты конька – это линия пересечения проецирующей плоскости, проходящей через конек, с плоскостью картины (см. см. рис. 25, 27). На носителе откладывают высоту конька $H^{//}$. Высоту стены $6^{/}$-$7^{/}$ откладывают на своем носителе высоты $H^{///}$. Для построения точек верхнего контура сооружения ($3^{/}$, $4^{/}$ и т.д.), проводят из полученных точек $1^{/}$, $2^{/}$, $6^{/}$, $7^{/}$ прямые в $F_л$ и $F_п$. На их пересечении с вертикальными линиями связи получим искомые точки.

Тени в перспективе. Чтобы перспективные изображения стали еще более наглядными и выразительными, их дополняют собственными и падающими тенями.

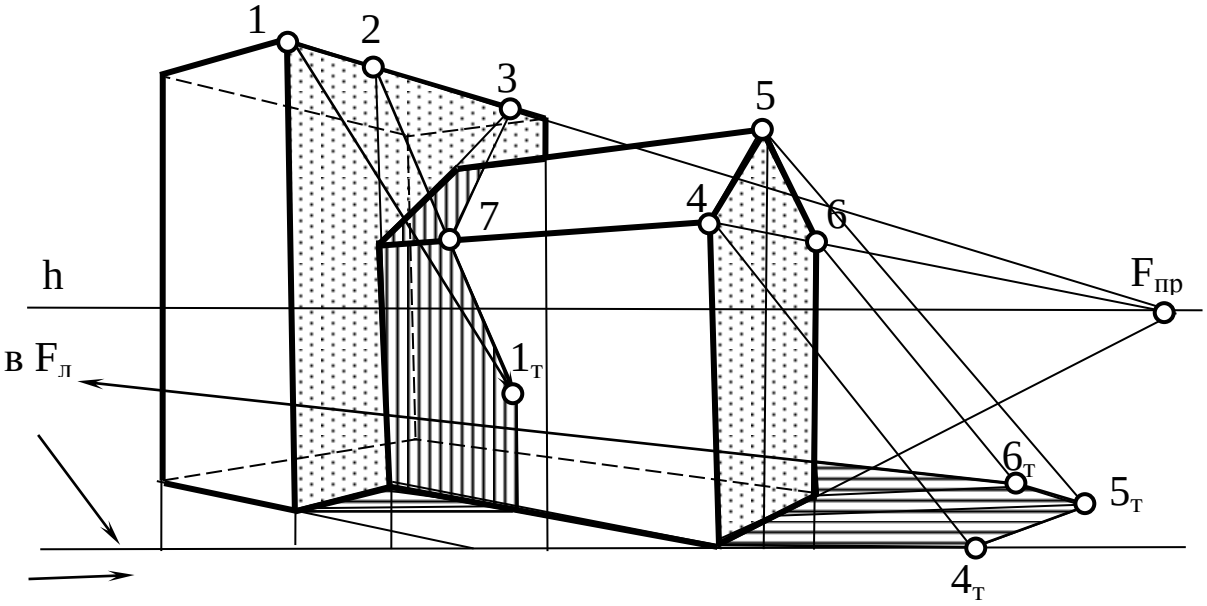


Рис. 28.

Тени строятся обычно при солнечном освещении. Источник света располагают в бесконечности, он может занимать различные положения по отношению к наблюдателю, но всегда – выше линии горизонта. Положение источника света, наиболее часто применяемое для построения теней перспективы зданий, соответствует расположению солнца в нейтральной плоскости, слева (или справа) от наблюдателя. В этом случае вторичная проекция

луча параллельна основанию картины, направление луча выбирается исполнителем так, чтобы тень хорошо разместилась на чертеже (чаще под углом 45° к линии горизонта). Построение теней стилизованного здания приведено на рис. 28.

Указания по выполнению задания. Исходные данные, как и для построения теней в ортогональных проекциях, приведены в табл. 3 задания **Гз 4.**

На отдельный лист перечерчивают с некоторым увеличением план и фасад стилизованного здания. На этом листе размещают проекционный аппарат перспективы. Можно использовать копию с предыдущего задания на кальке и на ней выполнять построения, связанные с определением проекционного аппарата. Кальку или лист, на которых будут выполнены построения, следует приложить к контрольной работе.

Задание выполняется в карандаше, с последующей отмывкой акварелью. Окраску следует выполнять с учетом ранее рекомендаций данных.

Пример выполнения задания приведён на рис. 29.

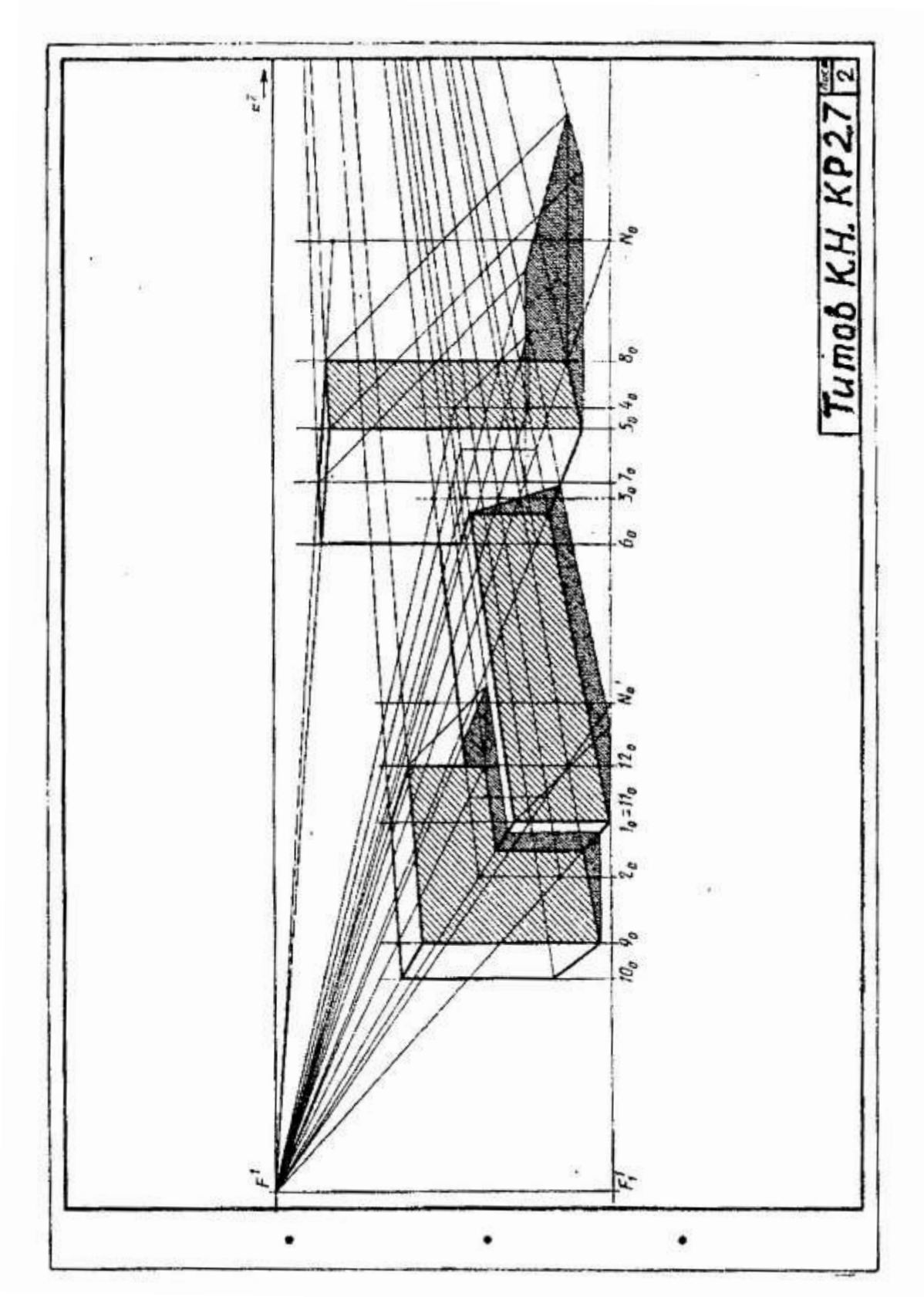

Титов К.Н. КР27
Лист 2
ε'
N₀
8₀
5₀ 4₀
3₀ 7₀
6₀
N₀'
12₀
1₀=11₀
2₀
9₀
10₀
F'
F₁'

Рис. 29.

Раздел 6. Проекции с числовыми отметками

Гз 6 «Определение границ земляных работ»

Цель практического занятия и Гз 6 – решение задач, связанных с определением границ земляных работ при строительстве сооружений и построением профиля земляного сооружения.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. В чём сущность проекций с числовыми отметками?
2. Что называют уклоном и интервалом прямой?
3. Что такое градуирование прямой?
4. Что понимают под масштабом уклона плоскости?
5. Как расположены горизонтали плоскости по отношению к масштабу уклонов?
6. Как построить линию пересечения двух плоскостей в проекциях с числовыми отметками?
7. Как определить точку пересечения прямой с плоскостью в проекциях с числовыми отметками?
8. Что понимают под горизонталями поверхности?
9. Как строится линия пересечения плоскости с топографической поверхностью?
10. Что называют профилем топографической поверхности?

Состав Гз 6:

Построить линии пересечения откосов выемок и насыпей земляного сооружения между собой и с топографической поверхностью, приняв уклон откоса выемок 1:1, уклон откоса насыпей 1:1,5 и уклон дороги 1:6.

Построить профиль (сечение) земляного сооружения по линии *ЕЕ*.

Исходные данные для вариантов задания приведены на рис. 30, 31 и в табл. 5. Пример выполнения на рис. 32.

Таблица 5

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип сооружения	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б
Отклонение от оси меридиана	С	СЗ	С	С	СВ	СЗ	ЮЗ	СЗ	СЗ	ЮВ
На угол, град.	0	15	0	0	15	30	15	30	30	15

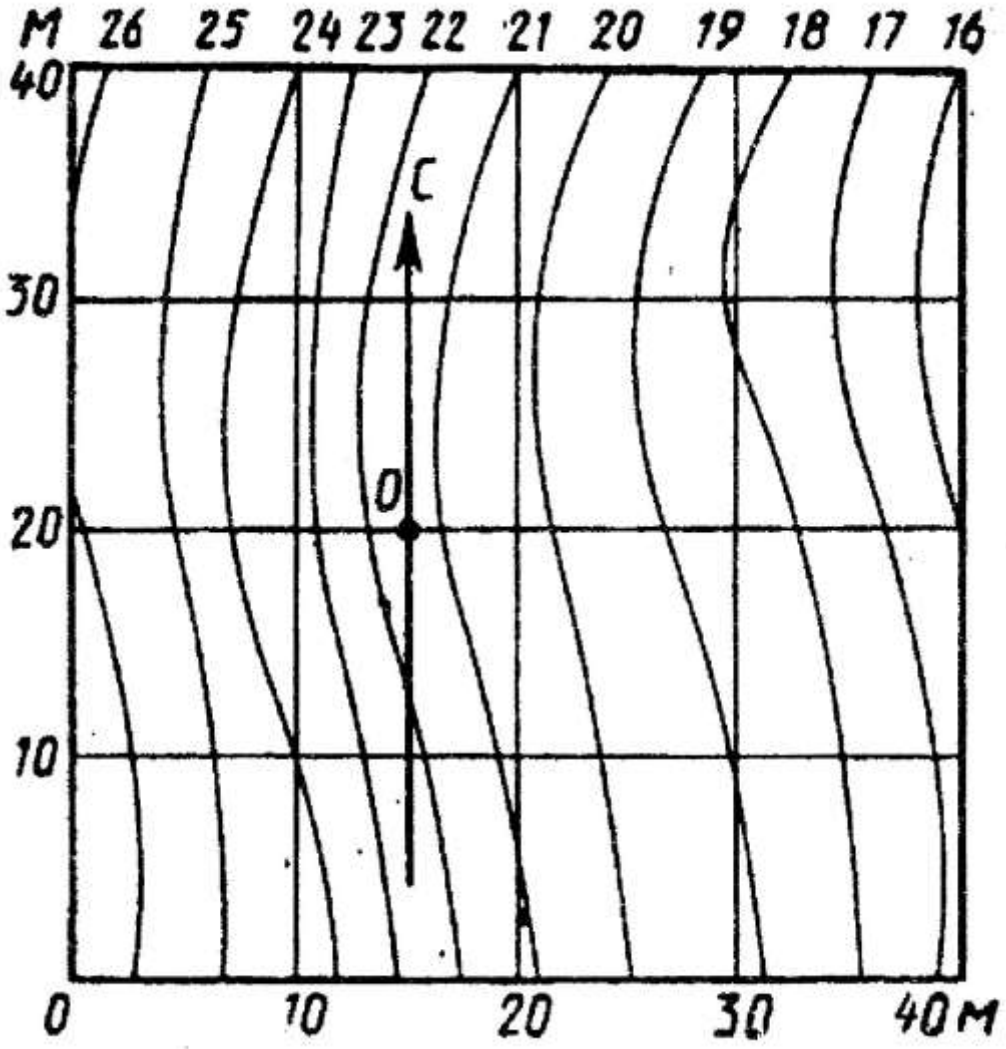


Рис. 30.

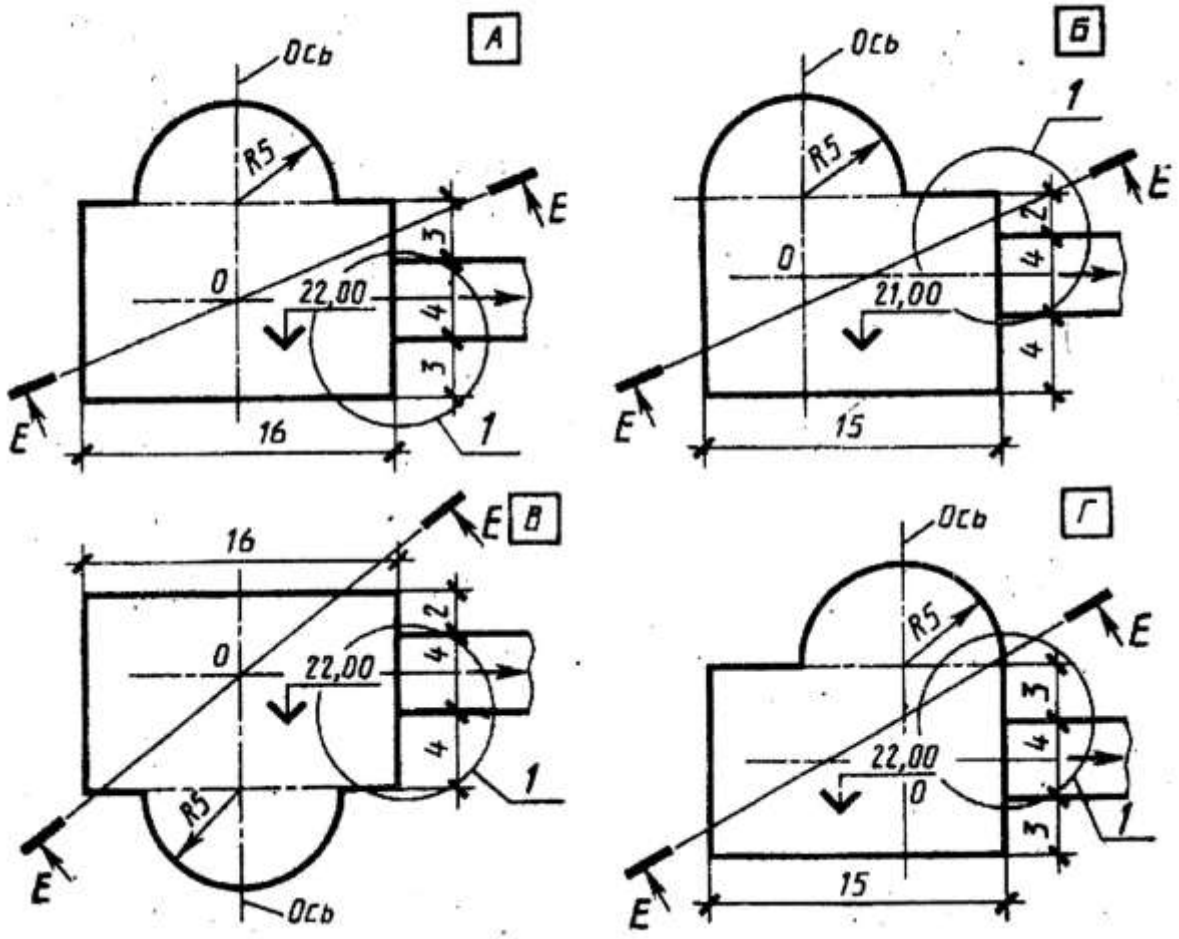


Рис. 31.

Основные сведения. При выполнении работы исходят из следующих положений:

1. Точка в проекциях с числовыми отметками задается своей проекцией и числом при ней (отметкой), выражающим высоту этой точки над горизонтальной плоскостью, принятой за нулевую.

2. Прямая линия задается проекциями двух точек и их отметками или отметкой одной точки и уклоном. Во втором случае должно быть указано направление уклона.

3. Плоскость может быть задана любым из известных в геометрии способов. Чаще её задают горизонталями и масштабом уклона (проградуированной линией ската).

4. Если прямые параллельны, то их проекции параллельны, уклоны равны и имеют одно направление.

5. Линия пересечения двух плоскостей определятся точками пересечения двух пар их горизонталей, имеющих одинаковые отметки.

6. Линии пересечения плоскости и поверхности или двух поверхностей определяются точками пересечения их горизонталей с одинаковыми отметками.

7. Горизонтали прямого кругового конуса представляют собой концентрические окружности, интервалы между ними равны, а их величина зависит от уклона прямых образующих конуса. Конические и плоские откосы пересекаются по одной из линий конических сечений (эллипсу, параболе, гиперболе, прямой).

8. Линию пересечения поверхностей земляного сооружения (откосов) с топографической поверхностью (границу земляных работ) строят, соединив точки пересечения одноименных горизонталей откосов и поверхности земли.

Указания по выполнению задания. Работа выполняется на листе формата А3, расположенного горизонтально. На листе необходимо вычертить в масштабе 1:200 план участка земли размером 40×40 метров, рельеф которого задан горизонталями (рис. 30). Чтобы нанести горизонтали на план, следует использовать точки их пересечения с разбивочной сеткой. Точки переносят с рис. 30 на вычерченную сетку с соблюдением пропорций.

Далее следует нанести на план контуры земляного сооружения так, чтобы центр сооружения совпадал с центром участка О, ось сооружения была направлена к меридиану под заданным углом. Форму сооружения и угол определяют по номеру варианта (см. табл. 5). Формы типов сооружений приведены на рис. 31.

Приступая к решению задач, следует построить график уклонов и определить интервалы откосов выемки, насыпи и дороги в масштабе 1:200.

Проанализировав ситуацию и определив все плоскости и поверхности земляного сооружения, следует провести горизонтали откосов насыпи, выемки и дороги с учётом заданных уклонов для них.

Используя точки пересечения одноименных горизонталей, построить линию пересечения откосов между собой, а затем с поверхностью земли.

Для построения профиля в масштабе 1:200 намечают уровни горизонталей с интервалом по высоте 1 метр, в пределах отметок той части поверхности земли, которая пересекается плоскостью Е-Е.

Строят профиль земли, для чего измеряют и откладывают на чертеже точки пересечения горизонталей земной поверхности со следом секущей плоскости. Из этих точек проводят вертикальные линии до пересечения с соответствующими уровнями горизонталей. Пересечения одноименных уровней с вертикальными прямыми определяют точки профиля земли, соединив которые ломаной линией, получают профиль земной поверхности. Профиль земляного сооружения строят аналогичным образом.

Построения выполняют карандашом. Горизонтали топографической поверхности обводят тонкими линиями толщиной 0,1-0,2 мм. Контур земляного сооружения и линии пересечения с топографической поверхностью и между собой обводят линиями толщиной 0,4-0,6 мм. Штриховку откосов выемок и насыпей выполняют линиями толщиной 0,1-0,2 мм перпендикулярно проектным горизонталям при расстоянии между штрихами 1,5-2,5 мм. Линии построения (в том числе проектные горизонтали) должны иметь толщину 0,1-0,2 мм.

Пример выполнения листа см. рис. 32.

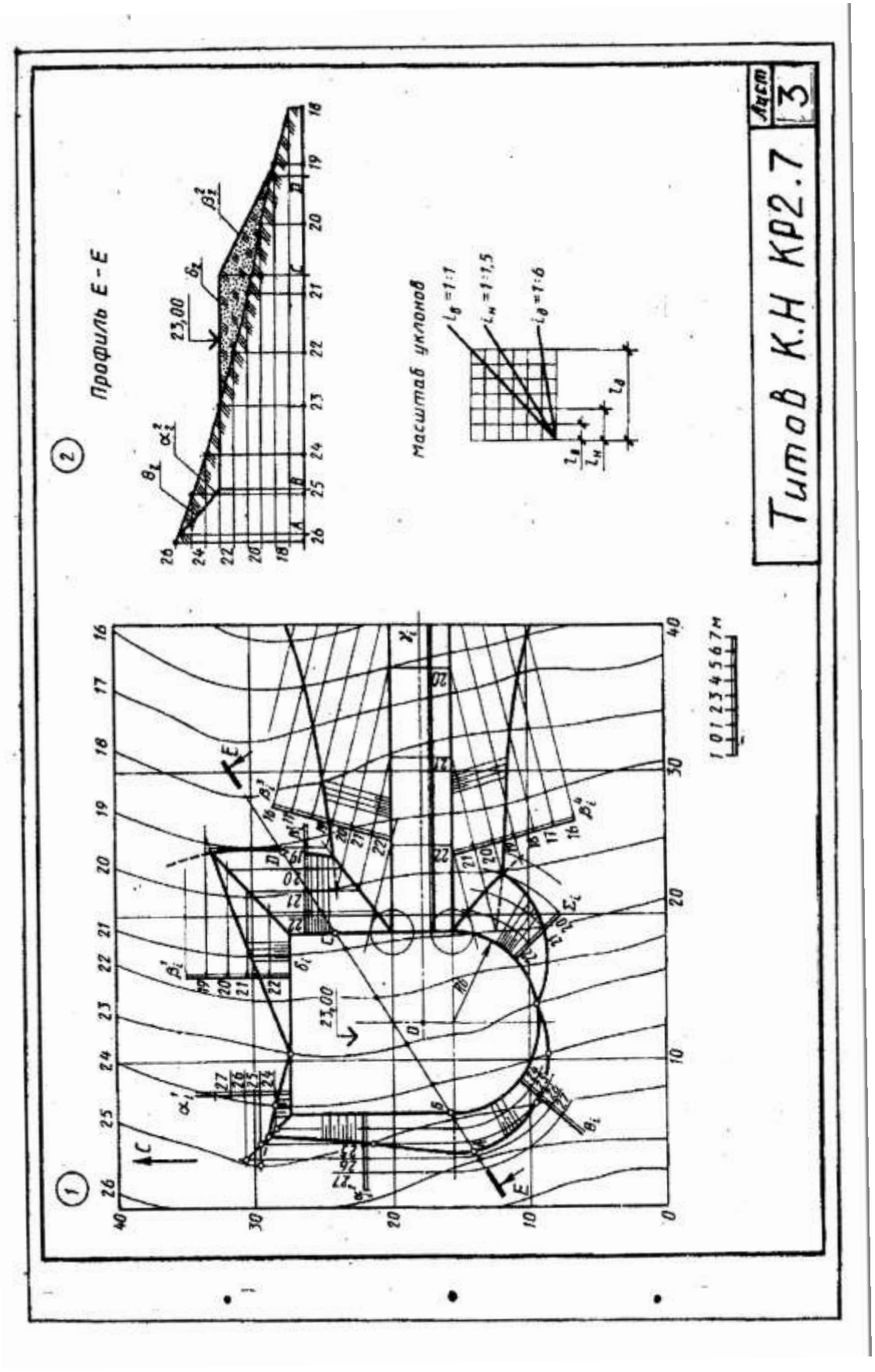


Рис. 32.

Раздел 7. Использование в инженерной графике графического редактора AutoCAD

Гз 7 «Рамка и основная надпись»

Цель лабораторного занятия и Гз 7 – ознакомление студентов с современными средствами компьютерной графики;

– изучение основ работы с графическим редактором AutoCAD, освоение методов автоматизированного решения инженерных задач;

– практическое освоение студентами технологии разработки графических документов, реализованной в среде универсальной графической системы AutoCAD посредством выполнения графических и домашних заданий.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. Как осуществить запуск программы AutoCAD?
2. Интерфейс программы AutoCAD?
3. Какие пункты меню вы знаете?
4. Что такое панель инструментов, какие команды она включает? Какие бывают панели инструментов?
5. Где расположена командная строка, её роль в графическом редакторе AutoCAD?
6. Где расположена строка состояния и какие кнопки включения/выключения режимов черчения содержит?
7. Что такое рабочий слой и как его создать?
8. Назовите свойства слоев.
9. Назовите способы создания нового файла в программе AutoCAD.
10. Как сохранить документ и завершить работу программы AutoCAD?

Состав Гз 7:

В графическом редакторе AutoCAD (в пространстве Модель) настроить рабочее пространство (слои, размерный стиль, текстовый стиль), выполнить построение листа формата А3, рамку и основную надпись.

Основные сведения:

Графические задания выполняются на персональном компьютере с версиями программы AutoCAD 2010-2018, в рабочем пространстве Классический AutoCAD (или в рабочем пространстве Рисование и аннотации) (рис. 33).

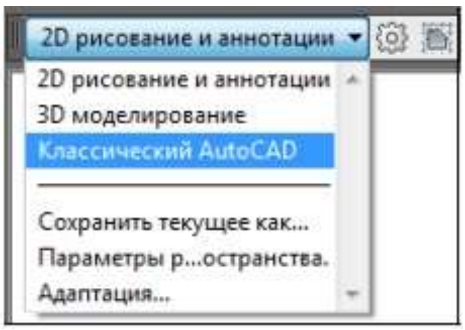


Рис. 33. Выбор рабочего пространства AutoCAD

Для организации чертежной работы и подготовки формата чертежа устанавливают единицы измерения миллиметры из вкладки *ФОРМАТ/ ЕДИНИЦЫ* диалоговое окно *Единицы чертежа* и производят в нем следующие настройки (рис. 34):

– в поле группы настроек *Линейные* выбирают формат единиц измерения *Десятичные.*

– в поле группы настроек *Угловые* выбирают формат единиц измерения *Десятичные градусы.*

– в раскрывающихся списках *Точность* назначают количество десятичных знаков после целой части числа для текущих линейных и угловых единиц измерения.

Устанавливают параметры листа формата А3 с размерами 420×297. Задают или изменяют размеры формата чертежа вручную с помощью команды *Лимиты*, вызываемой из меню панели управления *ФОРМАТ*. При этом в командной строке необходимо указать координаты левого нижнего (0, 0) и правого верхнего (420, 297) углов размера чертежа.

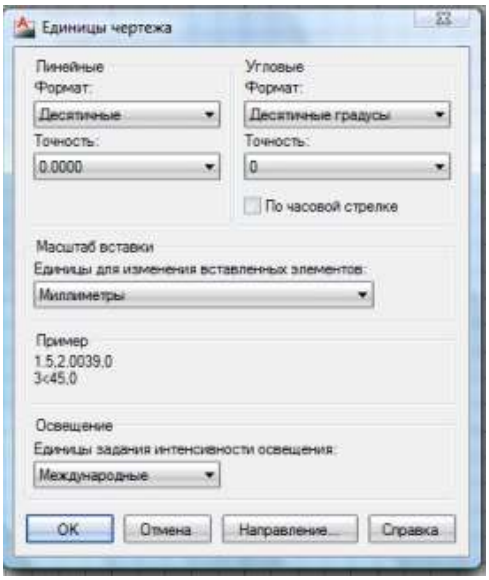


Рис. 34. Диалоговое окно *Единицы чертежа*

Настраивают параметры шага и сетки (размер шага 10, включить сетку). Значения шага и сетки устанавливаются на вкладке *Шаг и сетка*, вызываемом из меню панели управления *СЕРВИС/РЕЖИМЫ РИСОВАНИЯ* (рис. 35), или с помощью кнопок, расположенных в строке состояния.

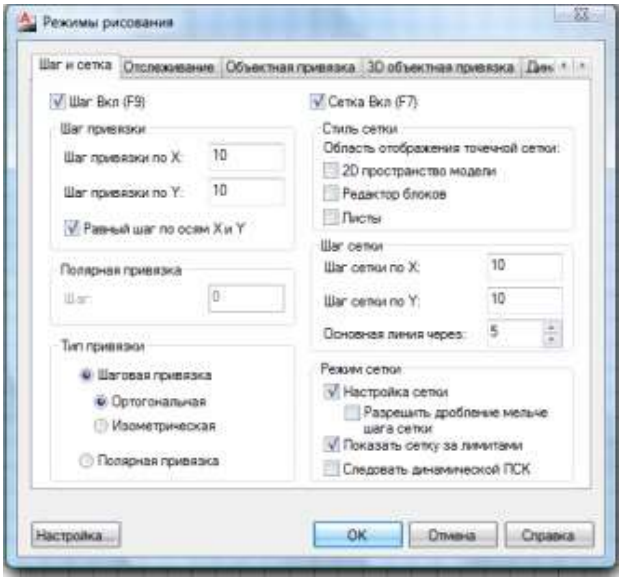


Рис. 35. Диалоговое окно. *Режимы рисования*

Для отображения сетки во весь экран выполняют команду *Вид/Зуммирование/Все* (рис. 36). Эту команду необходимо выполнять всякий раз после установки новых значений лимитов.

Каждый лист оформляется рамкой и основной надписью согласно ГОСТ 2.104-2006, содержание, расположение и размеры граф основных надписей, дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертеже должны соответствовать форме 1.

Оформление таких обязательных элементов любого чертежа как угловой штамп с основной надписью средствами компьютерной графики можно выполнить быстро и эффективно.

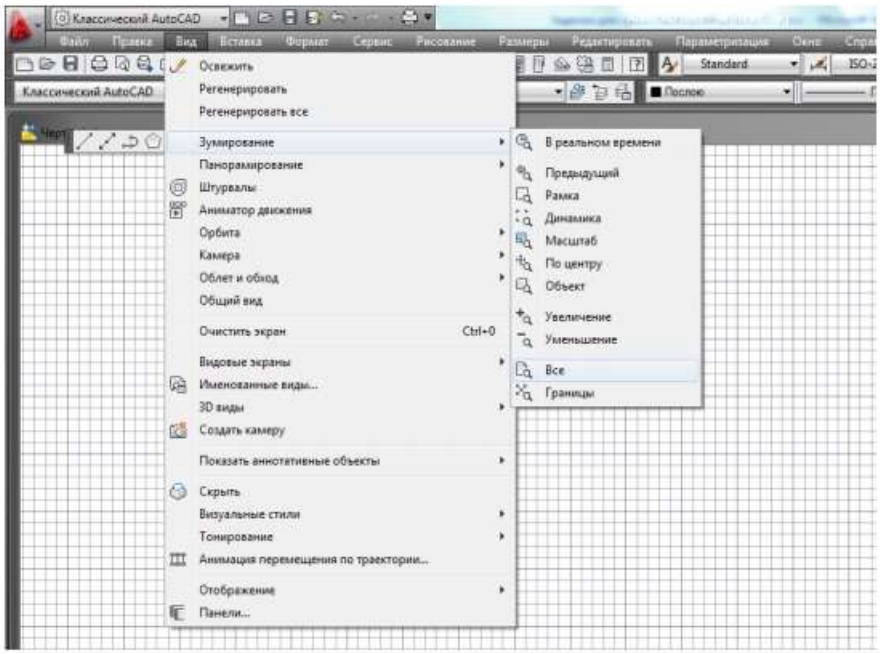


Рис. 36. Команда *Вид/Зуммирование/Все*

При решении данной задачи прорабатываются следующие вопросы: закрепление команд редактирования объектов при построении рамки и оформлении основной надписи формата А3; нанесение текстовой информации на чертеже, настройка текстового стиля.

Настройка рабочих слоев. Графические построения в среде AutoCAD, как правило, группируются по слоям. Слой удобно представить как виртуальную абсолютно прозрачную кальку (пленку), на которой нанесена часть изображения (в наших при-

мерах – вспомогательные построения, оси, контур, невидимые линии и др.).

Для создания нового слоя необходимо нажать кнопку – *Создать слой*. При этом появляется диалоговое окно *Диспетчер свойств слоев* (рис. 37).

В графе Имя задается имя нового слоя. По умолчанию программа просто номерует новые слои: Слой1, Слой2... Рекомендуется задать каждому слою имя, отражающее его назначение: Контур, Осевой, Текст и так далее. Иначе при большом количестве слоев легко запутаться при выборе нужного слоя.

Рис. 37. Диалоговое окно *Диспетчер свойств слоев*

Графа Вкл обеспечивает включение/выключение слоя. Примитивы, находящиеся в выключенном слое, становятся невидимы. *Учтите, что в выключенном слое можно чертить. Если пользователь делает выключенный слой текущим, то об этом на экране появляется предупреждение.*

Заморозить – «замораживает» слой. Действие опции аналогично действию *Выключить* и отличается от нее тем, что замороженный слой при регенерации экрана игнорируется, что ускоряет процесс перерисовки насыщенного изображения.

Блокировать – запирает слой. Примитивы, принадлежащие запертому слою, видны, но не могут быть изменены или удалены. Однако в этом слое можно создавать примитивы.

Цвет – задает цвет линий и текста, создаваемых в указанном слое. Для того чтобы слою присвоить цвет, необходимо правой клавишей мыши кликнуть на белый квадратик в графе «Цвет» напротив текущего слоя. Откроется диалоговое окно «Выбор

цвета с разнообразной палитрой цветов» (рис. 38). Выбрав цвет (рекомендуется при работе на чёрном графическом экране выбирать цвета слоёв яркие по цвету и разные по тональности), нажимаем кнопку «ОК», и слой приобретает выбранный цвет.

Для присвоения слою веса (толщины) напротив текущего слоя в графе «Вес», кликнув левой клавишей мыши, открывается диалоговое окно «Вес линий», где из предложенного списка выбирается необходимая толщина слоя и нажимается клавиша «ОК» для подтверждения выбора (рис. 39).

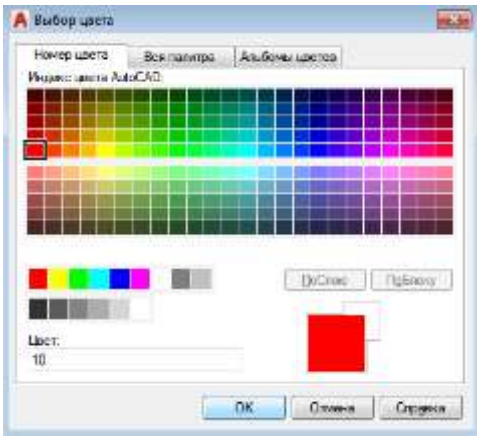


Рис. 38. Выбор цвета для пользовательского слоя

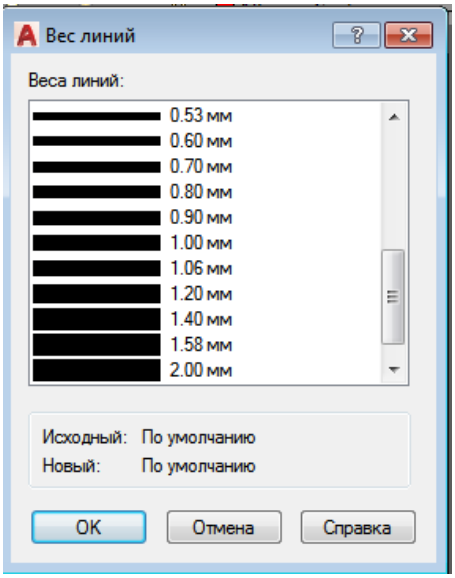


Рис. 39. Выбор толщины пользовательского слоя

Помимо цвета и веса слою необходимо присвоить начертание. Для сплошной прямой по ГОСТ 2.303–68 начертание в виде сплошной прямой линии, оно указано по умолчанию. А если требуется выбрать начертание для осевой линии (по ГОСТ начертание штрих/точка/штрих), тогда в графе «Тип линий» напротив текущего слоя, кликнув левой клавишей мыши, открывают диалоговое окно «Выбор типа линий» и загружают при помощи кнопки «Загрузить» нужный тип линии из перечня программы (рис. 40).

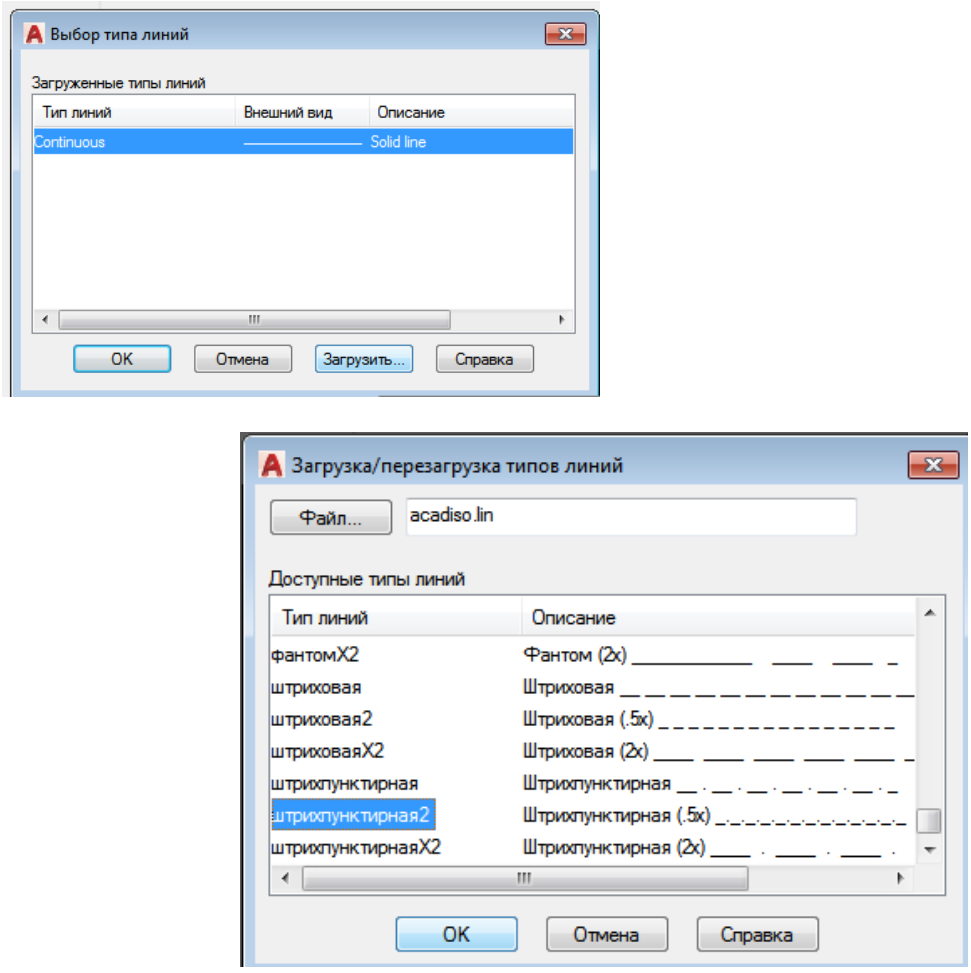


Рис. 40. Выбор типа линии для пользовательского слоя

Выбрав нужный тип линии, нажимают клавишу «ОК», и слой появляется в перечне диалогового окна «Выбор типа линий» (рис. 41). Здесь ещё раз его выбирают и нажимают «ОК». Если

этого не сделать, то по умолчанию слой так и будет иметь тип сплошной прямой линии.

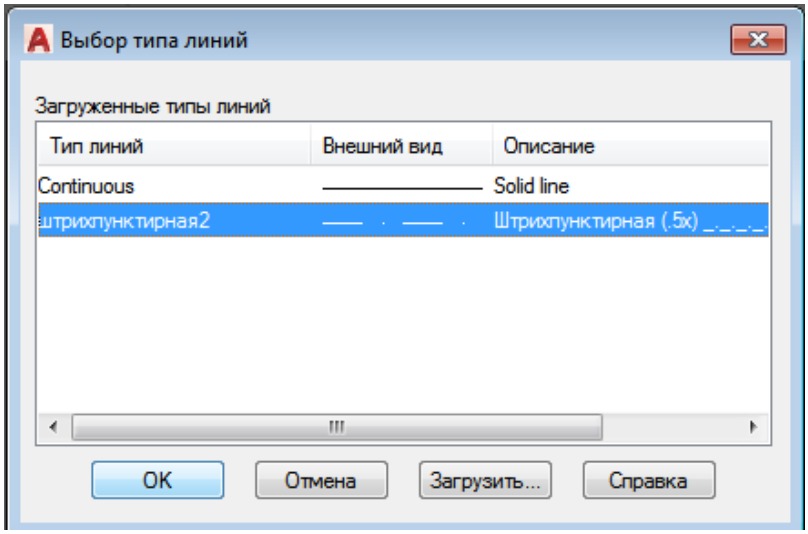


Рис. 41. Диалоговое окно «Выбор типа линии» после загрузки дополнительного типа линии

После создания пользовательских слоёв необходимо сохранить настройки слоёв, нажав кнопку «Обновить» в правом верхнем углу диалогового окна «Диспетчер свойств слоёв», после чего текущее диалоговое окно можно закрыть. Созданные пользовательские рабочие слои будут отображаться в выпадающем окне на панели инструментов «Слои» (рис. 42), и при работе всегда можно переключиться с одного слоя на другой.

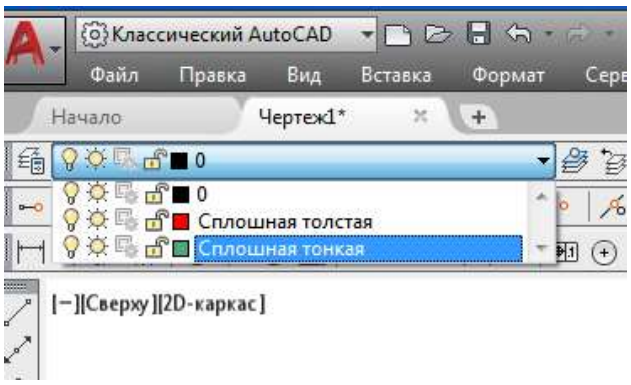


Рис. 42. Пользовательские рабочие слои

Далее необходимо вычертить рамку чертежа и основную надпись. Построения проводят в следующей последовательности:

1.Создать новый чертеж и сохранить его под новым именем, например, «Фамилия. Формат А3».

2. Сделать текущим слой контур тонкий. Построить внешнюю рамку формата с размерами 420×297 (рис. 43). Способ указания координат выбрать самостоятельно. Удобно строить с помощью команды прямоугольник, построив первую точку с координатами 0,0 и вторую с координатами 420, 297.

3. Сделать текущим слой контур толстый. Построить внутреннюю рамку с размерами 395×287.

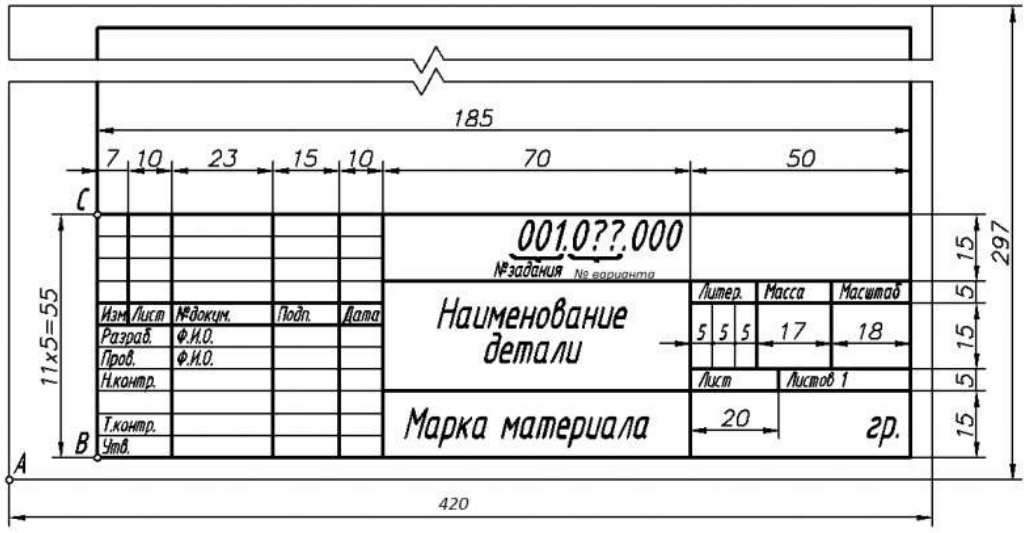


Рис. 43. Основная надпись по ГОСТ 2.104-2006

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка: кликнуть на объектную привязку «Смещение» («from Базовая точка»): указать базовую точку *A* <Смещение>: ввести относительные координаты смещения точки в виде *@20,5* <Enter> Следующая точка или [Отменить]: мышью задать направление «вправо» (режим ОРТО включен), задать длину отрезка *397* <Enter> Следующая точка или [Отменить]: мышью задать направление «вверх», задать длину отрезка *287* <Enter> Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить]: мышью задать направление «влево», задать длину отрезка *185* <Enter> Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить]: *З*<Enter>

Или, удобнее ПРЯМОУГОЛЬНИК. Первая точка – координаты 20,5. Вторая точка – координаты 395, 287.

Построить горизонтальные линии основной надписи

1. Установить вспомогательный слой текущим. Построить верхнюю горизонтальную линию основной надписи, смещенную относительно нижней линии внутренней рамки (точка *B*) на 55 мм. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка: щелкнуть на объектную привязку «Смещение» («Базовая точка»), указать базовую точку *B* (см. рис. 11) <Смещение>: ввести относительные координаты смещения точки в виде *@0,55* <Enter>.

Следующая точка или [Отменить]: щелкнуть на объектную привязку «Нормаль», курсором сместиться к правой вертикальной линии внутренней рамки и нажать левой кнопкой мыши на светящемся значке «нормаль» Следующая точка или [Отменить]: <Enter>

2. С помощью команды *Массив* построить 11 горизонтальных линий, расположенных на расстоянии *5 мм* между собой.

Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: МАССИВ

Указать тип массива – *прямоугольный*. Число рядов: *11*

Число столбцов: *1*

Расстояние между рядами: в данном случае -5, т.к. массив будет построен в направлении, противоположном положительному направлению координатной оси Y.

Расстояние между столбцами: в данном случае *0*, т.к. элементы массива должны быть параллельны друг другу.

Угол поворота: *0*

Выберите объекты: выбрать курсором предварительно проведенный отрезок длиной 185 мм: найдено: 1<Enter>, для завершения команды нажать «Ок».

Построить вертикальные линии основной надписи

1. Построить первую вертикальную линию основной надписи, смещенную относительно базовой точки *C* (см. рис. 43) на 7 мм.

2. С помощью команды *Копировать* или *Подобие* построить все остальные вертикальные линии (см. рис. 45).

Обвести основную надпись согласно ГОСТ 2.303–68

1. Сделать текущим слой Контур толстый. С помощью команды *Отрезок* построить поверх вспомогательных линий соответствующие толстые линии углового штампа.

2. Сделать текущим слой Контур тонкий. С помощью команды *Отрезок* построить поверх вспомогательных линий соответствующие тонкие линии углового штампа.

3. Выключить вспомогательный слой.

Сделать текущим слой текст. Заполнить графы основной надписи

1. Выполнить настройку текстового стиля согласно ГОСТ 2.304–81.

Для этого из меню панели управления – *ФОРМАТ)/СТИЛЬ ТЕКСТА* вызвать диалоговое окно *Текстовые стили* и произвести в нем следующие настройки:

– создать новый стиль *Надписи*;

– в поле «Имя шрифта» выбрать имя шрифта *GOST type A*, при его отсутствии можно использовать *ISOCPEUR*;

– в поле «Угол наклона» установим значение *15*, что соответствует стандартному углу наклона текста;

– в поле «Степень растяжения» установим коэффициент *0.8*;

– в поле «Высота» установим значение *0*, тогда при непосредственном нанесении текста будет запрашиваться необходимая высота;

– для сохранения выполненных настроек нажать кнопку «Применить»;

– для выхода из менеджера стилей нажать кнопку «Закрыть».

Если в одном чертеже выполняются надписи различными шрифтами, начертаниями и т.д., для каждого случая следует не изменять параметры какого-либо существующего стиля, а создавать новый. Поскольку измерение параметров текстового стиля автоматически применяется ко всем выполненным им надписям.

2. Создание однострочной надписи в штампе.

Команда ТЕКСТ (TEXT)
Однострочный динамический текст

Команду на выполнение можно запустить из меню панели управления *РИСОВАТЬ)/ ТЕКСТ* выбрав пункт *Однострочный текст. Опции команды:*

Стиль – смена текущего стиля (при таком способе смены стиля необходимо точно знать имя стиля – оно пишется в командной строке);

Выравнивание – выравнивание (по умолчанию команда настроена на выравнивание по левому краю, базовая точка располагается внизу – такой опции нет);

3. Написать в соответствующем поле основной надписи слово *Разраб*. Перед этим следует увеличить изображение графы до размеров экрана (рис. 44) и временно отключить все объектные привязки. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Рис. 44. Подготовка к созданию текста

Команда: ТЕКСТ Текущий текстовый стиль: "Надписи" Высота текста: 2.5000 Аннотативный: Нет

Начальная точка текста или [Выравнивание/ Стиль]: указать начальную точку вставки текста (см. рис.44) предварительно нажав на привязку «ничего»

Высота <2.5000>: ввести высоту текста *3.5* <Enter>

Угол поворота текста <0>: ввести угол наклона строки *0* <Enter>

Ввод текста: ввести текст – *Разраб.*, нажать дважды <Enter> (для завершения ввода текста и для завершения команды)

Заполнить все остальные графы основной надписи

1. Для упорядоченной записи текста в графах, т.е. для того, чтобы положение текста относительно рамки графы было одинаковым, там, где это требуется, скопируем слово Разраб. в другие соответствующие графы штампа, указывая базовую точку в левом нижнем углу рамки графы (рис. 45).

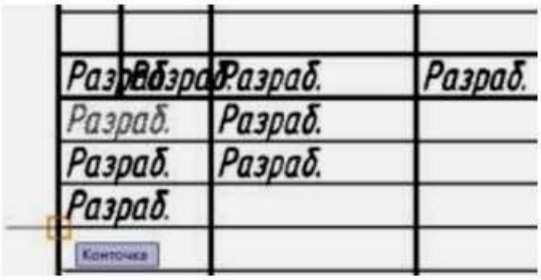


Рис. 45. Копирование слова Разраб.
с объектной привязкой «конточка»

2. Редактирование содержимого основной надписи.

Команда РЕДТЕКСТ Редактировать текст. Команду на выполнение можно запустить из меню панели управления *РЕДАКТИРОВАТЬ/ ОБЪЕКТ/ ТЕКСТ/РЕДАКТИРОВАТЬ*.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение последовательно указывать объект редактирования и вносить изменения (рис.46), нажать клавишу <Esc> для выхода из команды.

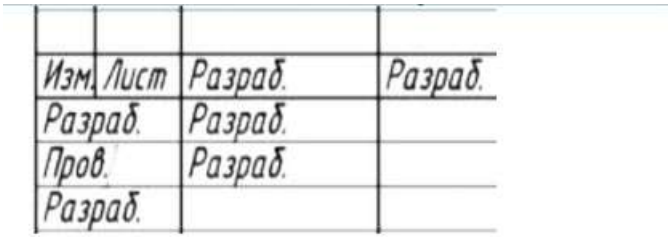


Рис. 46. Редактирование текста основной надписи

3. Изменение других свойств текста.

Команда СВОЙСТВА. Управление свойствами существующих объектов. Команду на выполнение можно запустить из меню панели управления *РЕДАКТИРОВАТЬ/ СВОЙСТВА*.

Алгоритм исполнения команды: выбрать объект для редактирования, вызвать команду на исполнение, внести изменения (содержание, высоту, стиль, угол поворота, коэффициент сжатия и т.д.), нажать клавишу <Esc> для выхода из команды.

Используя команду *Свойства,* можно изменить высоту текста наименования детали, марки материала, номер чертежа, масштаб (см. рис. 46) на 7 мм. Если в какие-то поля не помещаются

слова, то в поле коэффициент сжатия необходимо установить новое значение.

9. Сохранить изменения в файле.

Настройка размерного стиля согласно ГОСТ 2.307-2011.

Для создания нового размерного стиля необходимо в диалоговом окне *Диспетчер размерных стилей*, вызываемом из меню панели управления ФОРМАТ/РАЗМЕРНЫЙ СТИЛЬ), кликнуть кнопку «Новый», присвоить имя новому стилю, нажать кнопку «Далее», и в появившемся диалоговом окне *Новый размерный стиль: Мои размеры* (рис. 47), выполнить требуемые настройки в соответствии с таблицей 6 – Основные параметры настройки размерного стиля.

Таблица 6

Закладка	Параметр	Смысловое описание	Значение
Линии	Шаг в базовых размерах	Расстояние между параллельными размерными линиями	10 (мм)
	Удлинение за размерные	Выступ выносной линии за размерную	2 (мм)
	Отступ от объекта	Отступ выносной линии от указанной точки контура	0 (мм)
Символы и стрелки	Стрелки	Форма размерной стрелки	Закрашенная замкнутая
	Размер стрелки	Длина стрелки	5 (мм)
Текст	Текстовый стиль	Имя нового стиля	Размеры
		Имя шрифта	Simplex
		Степень растяжения	1
		Угол наклона	15
	Высота текста		5 (мм)
	Отступ от размерной линии	Расстояние между нижней границей текста и размерной линией	1 –1,5 (мм)
	Ориентация текста	Расположение текста относительно размерной линии	Согласно ISO
Основные единицы	Точность (линейных и угловых измерений)	Количество цифр, указываемых после запятой	0

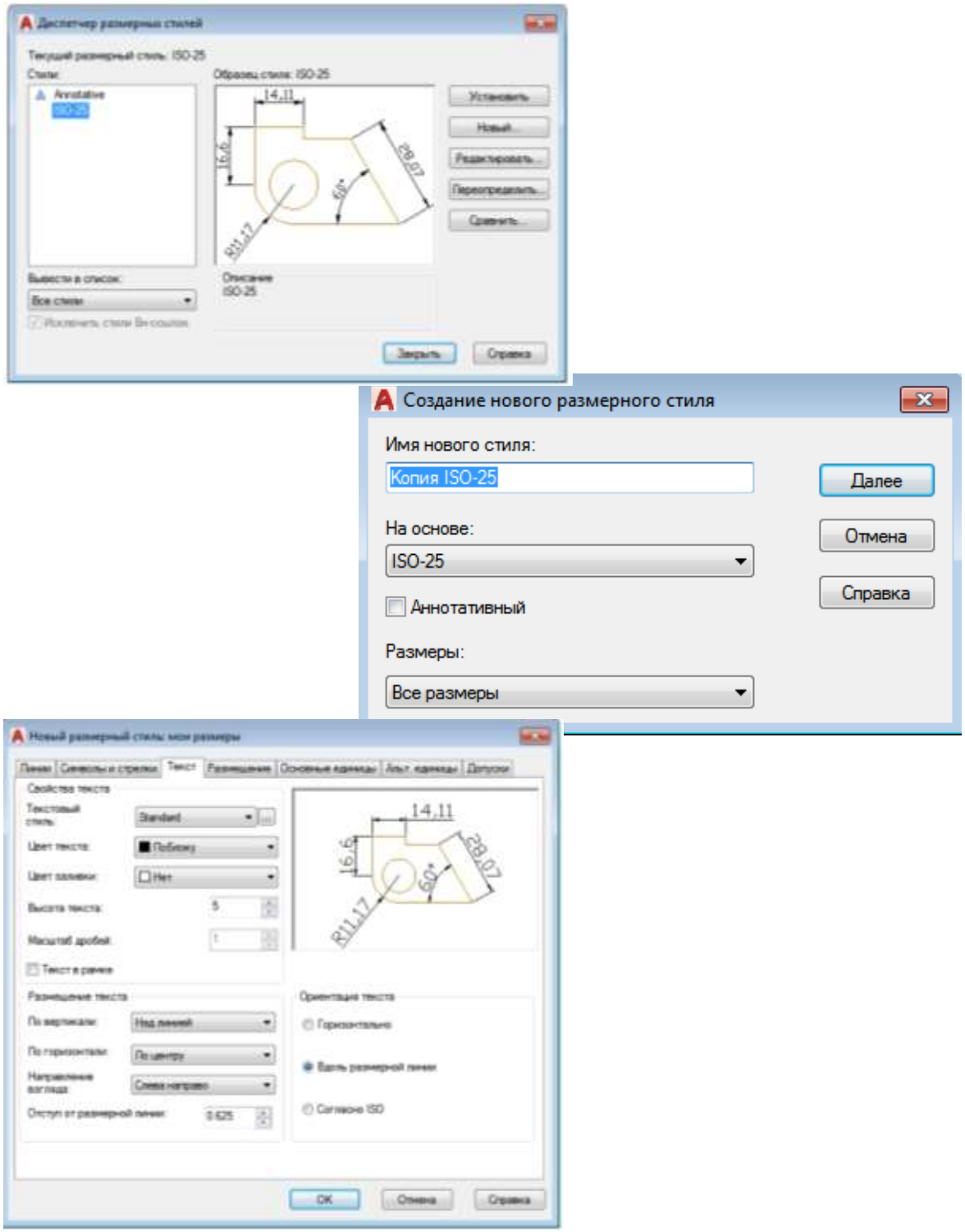


Рис. 47. Настройка размерного стиля

Для сохранения всех выполненных настроек необходимо нажать кнопку «Ок». Выход из менеджера размерных стилей осуществляется по кнопке «Закрыть», в противном случае настройки не воспринимаются и не сохраняются.

Настройки любого из существующих стилей можно изменить. Для этого следует выделить нужный в списке стиль и кликнуть кнопку «Изменить».

Стандартный стиль изменять не рекомендуется.

Нанесение размеров и управление ими производится через вкладку «Размеры» главного меню или панель инструментов «Размер» (рис. 48).

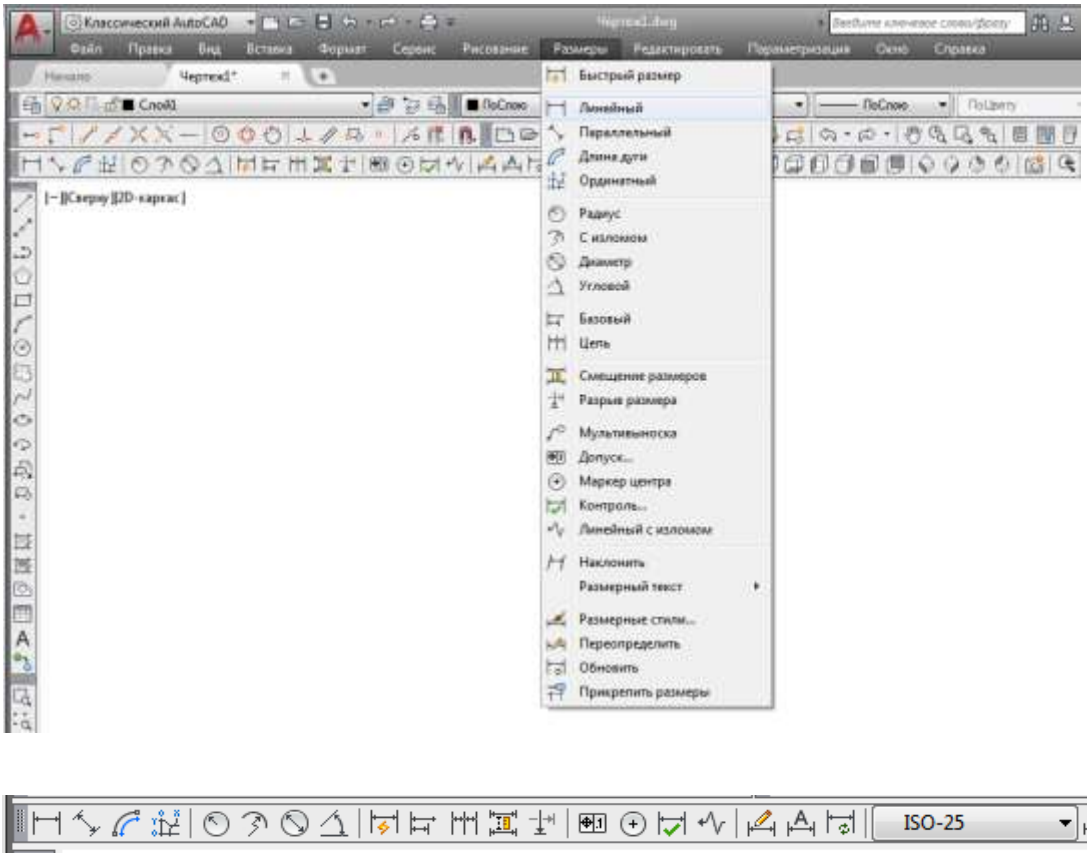


Рис. 48. Вкладка «Размеры» и панель инструментов «Размер»

Основные команды нанесения размеров:

Команда ЛИНЕЙНЫЙ

Команда обеспечивает простановку линейного размера.

Опции команды:

Мтекст – позволяет редактировать многострочный размерный текст;

Текст – позволяет редактировать размерный текст;

Угол – позволяет наклонить размерный текст;

Горизонтальный – определяет ориентацию размерной линии, как горизонтальную;

Вертикальный – определяет ориентацию размерной линии, как вертикальную;

Повернутый – позволяет задать угол наклона выносных линий.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать последовательно первую и вторую конечные точки выносной линии, при необходимости отредактировать текст, его расположение, зафиксировать размер.

Команда РАДИУС

Команда обеспечивает простановку радиуса круга или дуги.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать дугу или круг, при необходимости отредактировать текст, зафиксировать положение размерной линии.

Команда ДИАМЕТР

Команда обеспечивает простановку диаметра круга или дуги.

Алгоритм исполнения команды Диаметр идентичен алгоритму исполнения команды Радиус.

Команда УГЛОВОЙ

Команда обеспечивает простановку углового размера между отрезками, как центральные углы дуг, дуговых сегментов полилиний, или части окружности.

Последовательность запросов при определении угла между двумя отрезками: вызвать команду на исполнение, указать мышью последовательно первый и второй отрезок, зафиксировать положение размерной линии.

Команда МУЛЬТИВЫНОСКА

Команда Выноска используется для внесения в чертеж различных пояснений.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать местоположение стрелки выноски, указать положение полки выноски, ввести текст.

Стиль выноски не определяется размерным стилем, а настраивается отдельно из сеанса исполнения команды. Следует отметить, что полка выносной линии не пририсовывается пользователем, а строится автоматически по ширине текста.

Редактировать нанесенные размеры, (изменять их текст, расположение текста и т.п.) можно с помощью специальных команд редактирования размеров, которые находятся в меню панели управления РАЗМЕРЫ или используя команду Свойства, через измерение соответствующих свойств.

Ниже рассматриваются основные команды редактирования размеров.

Команда ВЫРАВНИВАНИЕ МУЛЬТИВЫНОСОК

Команда используется для выравнивания и разнесения выбранных объектов мультивыносок

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать мультивыноски, на которые распространяется редактирование, выбрать мультивыноску, по которой будет происходить выравнивание.

Команда РЕДАКТИРОВАТЬ ТЕКСТ

Команда позволяет изменить расположение размерного текста, но не его содержание.

Опции команды:

вЛево – прижать текст к левой выносной (размерной стрелке);

вПраво – прижать текст к правой выносной (размерной стрелке);

Центр – расположит текст по центру размерной линии;

Угол – изменить угол наклона текста;

Вернуть – возвращает размерный текст в начальное положение.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, выбрать размер для редактирования (без <Enter>), указать

новую точку расположения текста или установить нужную опцию.

Команда РЕДАКТИРОВАТЬ РАЗМЕР

Команда позволяет изменить: размерный текст, угол наклона размерного текста, угол наклона выносных.

Опции команды:

Вернуть – возвращает первоначальную форму размерного текста;

Новый – позволяет заменить размерный текст другим;

Повернуть – поворачивает размерный текст относительно размерной линии;

Наклонить – предназначена для наклона выносных линий.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, установить нужную опцию редактирования размеров, ввести новое значение свойства размера (кроме опции Н), выбрать размеры, на которые распространяется редактирование (окончание выбора –<Enter>).

Полученное значение размера отображается в угловых скобках (<>).

Для того чтобы изменить или удалить сгенерированное значение размера, нужно удалить угловые скобки, ввести новый размерный текст нажать «ОК». Для задания специальных символов можно использовать управляющие коды. Например, ввод символа диаметра в командной строке –%% c, символа угловых градусов – %% d, знак плюс/ минус – %% p, включение/ отключение подчеркивания текста – %% u.

Команда ОБНОВИТЬ РАЗМЕР

Команда позволяет обновлять размерные объекты в соответствии с текущим размерным стилем.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение после переопределения нового размерного стиля, выбрать размеры для редактирования, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов.

Сохраним выполненные настройки.

Порядок выполнения чертежа в среде графического редактора AutoCAD (на примере «Проекционного черчения»)

Для начала необходимо выбрать масштаб изображения с учетом заполнения 80% поля чертежа. При выборе масштаба нужно ориентироваться, чтобы произведение масштаба и коэффициента масштаба в размерном стиле всегда было равно 1. Например, если выбираете масштаб 2:1, то в размерном стиле необходимо поставить коэффициент масштаба 0,5 для того, чтобы размеры наносились в натуральную величину.

Далее наносят оси (для симметричных изображений). Выполняют построение необходимого количества изображений видов согласно ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения».

Для симметричных изображений можно воспользоваться командой *Зеркало,* расположенной на панели инструментов *Редактирование***.**

Выполнить согласно ГОСТ 2.205-2008 необходимые разрезы и сечения. Нанести штриховку. Для этого на панели *Рисование* необходимо выбрать соответствующую кнопку и установить настройки в диалоговом окне *Штриховка и градиент* (рис. 49).

Далее кликнуть клавишу *Добавить точки выбора* и выбрать замкнутые контуры, в которых будет расположена штриховка. Нажать клавишу <Enter>. Во вкладке кликнуть ОК для заверения операции.

Нанести размеры. При совмещении вида и разреза некоторые размерные линии наносят только от одного контура (например, разреза – размер ∅47, ∅50). Для построения такого вида размера строят зеркальное отображение относительно оси измеряемого контура детали, устанавливают полностью размер 47, затем заходят в свойства размера, выделив его, и редактируют. Убирают 1-ю стрелку, 1-ю размерную линию, 1-ю выносную линию. Затем редактируют текст размера, поставив знак ∅ перед 47. В завершение удаляют зеркальное отображение линии контура. Заполняют основную надпись.

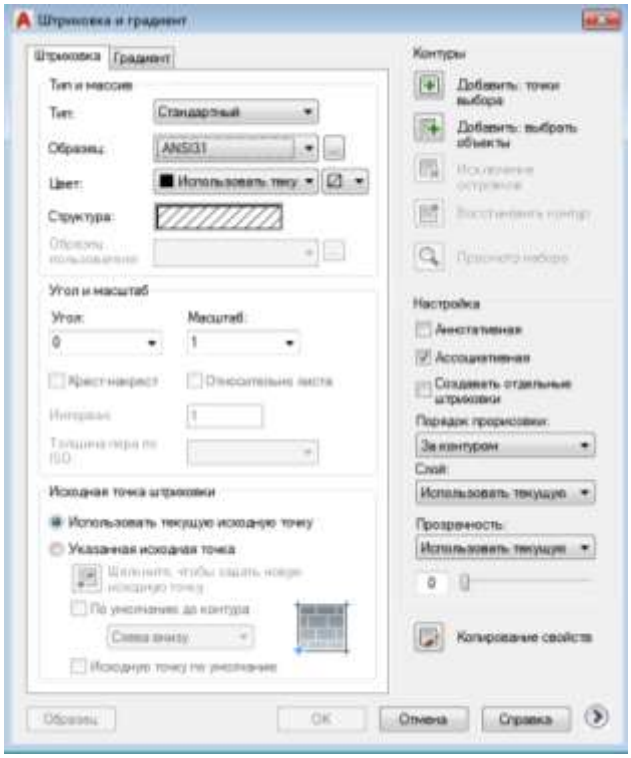


Рис. 49. Диалоговое окно «Штриховка и градиент»

Пример чертежа, выполненный в среде графического редактора AutoCAD, представлен на рисунке 50.

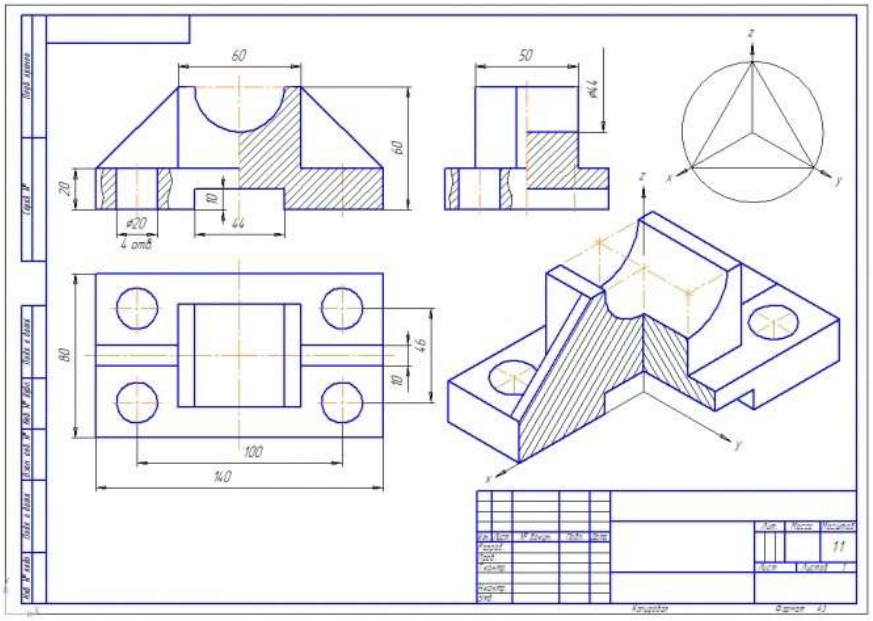


Рис. 50. Пример чертежа, выполненный
в среде графического редактора AutoCAD

Указания к выполнению. Гз 7 выполняется в среде графического редактора AutoCAD 2014-2018:

1. Выполнить запуск графического редактора AutoCAD.
2. Выбрать рабочее пространство Классический AutoCAD (или Рисование и аннотации).
3. Создать рабочие слои согласно ГОСТ 2.303-68.
4. Настроить текстовый стиль согласно ГОСТ 2.304-81.
5. Настроить размерный стиль согласно ГОСТ 2.307-2011.
6. Выполнить построение листа формата А3, рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104-2006.

Пример выполнения Гз 7 «Рамка и основная надпись» представлен на рис. 51.

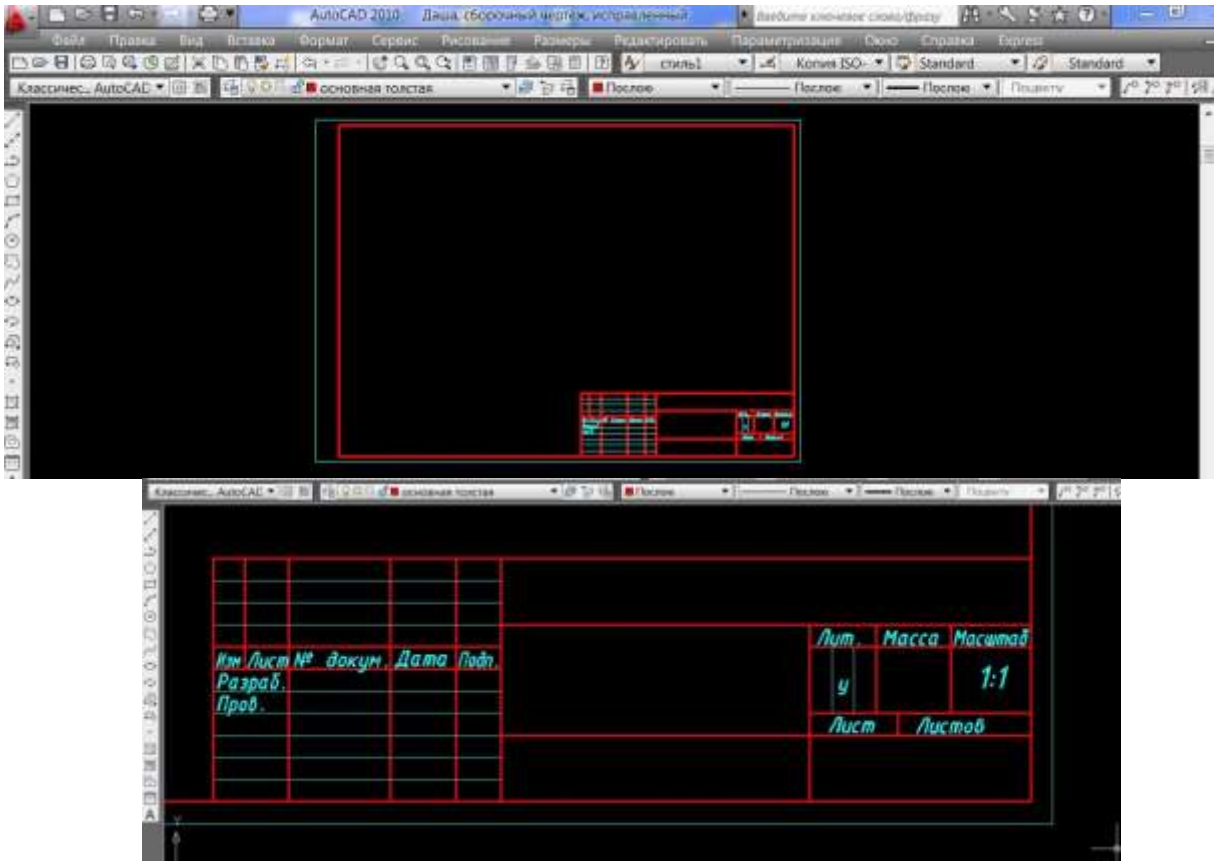


Рис. 51.

Раздел 8. Основы машиностроительного черчения

Гз 8 «Рабочие и сборочные чертежи»

Цель лабораторного занятия и Гз 8. Изучение и освоение основных правил выполнения и чтения машиностроительных чертежей. С продукцией машиностроения инженеру-строителю приходится сталкиваться постоянно. Знания основ машиностроительного черчения необходимы специалистам всех отраслей техники и вообще всем, кому приходится иметь дело с эксплуатацией машин и различных механизмов.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. Какие соединения называют разъемными и неразъемными?
2. В чём различие между понятиями «шаг резьбы» и «ход резьбы»?
3. Поясните правило: «Резьба стержня в соединении закрывает резьбу отверстия».
4. В чём особенность трубной резьбы?
5. Как обозначают на чертеже метрическую, трубную, коническую и другие резьбы?
6. Какое изделие называют деталью?
7. Какое изделие называют сборочной единицей?
8. Каким требованиям должен удовлетворять рабочий чертёж детали?
9. Каким требованиям должен удовлетворять сборочный чертёж?
10. Что такое эскиз?

Состав Гз 8:

Гз 8 выполняется на 3 листах формата А3 либо на 1 листе формата А3 и двух листах формата А4 (оба формата А4 располагают на листе А3). Чертежи, кроме листа 3, рекомендуется разрабатывать в универсальной графической системе AutoCAD.

Лист 1. На листе 1 решаются две задачи, связанные с изучением правил изображения резьбовых соединений. Резьбовые соединения относятся к наиболее распространённому виду разъемных соединений. Среди резьбовых соединений в строительной практике наиболее часто встречаются болтовые соединения. Бол-

товое соединение применяется для скрепления деталей. В соединяемых деталях сверлят сквозные отверстия и вставляют стержень болта. Скрепление соединяемых деталей производится гайкой, навинчиваемой на болт.

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого нарезана резьба, на другом находится головка болта.

Гайка представляет собой деталь со сквозным резьбовым отверстием для навинчивания на болт.

Шайба – это деталь, подкладываемая под гайку для передачи и распределения усилий на соединяемые детали.

Задача 1. Требуется подобрать и вычертить элементы болтового соединения (болт, гайку, шайбу). Исходные данные приведены в табл. 7.

Указания к выполнению задачи 1. Для подбора элементов болтового соединения по табл. 8, в соответствии с вариантом задания, выбираем толщины соединяемых деталей a и b, номинальный диаметр резьбы d.

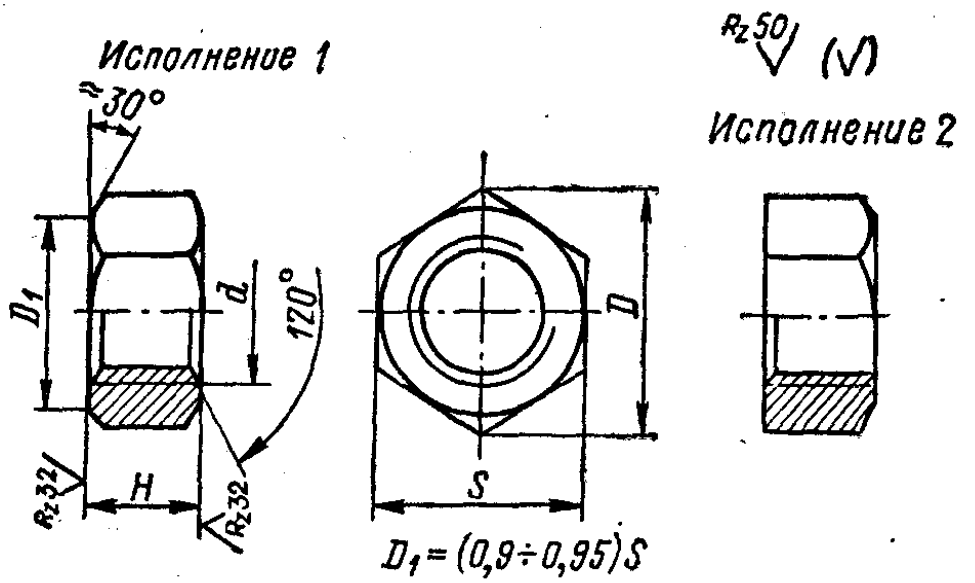
Рассмотрим пример, в котором: a = 10 мм, b = 30 мм и d = 10 мм.

Таблица 7

Номер варианта		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номинальный диаметр резьбы ***d***		10	12	14	16	18	22	24	27	12	10
Толщины соединяемых деталей	***a***	15	20	22	20	25	25	30	35	25	15
	b	35	30	40	35	30	35	40	40	45	40

Таблица 8

Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915–70



Наименование размера	Номинальный диаметр резьбы *d*							
	10	12	14	16	18	22	24	27
Шаг резьбы: крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3	3
Размер «под ключ» *S*	17	19	22	24	27	32	36	41
Диаметр описанной окружности *D*, не менее	18,7	20,9	24,3	26,5	29,9	35,0	39,6	45,2
Высота *H*	8	10	11	13	15	18	19	22

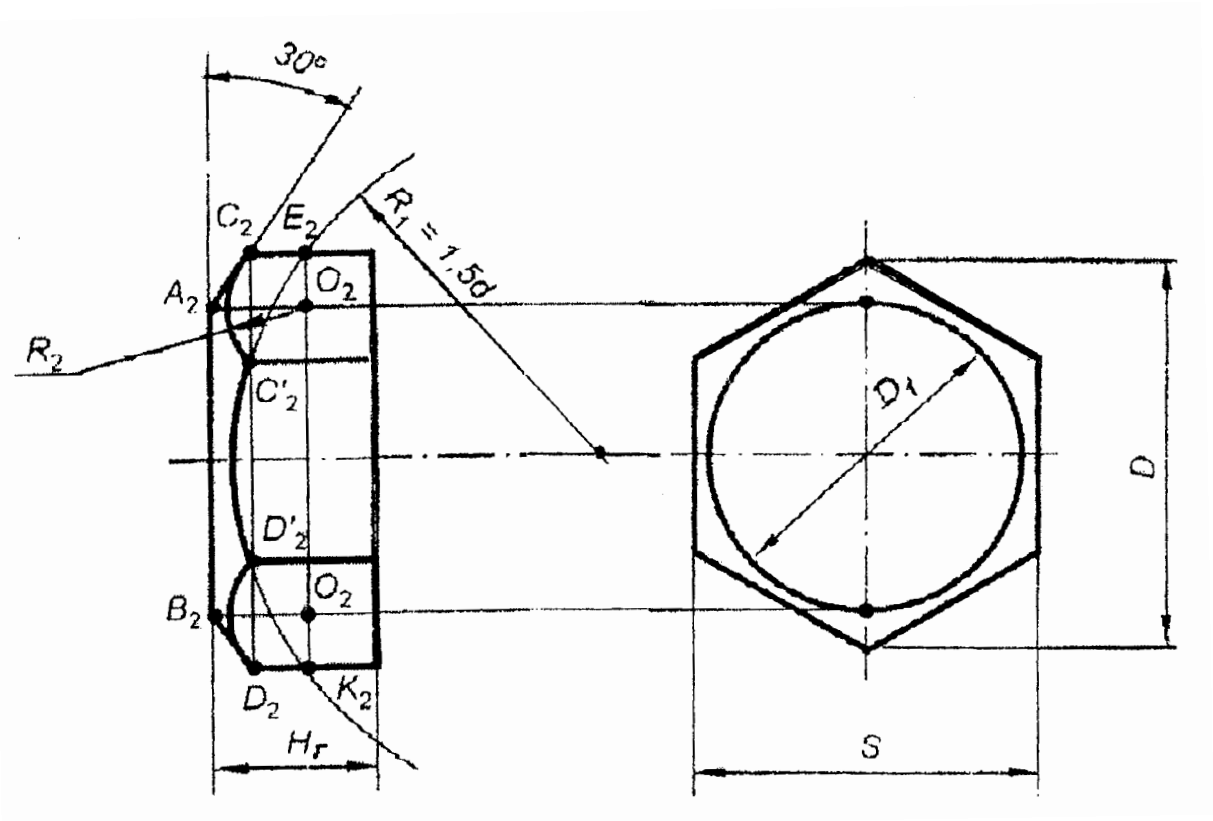
Подбор и вычерчивание гайки

Подбираем по ГОСТ 5915-70 (табл. 8) шестигранную гайку нормальной точности, исполнение 1, шаг резьбы крупный.

В нашем случае: шаг резьбы – 1,5 мм; размер «под ключ» – 17 мм; диаметр описанной окружности – не менее 18,7 мм; высота $H_г$ – 8 мм. Условное обозначение:

Гайка М 10,5 ГОСТ 5915-70

По полученным размерам вычертим рабочий чертёж гайки. Коническую фаску на гайке вычерчивают, как правило, по приближённым относительным размерам в долях номинального диаметра резьбы *d* (рис. 52).



D_1 = (0,9...0,95)S; R = 1,5d; r – определяется построением

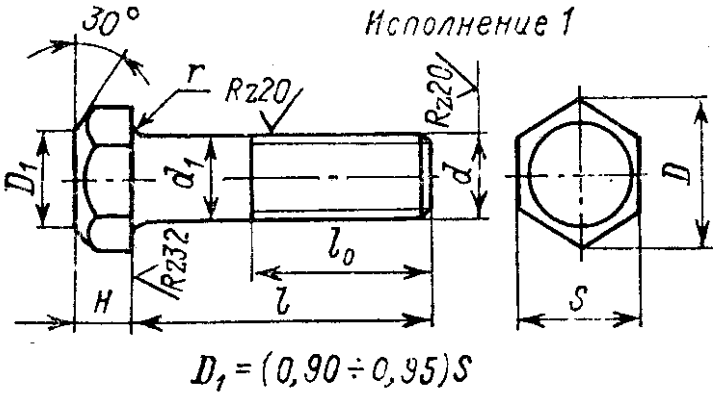
Рис. 52.

Подбор и вычерчивание болта

Подбираем по ГОСТ 7798-70 (таблица 9) болт с шестигранной головкой, исполнение 1, нормальной точности, шаг резьбы крупный. В нашем случае: шаг резьбы – 1,5 мм; диаметр стержня d_1 – 10 мм; размер «под ключ» S – 17 мм; высота головки H – 7 мм; диаметр описанной окружности D – не менее 18,7 мм; радиус под головкой r – не менее 0,4 мм, не более 1,1 мм.

Таблица 9

Основные размеры болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы	d_1	S	H	D, не менее	r	
	крупный					не менее	не более
10	1,5	10	17	7	18,7	0,4	1,1
12	1,75	12	19	8	20,9	0,6	1,6
14	2,0	14	22	9	24,3	0,6	1,6
16	2,0	16	24	10	26,5	0,6	1,6
18	2,5	18	27	12	29,9	0,6	1,6
22	2,5	22	32	14	35,0	0,8	2,2
24	3,0	24	36	15	39,6	0,8	2,2
27	3,0	27	41	17	45,2	1,0	2,7

Номинальная длина болта l подсчитывается по формуле

$$l = a + b + H_г + S_ш + k$$

где a и b – толщины соединяемых деталей;

$H_г$ – высота гайки;

$S_ш$ – толщина шайбы;

k – запас резьбы, определяется в пределах не менее двух шагов резьбы. В нашем случае номинальная длина болта l определится:

$$l = 10 + 30 + 8 + 2 + 3 = 53 \text{ мм}.$$

Полученную длину сравнивают со стандартной длиной болта по ГОСТ 7798-70 (табл. 10) и выбирают ближайшую по величине в сторону увеличения. Для нашего случая l = 55 мм. В той же таблице находим длину нарезной части стержня l_0. l_0 = 26 мм.

Таблица 10

Длина болтов с шестигранной головкой
(нормальной точности) по ГОСТ 7798-70

Длина болта l	Длина резьбы l_0 при диаметре резьбы d (знаком х отмечены болты с резьбой на всю длину стержня)							
	10	12	14	16	18	22	24	27
40	26	30	34	х	х	х	х	х
45	26	30	34	38	х	х	х	х
50	26	30	34	38	42	х	х	х
55	26	30	34	38	42	х	х	х
60	26	30	34	38	42	50	х	х
65	26	30	34	38	42	50	54	х
70	26	30	34	38	42	50	54	60
75	26	30	34	38	42	50	54	60
80	26	30	34	38	42	50	54	60
85	26	30	34	38	42	50	54	60
90	26	30	34	38	42	50	54	60

Запишем условное обозначение болта:

Болт М 10 × 55.58 ГОСТ 7805-70

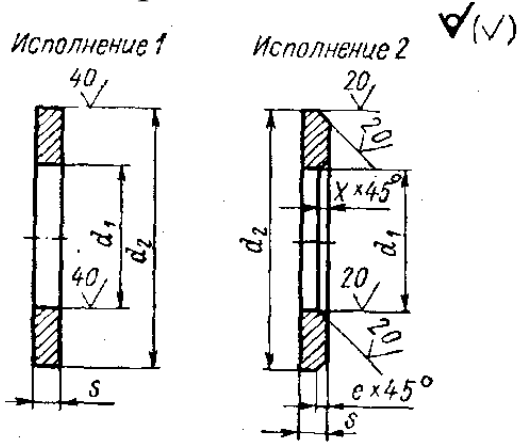
Выполняя рабочий чертёж болта, вычерчивание конической фаски головки болта ведём аналогично приведённому ранее способу для гайки.

Подбор и вычерчивание шайбы

Подбираем по ГОСТ 11371-78 (табл. 9) шайбу нормального вида, исполнение 1.

Таблица 11

Шайбы нормальные по ГОСТ 1137-78



Номинальный диаметр резьбы *d*	d_1	d_2	s	e	*X*, не менее
10	10,5	21	2,0	0,50-1,00	1,00
12	13,0	24	2,5	0,60-1,25	1,25
14	15,0	28	2,5	0,60-1,25	1,25
16	17,0	30	3,0	0,75-1,50	1,50
18	19,0	34	3,0	0,75-1,50	1,50
22	23,0	39	3,0	0,75-1,50	1,50
24	24,0	44	4,0	1,00-2,00	1,50
27	28,0	50	4,0	1,00-2,00	1,50

Запишем её обозначение и размеры:

Шайба 10.01 019 ГОСТ 11371-78

внутренний диаметр d_1 – 10,5 мм; наружный диаметр d_2 – 21 мм; толщина шайбы – 2,0 мм.

Задача 2. Вычертить сборочный чертёж болтового соединения и условное его изображение.

Указания к выполнению задачи 2. Сборочным чертежом по ГОСТ 2.109-73 называют технический документ, который должен давать представление о расположении и взаимной связи соединяемых составных частей изделия и обеспечивать возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. Выполняя сборочный чертёж, следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

При вычерчивании болтового соединения последовательно изображают: соединяемые детали с отверстиями для болта, болт, шайбу, гайку. На главном виде головку болта и гайку показывают с тремя гранями. По ГОСТ 2.305-68 болты в продольном разрезе изображаются, как правило, не рассеченными, также изображаются гайки и шайбы. Наклон штриховки для одной и той же детали должен быть выполнен в одну сторону на всех изображениях.

В болтовых соединениях крепёжные детали вычерчивают по условным размерам в отношении к номинальному диаметру *d*, приведённым на рис. 53.

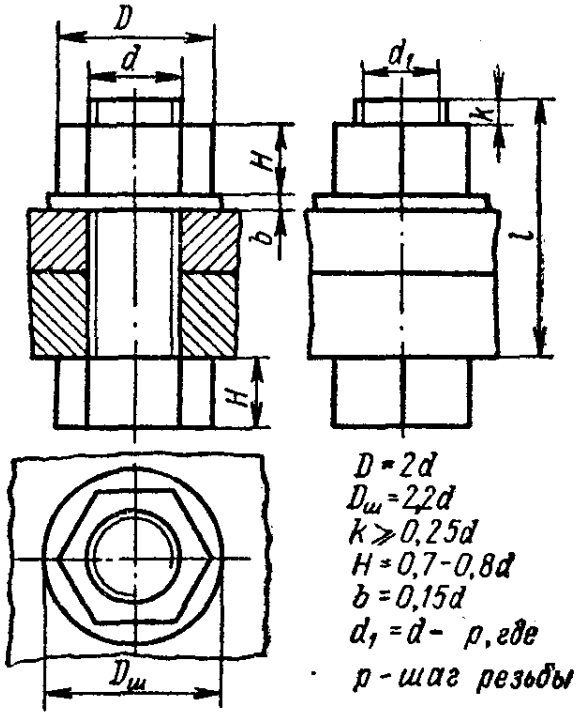


Рис. 53.

На чертеже болтового соединения проставляют лишь два размера: диаметр болта и длину болта.

На сборочных чертежах крепёжные детали по ГОСТ 2.315-68 изображают условно, если диаметр стержня на чертеже равен либо меньше 2 мм. Особенно часто такое изображение встречается в чертежах строительных конструкций. В задании необходимо показать условное изображение болтового соединения.

Пример выполнения листа 1 показан на рис. 54.

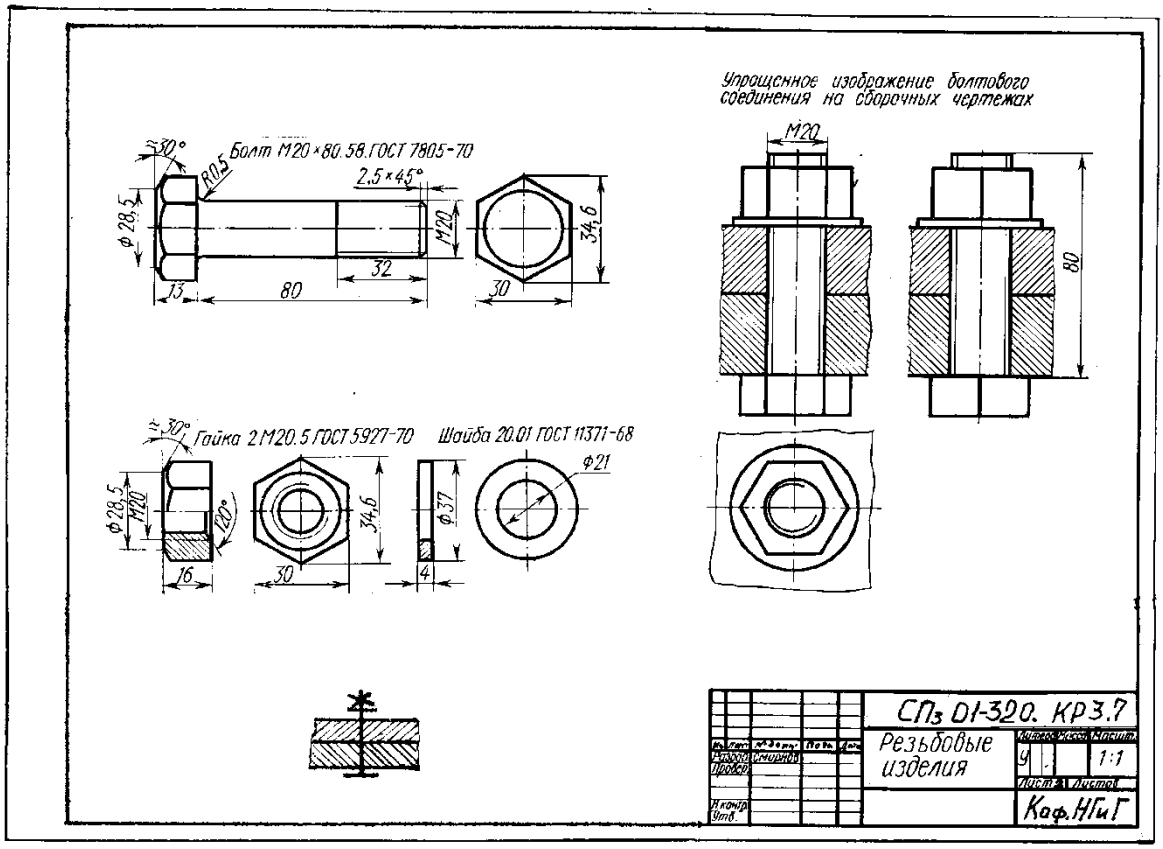


Рис. 54.

Лист 2. На листе решается задача на составление рабочего чертежа детали по сборочному чертежу машиностроительного изделия.

Задача. Выполнить рабочий чертёж детали по сборочному чертежу. Варианты заданий даны в табл. 12, рис. 55, 56, 57, 58.

Таблица 12

Чертёж	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Номер детали									
Рис. 57	3	4	7	8	-	-	-	-	-	-
Рис. 59	-	-	-	-	2	4	5	8	12	15

Указания к выполнению задачи. В зависимости от формы детали, числа видов и выбранного масштаба изображения чертёж выполняется на формате А4 (297×210) или А3 (420×297).

Прежде чем приступить к выполнению рабочего чертежа детали, необходимо внимательно ознакомиться со сборочным чертежом (прочитать сборочный чертёж). Сборочный чертёж читают одновременно с чтением его спецификации (рис. 56 для рис. 55, рис. 58 для рис. 57). Необходимо понять принцип работы устройства и взаимодействие входящих в него деталей. Определить форму деталей и их размеры.

Сборочный чертёж содержит ряд условностей и упрощений. Разрезы и сечения смежных деталей узла заштриховывают в различных направлениях. Если число смежных деталей больше двух, то используется различная частота штриховки. Одну и ту же деталь в разных разрезах заштриховывают одинаково по частоте штрихов и их направлению.

Соединения, которые не могут быть показаны на основных видах, выявляют с помощью дополнительных видов и разрезов.

Все неповторяющиеся детали сборочной единицы на чертеже маркируются указанием порядкового номера позиции. Номера позиций размещают на полках, связанных с деталью выносной линией, на конце которой ставят точку. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа и группируют в

строчку или колонку по ходу или против хода часовой стрелки на всём поле чертежа.

Перемещающиеся части сборочной единицы изображают, как правило, в двух крайних положениях и обводят в одном случае сплошными линиями видимого контура, в другом – штрихпунктирными. При этом проставляют размер хода или вылета перемещающихся частей.

Маховики, рукоятки и другие съёмные детали изображают обычно только на главном виде, вторую их проекцию другую их проекцию – на свободном поле чертежа.

Болты, шпильки и гайки на сборочных чертежах изображают упрощенно (ГОСТ 2.315-68).

Приступая к вычерчиванию детали, необходимо по номеру позиции найти деталь на чертеже, а затем, используя проекционную связь и направление штриховки, определяют изображения детали на других видах. Устанавливают назначение детали и способы её соединения с другими деталями. При выполнении чертежа нужно учитывать, что расположение детали на сборочном чертеже не всегда соответствует расположению видов той же детали на её рабочем чертеже. Например, все детали токарной обработки (оси, валы, штоки и др.), которые в сборочной единице могут занимать вертикальное положение, на рабочем чертеже обычно располагают горизонтально, что соответствует их расположению на станке в процессе обработки.

Размеры, необходимые для вычерчивания детали, получают путём измерения её на сборочном чертеже с учетом масштаба изображения.

На рабочих чертежах деталей размеры проставляют в миллиметрах в строгом соответствии с ГОСТ 2.307-68*.

Пример оформления листа приведен на рис. 59.

Лист 3

Выполняется задача на составление эскиза рабочего чертежа машиностроительной детали. Варианты заданий даны в табл. 13, рис. 55, 56, 57, 58.

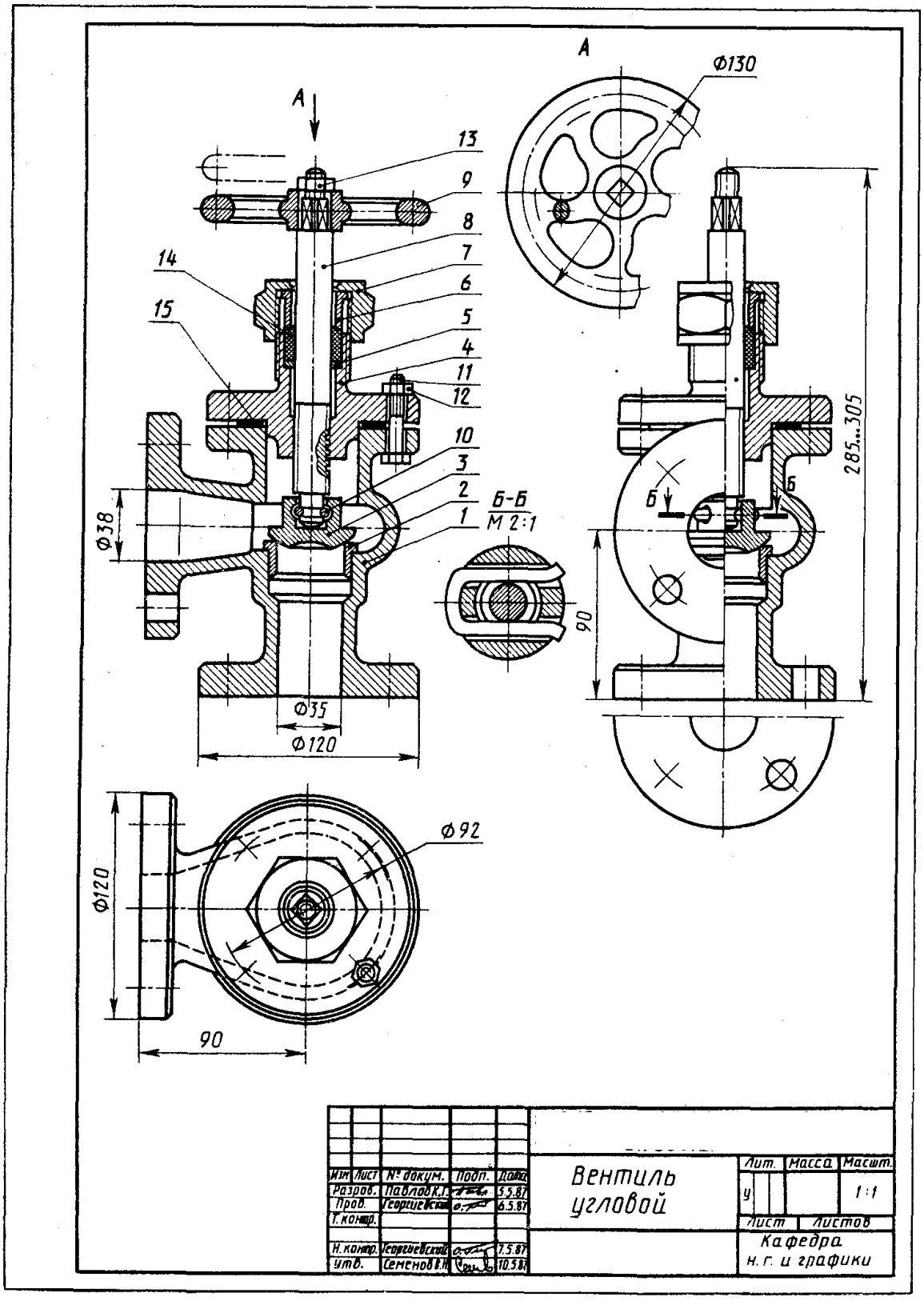

A
Ф130
13
9
8
7
6
5
4
11
12
14
15
10
3
2
1
Ф38
Ф35
Ф120
Б-Б
М 2:1
285...305
90
Б
Ф92
Ф120
90
Вентиль угловой
Лит.
Масса
Масшт.
1:1
Лист
Листов
Кафедра н. г. и графики
Разраб. Павлов К.Л. 5.5.87
Пров. Георгиевский 6.5.87
Н. контр. Георгиевский 7.5.87
Утв. Семенов В.Н. 10.5.87

Рис. 55.

Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
			Документация		
		МУ ВЗИСИ, 1987	Методические указания		
		21. 000. СБ	Сборочный чертеж		
			Детали		
	1	21. 001	Корпус	1	
	2	21. 002	Гнездо клапана	1	
	3	21. 003	Клапан	1	
	4	21. 004	Крышка	1	
	5	21.005	Кольцо	1	
	6	21.006	Втулка	1	
	7	21.007	Гайка накидная	1	
	8	21.008	Шпиндель	1	
	9	21.009	Маховик	1	
			Стандартные изделия		
	10		Шплинт 6 ГОСТ 397-54	1	
	11		Болт М4 7805-62	4	
	12		Гайка М4 ГОСТ 5915-70*	4	
	13		Гайка М10 ГОСТ 5915-70*	1	

Рис. 56.

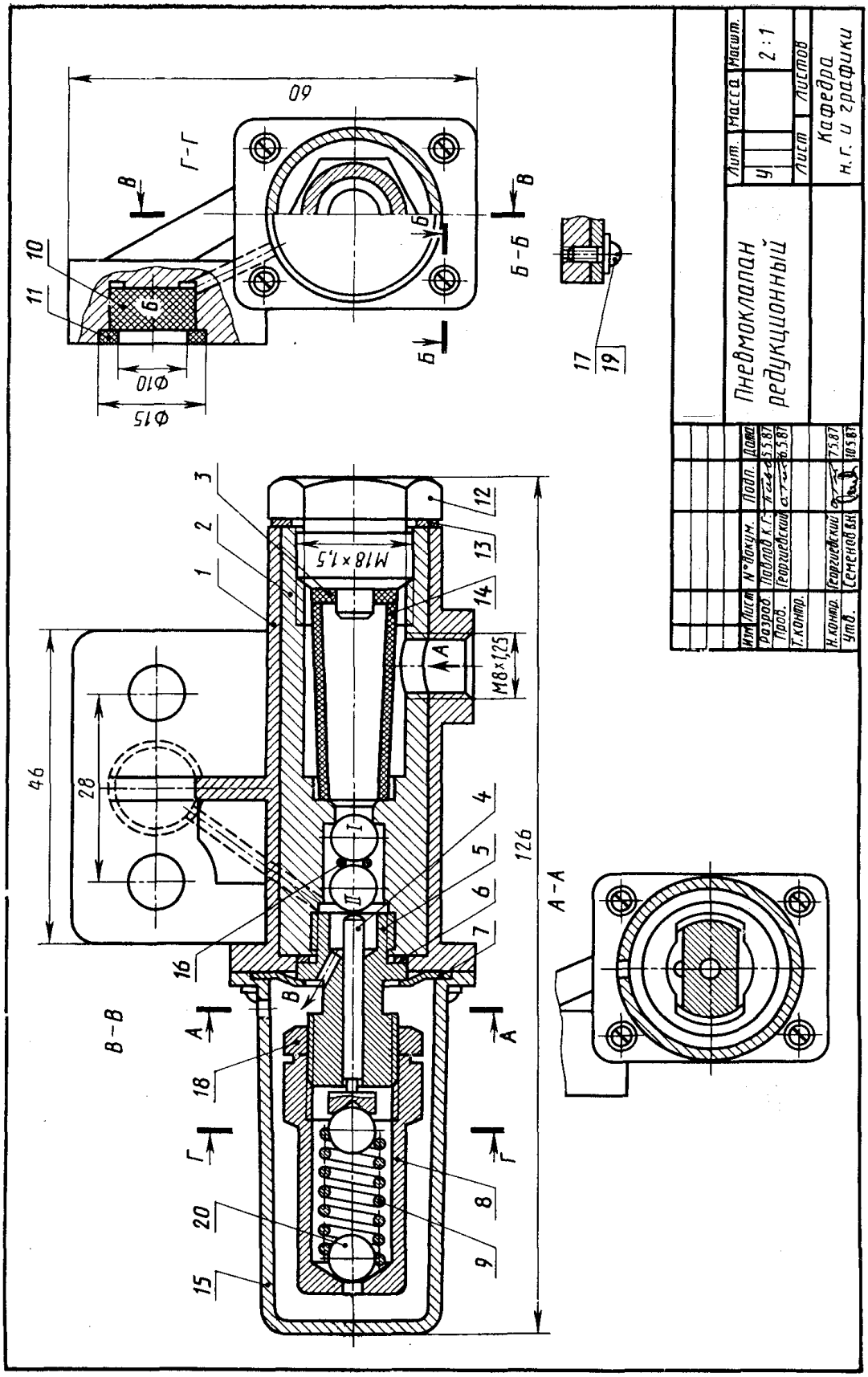

Пневмоклапан редукционный
Кафедра н.г. и графики
Лит.
Масса
Масшт.
2:1
Лист
Листов
Изм.
Лист
№ докум.
Подп.
Дата
Разраб.
Павлов К.Г.
5.5.87
Пров.
Георгиевский
6.5.87
Т.контр.
Н.контр.
Георгиевский
7.5.87
Утв.
Семенов В.Н.
10.5.87
60
Г-Г
Б-Б
В-В
А-А
Ф10
Ф15
M18×1,5
M8×1,25
46
28
126

Рис. 57.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
			МУ ВЗИСИ,1987	Методические указания		
А2			54. 000. СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	54.001	Корпус	1	
А4		2	54.002	Цилиндр корпуса	1	
А4		3	54.003	Кольцо уплотнительное	1	
А4		4	54.004	Шток клапана	1	
А4		5	54.005	Седло выпускного клапана	1	
А4		6	54.006	Прокладка регулиров.	8	
А4		7	54.007	Шайба стопорная	1	
А4		8	54.008	Гайка колпачковая	1	
А4		9	54.009	Пружина	1	
А4		10	54.010	Фильтр сетчатый	1	
А4		11	54.011	Кольцо	1	
А4		12	54.012	Пробка	1	
А4		13	54.013	Пробка уплотнительная	1	
А4		14	54.014	Фильтр металлокерамический	1	
А4		15	54.015	Кожух	1	
А4		16	54.016	Кольцо пружинное	1	
				Стандартные изделия		
		17		Винт М4×10 ГОСТ 17473-72	4	
		18		Гайка М12 ГОСТ 5915-70*	1	
		19		Шайба 4 65Г ГОСТ 6402-70	4	
		20		Шарик V 7мм Р ГОСТ 3722-60	4	

Рис. 58.

Таблица 13

Чертёж	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	Номер детали									
Рис. 55	-	-	-	-	-	-	3	7	4	8
Рис. 57	15	4	12	2	8	5	-	-	-	-

Задача. Выполнить эскиз детали по сборочному чертежу.

Указания по выполнению задания. Эскиз выполняют на листе писчей бумаги в клетку формата А4 (297×210) или А3 (420×297). Можно воспользоваться листами бумаги из тетради в клетку, склеив их до нужного размера.

Эскизом называют изображение детали, выполненное от руки (без помощи чертёжных инструментов) в глазомерном масштабе (с соблюдением пропорций). По содержанию эскиз ничем не отличается от чертежа и выполняется с соблюдением всех правил и условностей машиностроительного черчения.

Эскиз рекомендуется выполнять в такой последовательности:

1) выяснить название детали, её назначение и условие работы;

2) определить по внешним признакам материал детали;

3) определить необходимое количество изображений, выбрать главный вид детали, установить наличие симметрии;

4) разместить изображения на листе, для чего рекомендуется тонкими линиями нанести габаритные прямоугольники для каждого вида, оставив между ними место для размерных линий;

5) в габаритных прямоугольниках нанести оси симметрии, центровые и осевые линии;

6) вычертить контуры детали, канавки, фаски, условное изображение резьбы и т.д.;

7) нанести необходимые разрезы и сечения;

8) нанести размерные линии;

9) обмерить деталь и записать размерные числа;

10) заполнить основную надпись.

Пример оформления листа приведен на рис. 59.

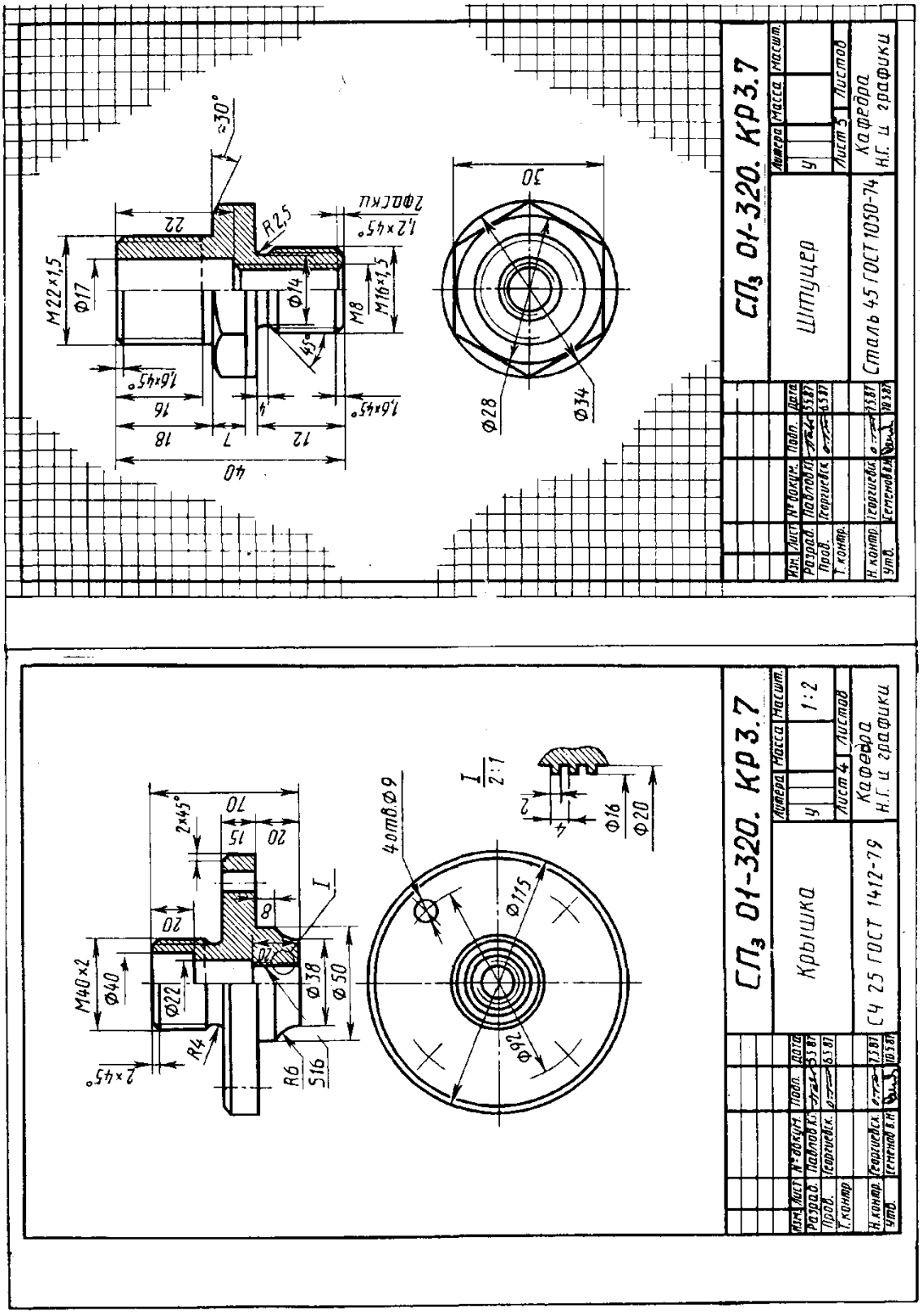


Рис. 59.

Раздел 9. Общие сведения о строительных чертежах

Гз 9 «Чертежи узлов строительных конструкций»

Цель лабораторного занятия и Гз 9. Основная задача заключается в изучении комплекса нормативно-технических документов, необходимых для проектирования, изготовления строительных изделий, производства строительно-монтажных работ. Главное место среди этих документов занимает система проектной документации для строительства (СПДС), базирующаяся на правилах основополагающей единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Основное назначение стандартов СПДС заключается в установлении единых правил выполнения проектной документации для строительства.

Ознакомление с основными правилами выполнения и оформления чертежей строительных инженерных конструкций.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. Назовите основные типы строительных чертежей.
2. Что называют строительной конструкцией?
3. Что называют строительным изделием?
4. Что называют заготовительным чертежом?
5. Какую форму основной надписи используют на чертежах строительных изделий
7. Как ограничивают размерные линии на строительных чертежах?
8. В каких единицах измеряют и проставляют величины линейных размеров?
9. Назовите основные группы пиломатериала, применяемого в строительстве.
10. Назовите способы соединений элементов конструкций из дерева.
11. Назовите основные типы металлопроката, укажите их обозначение.
12. Как соединяют элементы строительных конструкций из металла?
13. Как изображают сварные швы строительных конструкций из металла?

14. Какие особенности необходимо учитывать при графическом оформлении чертежей строительных конструкций из металла?

15. Какие особенности вычерчивания чертежей схемы армирования железобетонных конструкций?

Общие сведения о строительных чертежах

По своему назначению строительные чертежи можно подразделить на: архитектурно-строительные, чертежи строительных изделий, по которым на заводах стройиндустрии изготавливают отдельные части зданий и сооружений, и строительно-монтажные чертежи, и схемы, по которым осуществляется монтаж и возведение зданий и сооружений на строительной площадке.

Часть здания или сооружения определённого функционального назначения, состоящая из взаимно связанных элементов (каркас здания, покрытие, перекрытие, лестницы и др.) называется строительной конструкцией. Для возведения конструкции используют строительные изделия.

Любой предмет или набор предметов производства называется изделием.

Строительные изделия – это элементы конструкции (или её части), предназначенные для строительства здания или сооружения (колонны, ригели, фермы, панели перекрытия и т.д.), изготавливаемые на специализированных предприятиях, а в отдельных случаях на строительной площадке.

Строительные изделия, в зависимости от вида основных применяемых для их изготовления материалов, делятся на бетонные, железобетонные, металлические, деревянные и т.п.

Строительные изделия, входящие в состав общероссийского или территориального каталогов, называются типовыми. На некоторые изделия, например, железобетонные перемычки, панели покрытий и перекрытий, лестничные марши и площадки, разработаны стандарты (ГОСТы). Такие изделия называют стандартными. Изделия, не относящиеся к типовым и стандартным, называют индивидуальными.

Чертежи, по которым изготавливают строительные изделия, называют заготовительными. Чертежи и схемы, по которым ве-

дётся строительство и монтаж зданий и сооружений, называют рабочими и монтажными.

В зависимости от изображаемых объектов различают следующие строительные чертежи:

архитектурно-строительные чертежи общественных, жилых и производственных зданий (сооружений);

инженерно-строительные чертежи различных инженерных сооружений (мостов, гидротехнических сооружений, тоннелей и т.п.);

чертежи строительных конструкций (бетонных, железобетонных, металлических, каменных и из других материалов);

топографические чертежи земной поверхности, изображающие рельеф местности.

При оформлении и выполнении строительных чертежей необходимо руководствоваться Единой системой конструкторской документации (ЕСКД), Системой проектной документации для строительства (СПДС) и Строительными нормами и правилами (СНиП), которые распространяются на все виды проектной документации для строительства. Требования по оформлению строительной документации изложены в ГОСТ 21.101-97.

На строительных чертежах должны быть максимально применены условные обозначения (знаки, линии, буквенно-цифровые обозначения), а также условные и упрощенные графические изображения, предусмотренные соответствующими стандартами.

На листах строительных чертежей выполняют основную надпись по форме 3 (рис. 60) для листов основного комплекта рабочих чертежей и основных чертежей разделов проектной документации, по форме 4 (рис. 61) для первого листа чертежей строительных изделий.

В графах основной надписи (см. номера в скобках на рис.60 и рис. 61) указывают:

в графе 1 – обозначение документа;

в графе 2 – наименование предприятия, в состав которого входит здание (сооружение), или наименование микрорайона, где оно находится;

в графе 3 – наименование здания (сооружения);

в графе 4 – точное наименование изображений, помещённых на данном листе (наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, не указывают);

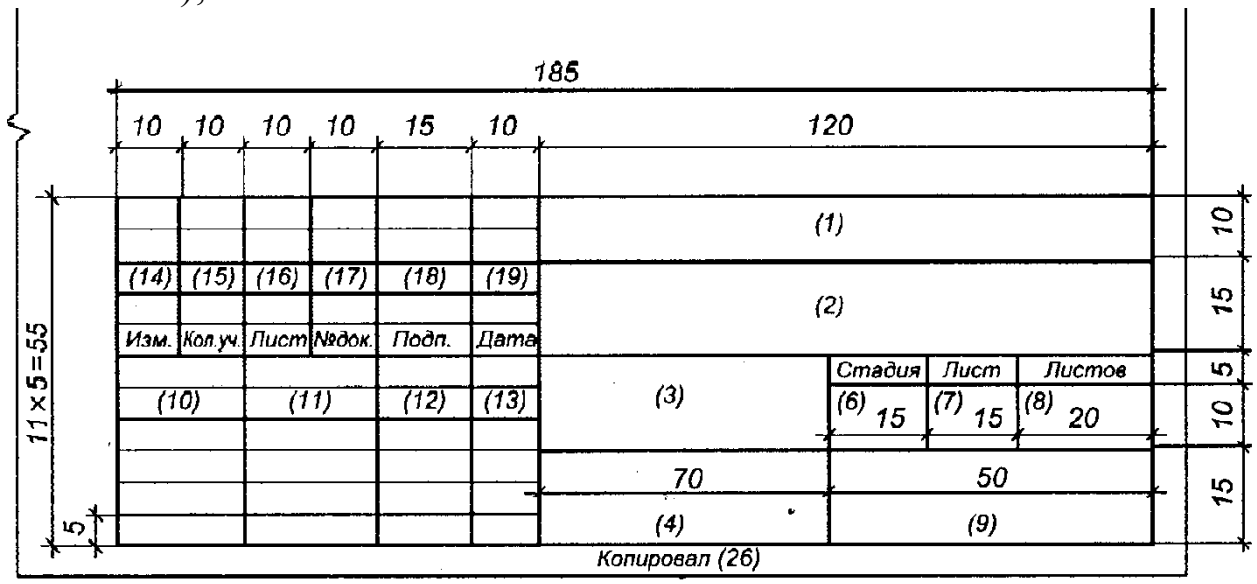


Рис. 60. Основная надпись (форма 3)

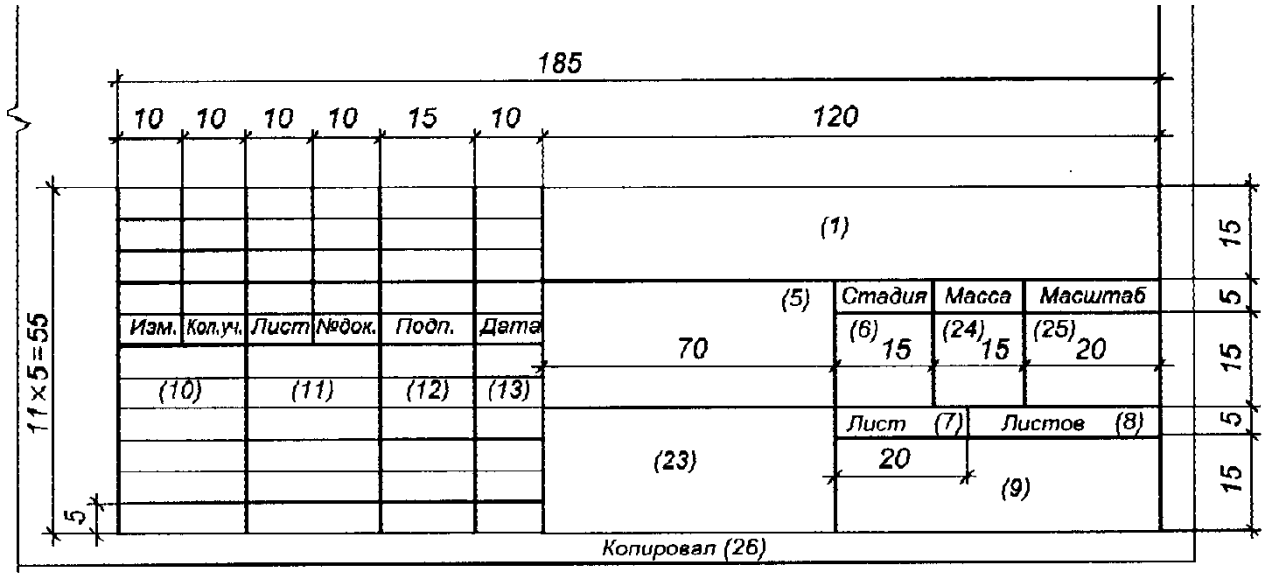


Рис. 61. Основная надпись (форма 4)

в графе 5 – наименование изделия и (или) наименование соответствующего документа;

в графе 6 – условное обозначение стадии проектирования (П – проектная документация, Р – рабочая документация);

в графе 7 – порядковый номер листа или документа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 – общее число листов документа (заполняют только на первом листе);

в графе 9 – наименование или различительный индекс организации, разрабатывающей проект (номер группы на учебных чертежах);

в графе 10 – характер работы (разработал, проверил, нормоконтроль;

в графах 11…13 – фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания;

в графах 14…19 – данные ведомости изменений (на учебных чертежах не заполняют).

При разработке проектной документации, в большинстве случаев, применяют масштабы уменьшения по ГОСТ 2.302-68. Чертежи выполняют в оптимальных масштабах с учетом их сложности и насыщенности информацией. Масштабы на чертежах не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС.

ГОСТ 2.303-68* (и дополнения к нему) устанавливает начертание и основное назначение линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Линии чертежа должны быть четкими, ровными, одинаковой толщины по всей длине. Особенности применения типов линий, их начертания и толщины, с учётом специфики различных строительных чертежей, будут указаны в соответствующих разделах данного пособия.

Правила нанесения размеров на строительных чертежах устанавливают ГОСТ 2.307-68 и 21.501-93. Для ограничения размерных линий на пересечении их с линиями контура, выносными, осевыми и центровыми применяют засечки (рис. 62, *а*). Стрелка, показанная на рис. 62, *б*, используется для указания размеров диаметров, радиусов и углов. При недостатке места для засечек на размерных линиях, расположенных цепочкой, применяют точки (рис. 62, *в*).

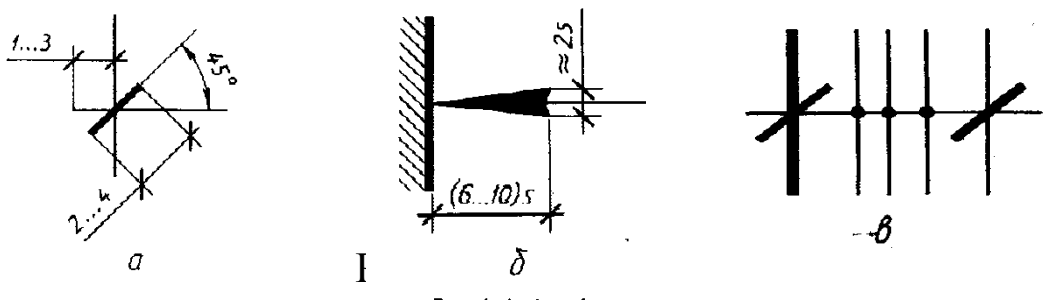


Рис. 62. Ограничение размерных линий

Нанесение размерных и выносных линий, а также направление засечек, показано на рис. 63.

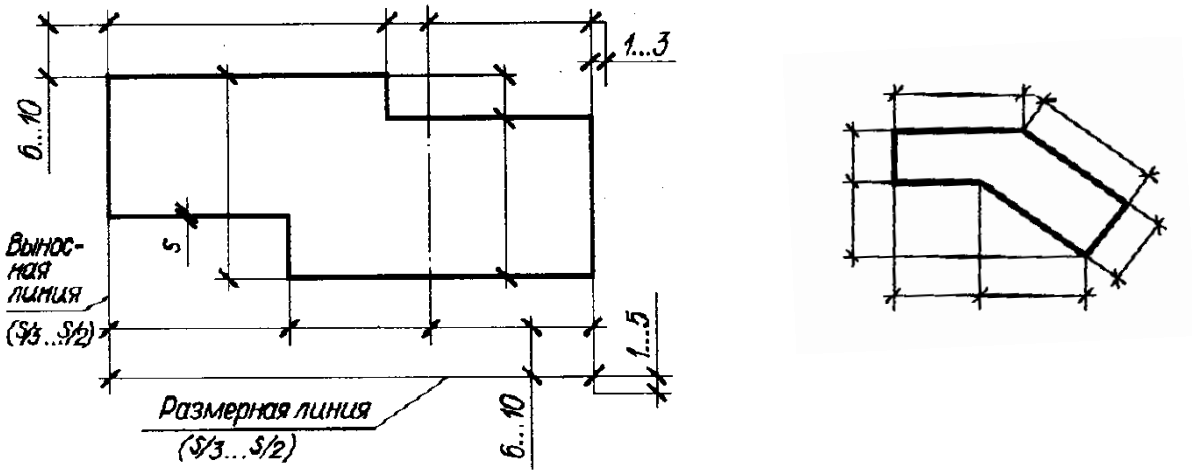


Рис. 63. Нанесение размерных и выносных линий

Состав Гз 9:

Задание выполняется на 3 листах формата А3. Основная надпись по форме 4. Рекомендуется разрабатывать чертежи задания **Гз 9** в универсальной графической системе AutoCAD.

Лист 1. Чертежи конструкций из дерева.
Общие сведения

Древесина как строительный материал имеет самое широкое применение. Лёгкость в обработке, малая масса, низкая теплопроводность, достаточная прочность – все эти положительные особенности древесины объясняют её популярность и эффективность. Особенно целесообразно применение деревянных кон-

струкций в зданиях и сооружениях с химически агрессивными средами. К недостаткам древесины следует отнести неоднородность структурного строения, возгораемость, возможность загнивания и разрушение насекомыми. Однако современные методы обработки позволяют устранить и эти недостатки.

Лесоматериалы, применяемые в строительстве, делят на три основные группы.

1. Круглый лес представляет собой очищенные от коры и сучьев стволы дерева. Этот материал применяют на стройке без продольной распиловки.

Брёвна строительные имеют в верхнем отрубе диаметр не менее 120 мм при длине 4-6,5 м (рис. 64, *а*).

Подтоварник (круглый тонкий) имеет диаметр верхнего отруба 80-100 мм.

Жерди имеют диаметр верхнего отруба 30-70 мм.

Промежуточное положение между круглым и пиленым лесом занимают:

пластины – бревна, распиленные пополам (рис. 64, *б*);

четвертины – брёвна, распиленные на четыре части (рис. 64, *в*).

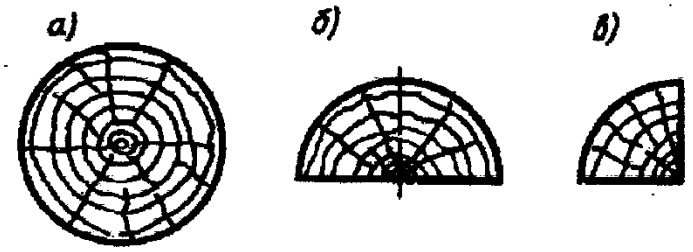


Рис. 64.

2. Пиленый лесоматериал представляет собой опиленные стволы деревьев.

Лежни или *двухкантные брусья* – опиленные с двух сторон брёвна (рис. 65, *а*). Крайние части бревна, идущие в отход, называются горбылём. *Горбыль* используется в строительстве в качестве вспомогательного материала.

Брусья – опиленные с четырёх сторон брёвна. Толщина и ширина их более 100 мм. Брусья бывают с обзолом (рис. 65, *б*) или чисто обрезные (рис. 65, *в*).

Бруски – толщина (Н) не более 100 мм и ширина (В) не более двойной толщины (рис. 65, *г*).

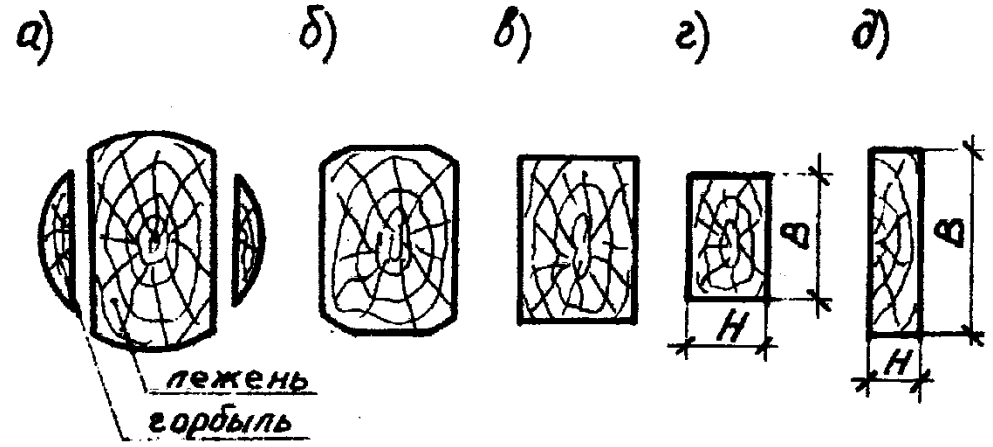


Рис. 65.

Доски – толщина (*Н*) не более 100 мм и ширина (*В*) более двойной толщины (рис. 46, д). В зависимости от чистоты кромок доски делятся на обрезные и необрезные.

3. Строительные изделия из древесины – это шпунтованные доски, плинтусы, наличники, поручни для перил, паркет, строительная фанера и т.п.

Из дерева изготавливают стены, перегородки, стропила, прогоны, балки, фермы, полы, оконные и дверные блоки другие элементы зданий и сооружений.

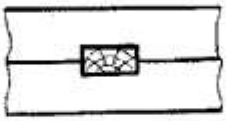
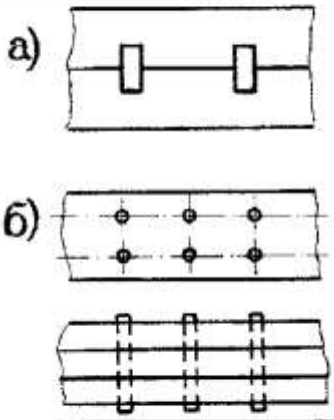
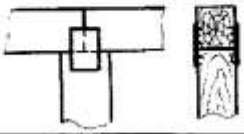
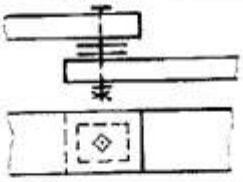
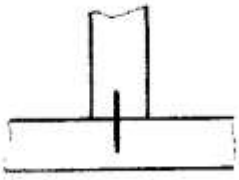
Для возведения из отдельных элементов деревянной конструкции используют виды соединений, условные изображения которых по ГОСТ 21.107-78* приведены в табл. 14.

Врубки – соединения, в которых усилия передаются непосредственным упором приторцованных друг к другу брёвен, брусьев, досок. Врубки применяют для соединения элементов ферм, стен, перекрытий. Соединённые на врубках элементы часто дополнительно скрепляют болтами, хомутами, скобами и т.п.

Нагели – это стержни или пластины, которые препятствуют взаимному сдвигу соединяемых элементов. *Цилиндрические нагели* применяют преимущественно в стыковых и угловых соединениях. *Пластинчатыми нагелями*, как правило. Сплачивают брусья. Нагели плотно закладывают в заранее просверленные или продолбленные отверстия.

Шпонки – представляют собой вкладыши, которые препятствуют сдвигу сопрягаемых элементов. Используют деревянные и металлические шпонки. Они могут быть призматическими, кольцевыми, продольными, наклонными. Часто шпоночные соединения используют совместно с болтовым креплением.

Таблица 14

Стык элементов на схематических чертежах в масштабе 1:100 и менее	
Соединение на шпонках деревянных	
Соединение на нагелях: а) пластинчатых б) цилиндрических	
Соединение на коннекторах	
Соединение на шайбах	
Соединение на скобах	

Коннекторы – прямоугольные пластины с заострёнными выступами. Коннекторы охватывают стык брусчатых элементов с двух сторон, они заменяют накладки с гвоздями.

Кроме перечисленных для соединения деревянных элементов широко используют гвозди, шурупы, глухари (шурупы большого диаметра), стяжные болты, клеевые соединения.

Состав задания (Лист 1):

- вычертить узел конструкции из дерева в масштабе 1:10
- вычертить схему конструкции в масштабе 1:100
- вычертить заготовительные чертежи двух элементов конструкции.

Исходные данные приведены в табл. 15 и на рис. 66; 67; 68; 69; 70.

Таблица 15

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема фермы	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Узел	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3

Схема стропильной фермы №1 Схема стропильной фермы №2

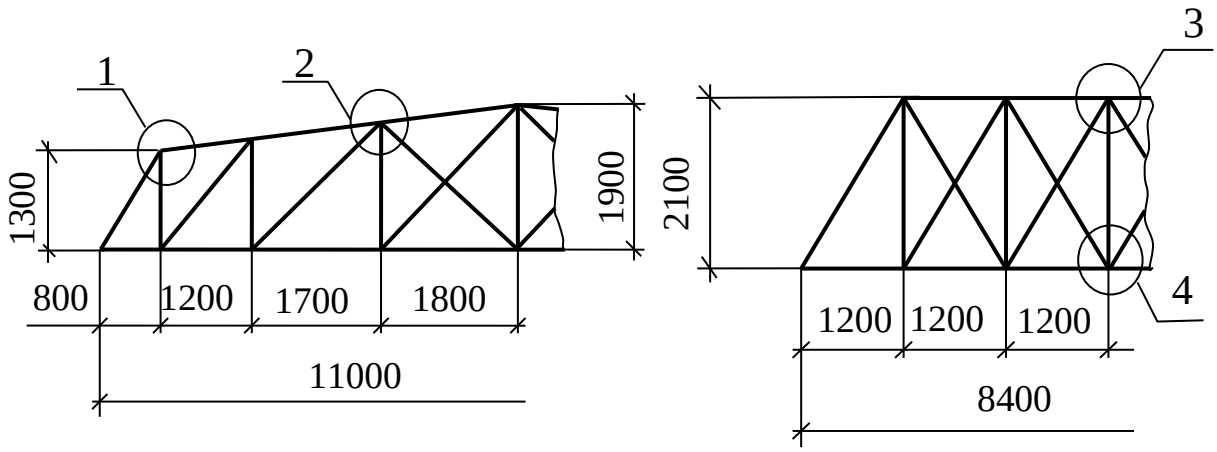


Рис. 66.

Указания по выполнению листа 1. Чертежи несущих конструкций зданий входят в состав основного комплекса рабочих документов чертежей марки КД (конструкции деревянные).

На рабочих чертежах рекомендуется вычертить геометрическую схему конструкции с указанием усилий в стержнях и если необходимо с изображением опор.

Затем вычерчивают саму конструкцию, начиная с проведения осей элементов.

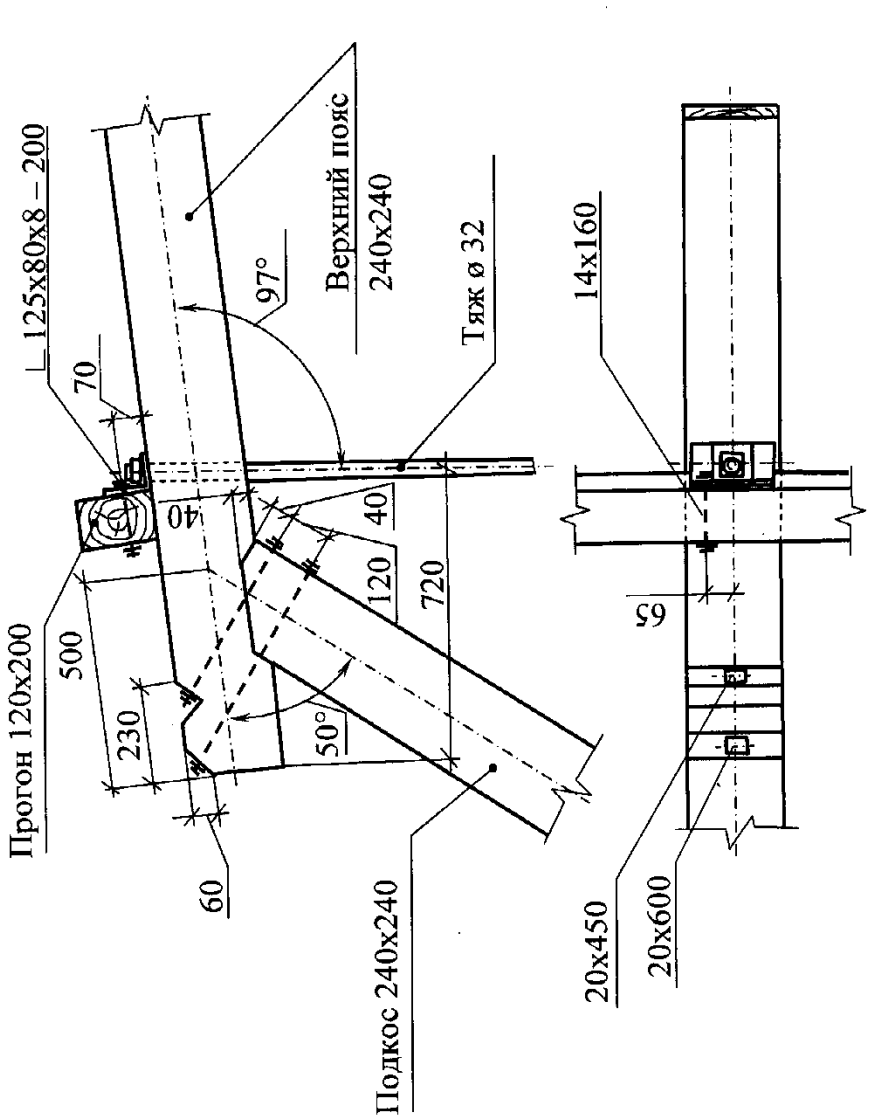


Рис. 67. Узел 1

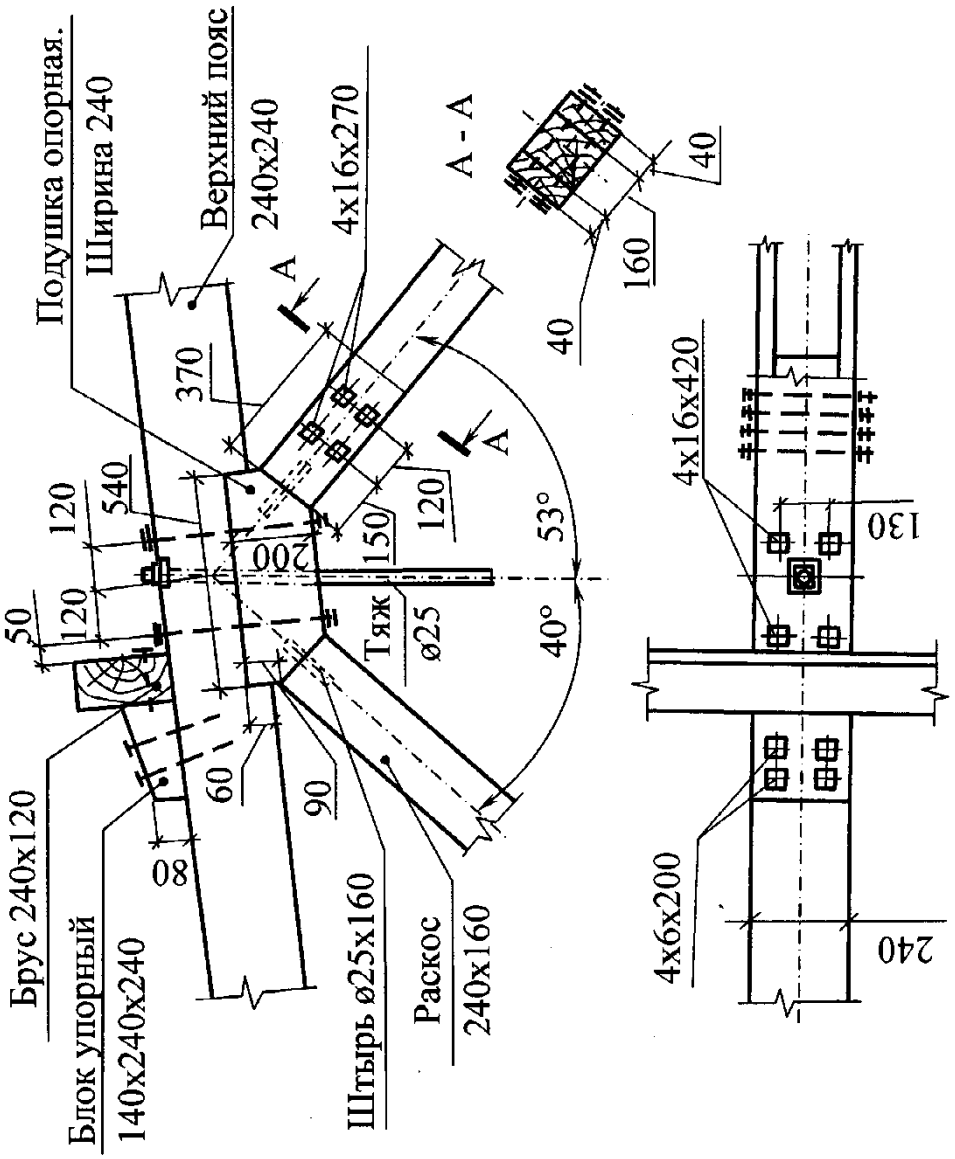

Подушка опорная.
Ширина 240
Верхний пояс
240x240
4x16x270
A - A
40
160
40
A
A
370
540
120
120
50
200
150
120
53°
40°
Тяж
ø25
60
90
80
Брус 240x120
Блок упорный
140x240x240
Штырь ø25x160
Раскос
240x160
4x16x420
130
4x6x200
240

Рис. 68. Узел 2

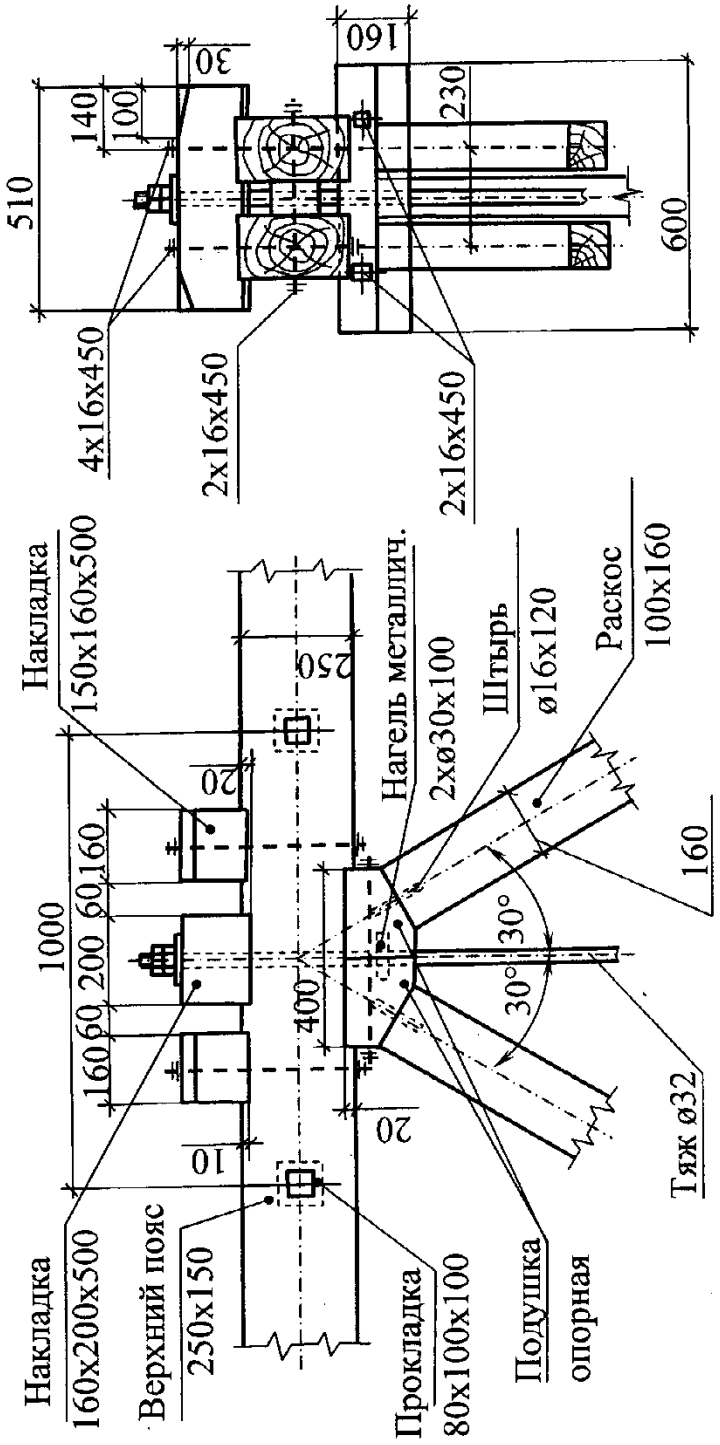

510
140
100
30
160
230
600
4x16x450
2x16x450
2x16x450
Накладка
150x160x500
250
20
1000
160
60
200
60
160
400
10
20
Нагель металлич.
2xø30x100
Штырь
ø16x120
Раскос
100x160
160
30°
30°
Тяж ø32
Накладка
160x200x500
Верхний пояс
250x150
Прокладка
80x100x100
Подушка
опорная

Рис. 69. Узел 3

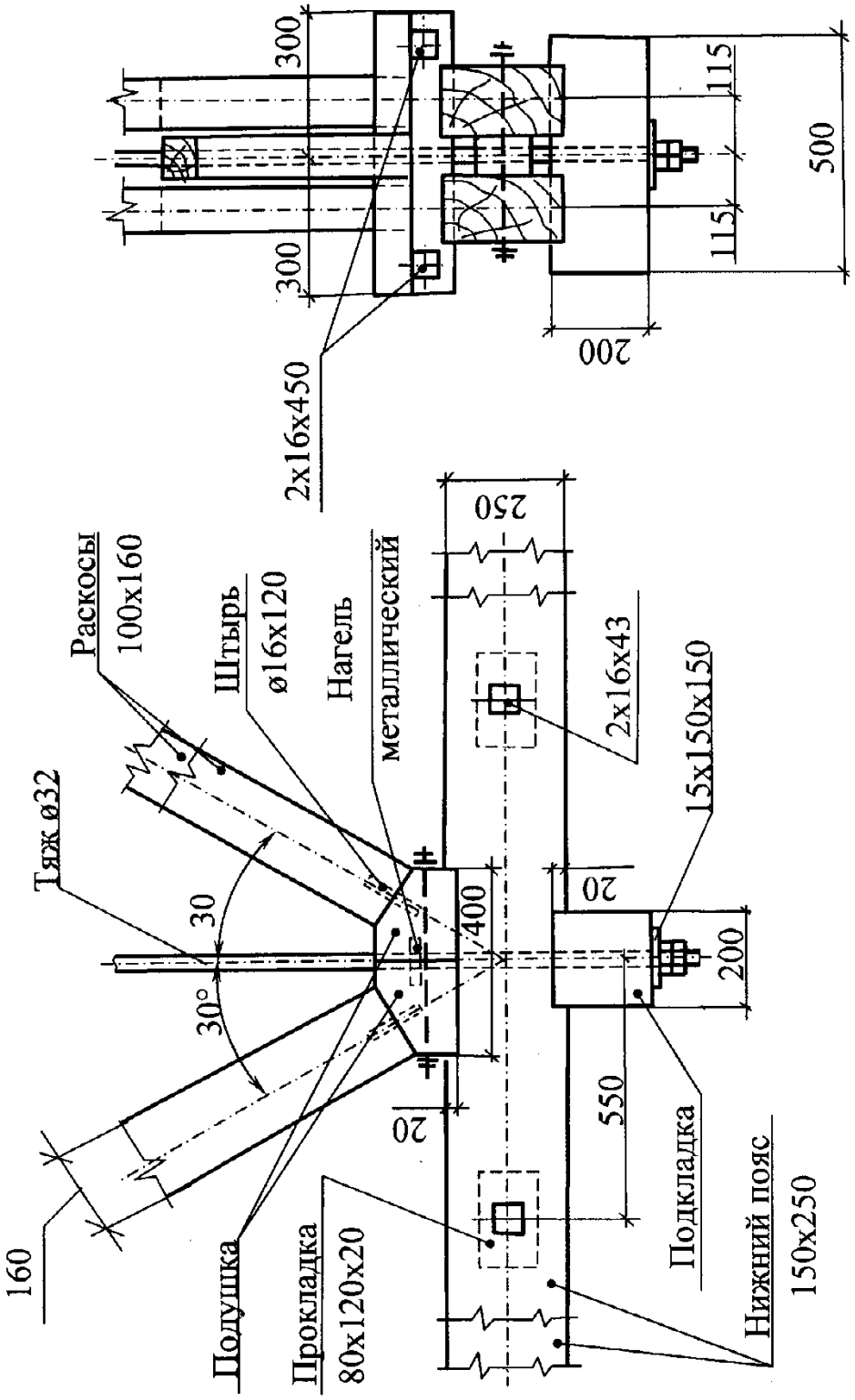

300
300
115
115
500
200
2x16x450
250
Раскосы
100x160
Штырь
ø16x120
Нагель
металлический
2x16x43
15x150x150
Тяж ø32
30
30°
400
20
200
20
550
160
Полушка
Прокладка
80x120x20
Подкладка
Нижний пояс
150x250

Рис. 70. Узел 4

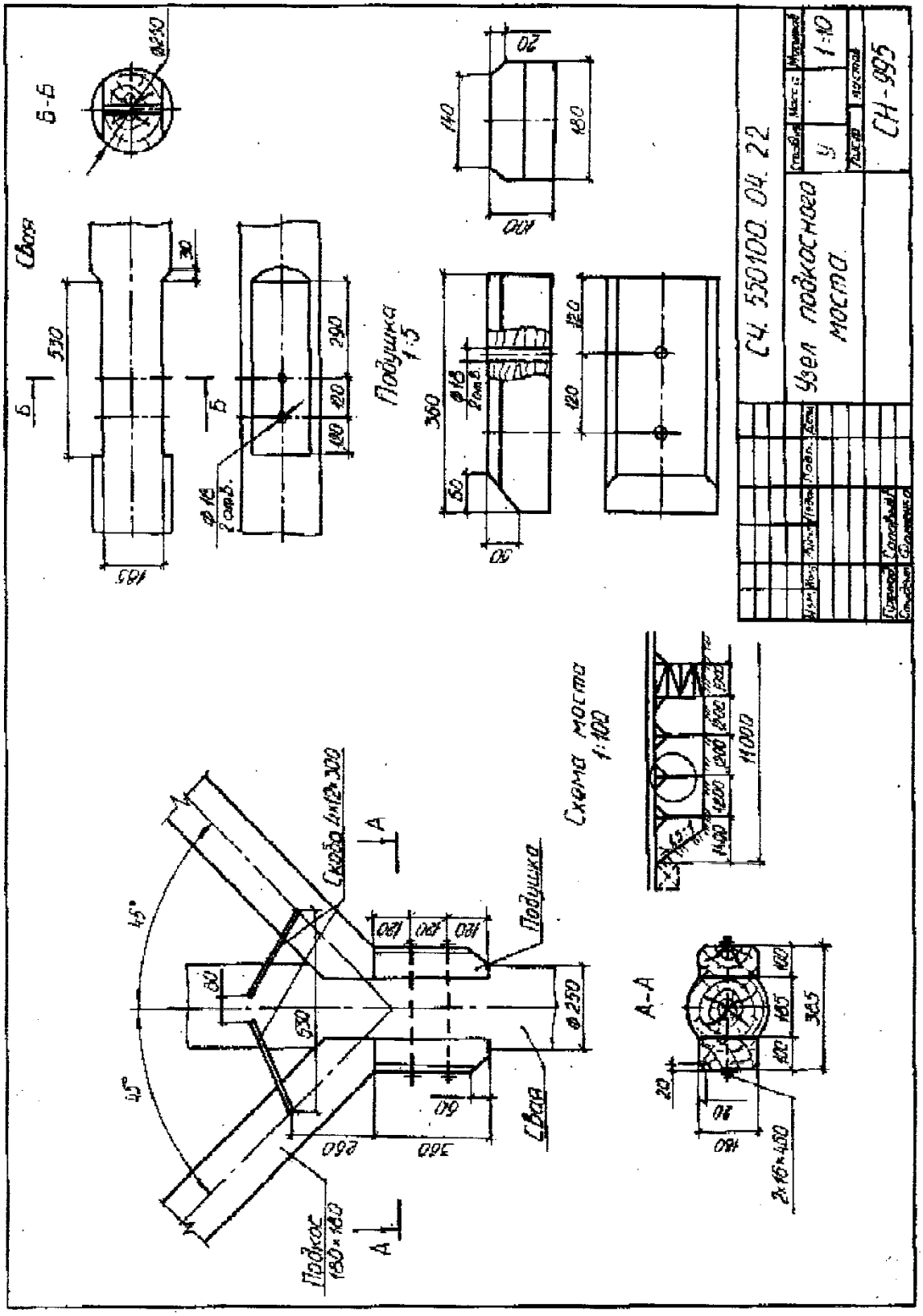

Свая
Б-Б
Подушка 1:5
Схема моста 1:100
А-А
Подкос 180×180
Сковор 4×12×300
Подушка
Свая
СЧ 550100 04 22
Узел подкосного моста
СН-995
1:10

Рис. 71.

После обводки контуров конструкции проставляют размеры и выполняют сквозную маркировку. Маркировку элементов выполняют цифрами на полках-выносках длиной примерно 9 мм или внутри окружности диаметром 9 мм. При маркировке над полочкой указывают номер позиции, а под полочкой выносную надпись, в которой указывают размеры сечений элементов.

На главном виде, если это необходимо, указывают также направление взгляда или направление секущей плоскости.

Рядом с главным видом можно выполнить изображение верхнего и нижнего поясов фермы, причём нижний пояс показывают часто без некоторых элементов фермы.

Здесь же могут быть вычерчены узлы конструкции и даны заготовительные чертежи отдельных элементов.

Узлы вычерчивают обычно в более крупном масштабе, чем главный вид конструкции. Необходимо на чертеже сохранить такое положение элементов, какое принято на главном виде. На чертежах узлов указывают вид соединения и соединяющие элементы – накладки, прокладки, гвозди, болты, скобы и т.п., а также их расположение и размеры.

Заготовительные чертежи отдельных элементов выполняют в том же масштабе, что и узлы. Однако при необходимости изображения могут быть увеличены. Элементы конструкции на заготовительных чертежах изображают, как правило, в положении обработки. На рис. 71 представлен пример выполнения задания.

Лист 2. Чертежи конструкций из металла.

Общие сведения

Наряду с другими материалами в строительстве широко применяют металл. В настоящее время большое распространение получили конструкции из стали и сплавов алюминия.

Металлические конструкции большей частью используют в зданиях промышленного и гражданского назначения, имеющих значительные пролёты. Для изготовления массовых строительных конструкций чаще всего применяют стальные прокатные (горячекатаные) профили. В последнее время получили применение также тонкостенные профили, формируемые в холодном состоянии штамповкой, гибкой или прокаткой из стального листа

или ленты. Металлические конструкции изготавливают также из сварных профилей, создаваемых из отдельных элементов.

Наибольшее распространение имеют следующие профили стандартной прокатной стали: угловая равно- и неравнополочная, тавр, двутавр, швеллер.

Основные элементы стандартного прокатного профиля имеют конкретные названия. Элемент, обозначенный и характеризуемый величиной *b* в угловой стали, двутавре, швеллере и других профилях, называется полкой. Вертикальный элемент в двутавре, швеллере имеющий высоту *h*, называют стенкой. Подробное наименование элементов угловой стали дано на рис. 72.

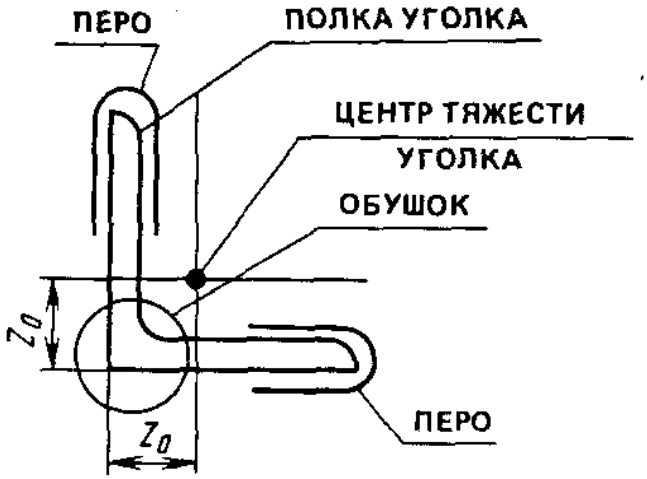


Рис. 72.

Для обозначения угловой равно- и неравнополочной стали пользуются знаками и надписями по типу ∟100×10; ∟180×50×5. У равнополочной угловой стали первая, а у неравнополочной первая и вторая цифры указывают ширину полок. Третья цифра (у равнополочной вторая) обозначает толщину полок. Тавр (⊥), двутавр (I) и швеллер ([) обозначают знаком и цифрой. Например, [20 (знак определяет вид профиля, цифра – его номер и высоту профиля в сантиметрах).

Как правило, металлические конструкции изготавливают на специализированных заводах, а затем доставляют на место стройки различным транспортом. Это делает необходимым членение каждой конструкции на «отправочные марки». Отправоч-

ная марка – часть конструкции, удобная для транспортирования. Каждая отправочная марка выпускается с завода с возможно большей степенью готовности.

На рабочих чертежах рекомендуется вычертить геометрическую схему конструкции с указанием усилий в стержнях и, если необходимо, с изображением опор. Геометрическую схему вычерчивают сплошными основными линиями в непосредственной близости от основного изображения. На геометрических схемах металлоконструкций размеры расстояний между точками пересечения осевых линий (линий центров тяжести поперечных сечений) стержней наносят над линиями схемы без выносных и размерных линий. При необходимости на геометрическую схему кроме размеров наносят расчетные усилия с соответствующим знаком. Симметричную конструкцию, как правило, вычерчивают полностью, и на одной половине схемы наносят размеры, а усилия - на другой.

При отсутствии на чертеже геометрической схемы допускается направление наклонных линий в элементах связей обозначать треугольником, стороны которого параллельны соответствующим линиям. Треугольник располагают в непосредственной близости от этих элементов. Затем вычерчивают саму конструкцию, начиная с проведения осей элементов. Последовательность построения чертежа узла фермы из металла приведена на рис. 73.

Следует помнить, что расположение видов элементов металлических конструкций несколько отличается от расположения видов деревянных и железобетонных конструкций. На чертежах металлоконструкций вид сверху располагают в проекционной связи над главным видом; вид снизу – под главным видом; вид справа – справа от главного вида; вид слева – слева от главного. На главном виде, если это необходимо, указывают также направление взгляда или направление секущих плоскостей.

При вычерчивании сетки геометрических осей элементов фермы следует осевые линии пересекать в одной точке.

Сетку геометрических осей располагают на чертеже так, чтобы над главным видом фермы можно было разместить изображение верхнего пояса, а под главным видом – проекцию ниж-

него пояса. Слева и справа от главного вида следует оставлять место для видов и сечений.

Для построения элементов фермы используют, как правило, двухмасштабное изображение. Длину элемента решётки фермы, стойки и раскоса изображают в более мелком масштабе (в том масштабе, в котором построена геометрическая схема осей), а поперечные размеры этих же элементов строят в более крупном (обычно в два раза) масштабе. Например, если длину стойки строят в масштабе 1:20, то ширину её чертят в масштабе 1:10. Вычерчивая элементы решётки фермы, следует геометрические оси сетки совмещать с осями, проходящими через центры тяжести уголков или других профилей проката, из которых выполнена ферма.

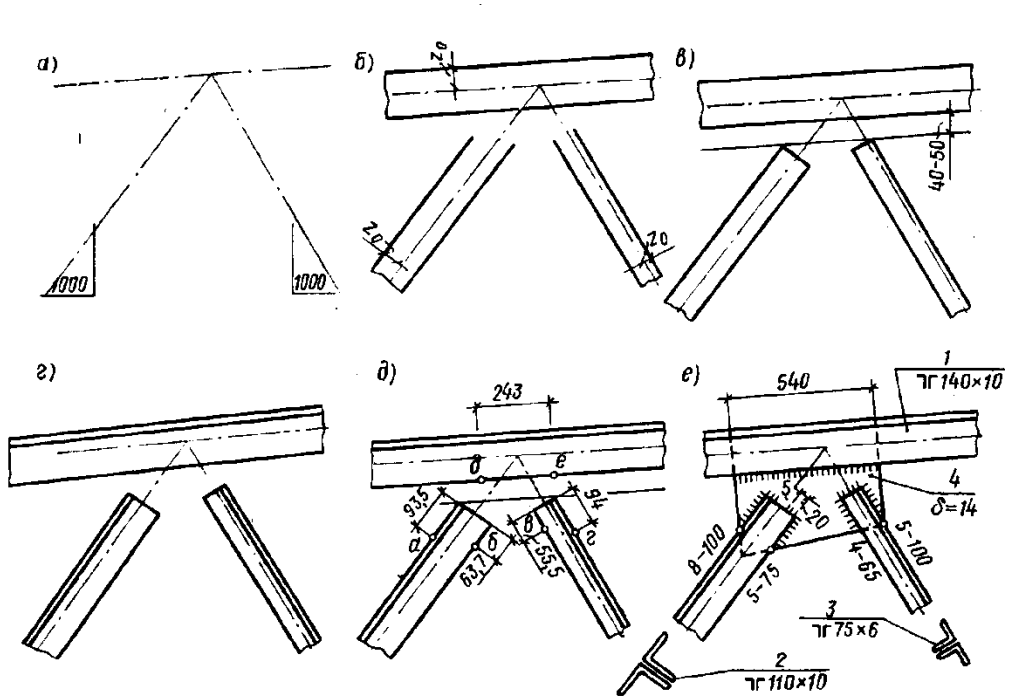


Рис. 73.

Стойки и раскосы не доводят до контура верхнего и нижнего пояса на 40-50 мм. Это необходимо для размещения сварных швов, а также позволяет избежать концентрации сварочных напряжений.

Элементы фермы соединяют с помощью металлического листа-фасонки или косынки, к которым их приваривают.

Фасонка должна иметь наиболее простую форму прямоугольника или трапеции. При расположении фасонки в узле часто верх фасонки утапливают между уголками верхнего пояса на 10-12 мм, а в нижнем поясе выпускают за обушок на 10-20 мм для удобства сварки.

На строительных чертежах допускается применять условное изображение швов сварных соединений по ГОСТ 21.107-78* (табл. 16).

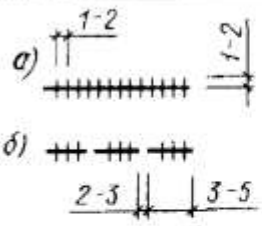
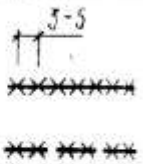
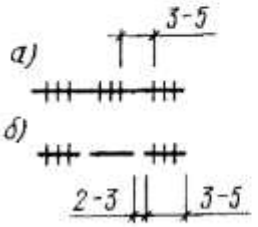
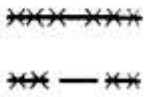
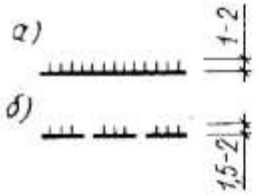
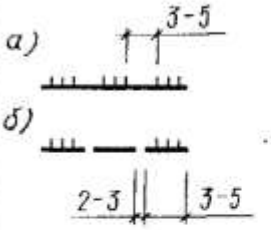
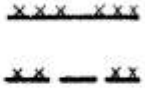
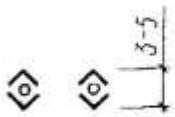
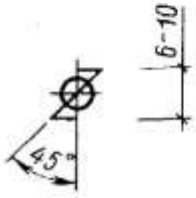
Элементы решётки фермы, состоящие из двух уголков, необходимо соединять специальными планками жесткости, которые располагают между уголками и приваривают к уголкам с двух сторон.

Далее вычерчивают дополнительные виды, разрезы, сечения и детали. Контуры элементов металлических конструкций из прокатных профилей, изображённые на разрезах и сечениях, допускается изображать без скругления углов и не штриховать.

После обводки контуров конструкции проставляют размеры и выполняют сквозную маркировку. Маркировку элементов выполняют цифрами на полках линий-выносок длиной не менее 9 мм. При маркировке над полочкой указывают номер позиции, а под полочкой выносную надпись, в которой указывают профили и размеры сечений элементов. Если элемент конструкции состоит из одного профиля или на чертеже изображено действительное число входящих в сечение профилей и их действительное расположение, то число профилей не указывают. Условное обозначение профилей и их действительное положение в элементе конструкции допускается указывать по типу][, ⌊, ⌋⌊, приводя также данные о размерах профилей. В эти данные записывают при необходимости и длину детали, которая отделяется от размера сечения знаком «тире», например ⌊*75×8 – 3500*. Сведения о размерах профиля следует наносить параллельно его изображению на полке линии-выноски или без неё.

Таблица 16

Условное изображение сварных швов по ГОСТ 21.107-78*

Наименование	Изображение:	
	заводской	монтажный
1. Шов сварного соединения стыкового, сплошного: *а*) – с видимой стороны *б*) – с невидимой стороны		
2. То же, прерывистый: *а*) – с видимой стороны *б*) – с невидимой стороны		
3. Шов сварного соединения углового, таврового или нахлёсточного, сплошной: *а*) – с видимой стороны *б*) – с невидимой стороны		
4. То же, прерывистый: *а*) – с видимой стороны *б*) – с невидимой стороны		
5. Шов сварного нахлёсточного соединения контактный точечный.		
6. Шов сварного нахлёсточного соединения электрозаклёпочный (с круглым отверстием)		

Состав задания (Лист 2):

- вычертить узел стальной сварной стропильной фермы в масштабе 1:10;

- вычертить схему конструкции в масштабе 1: 100;

- сконструировать и вычертить заготовительный элемент конструкции (фасонки, косынки или накладки).

Указания по выполнению задания. По заданному варианту (см. табл. 17) определить сечение и обозначение элементов, входящих в узел.

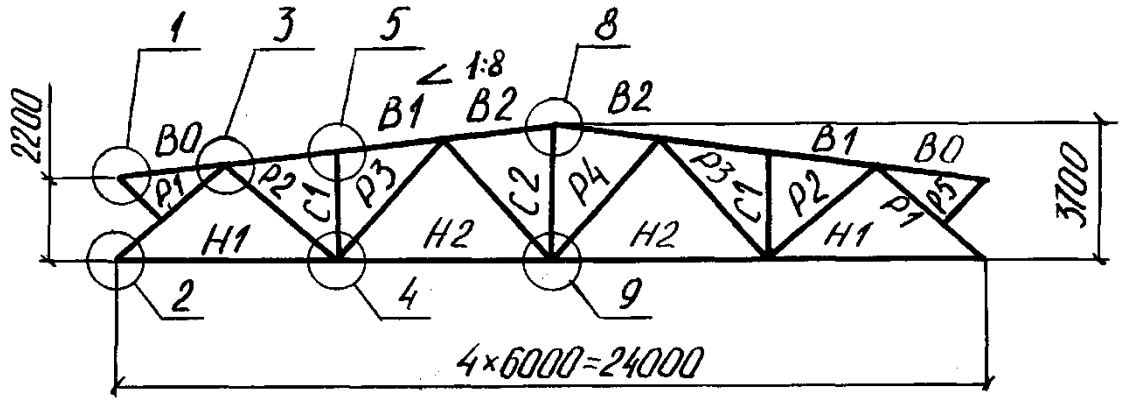
В табл. 18, 19 приведены размеры сечения и расстояния от центра тяжести до наружных граней полок для уголков, из которых изготовлены элементы фермы. Используя эти данные и конструкции унифицированных узлов, соответствующих заданиям (рис. 74–78), вычерчивают узел фермы в необходимом количестве видов. Размеры фасонки или накладки назначают пропорционально по отношению к нанесённым на чертеже унифицированного узла некоторым указанным размерам.

Задание выполняется на листе формата А3. Пример оформления задания показан на чертеже (рис. 79).

Таблица 17

Варианты задания

Схема стропильной фермы



Варианты	Номер узла	Стержень		
		Обозначение	Материал	Сечение
0, 9	4	H1 H2 C1 P2 P3	Ст.3	⌋⌊75 × 6 ⌋⌊125 × 80 × 7 ⌉⌈80 × 5,5 ⌉⌈80 × 5,5 ⌉⌈90 × 6
1,8	1	B0 P5	Ст.3	⌉⌈90 × 6 ⌊63 × 4
2,7	2	H1 P1	Ст.3	⌋⌊75 × 6 ⌉⌈125 × 8
3,6	3	B0 B1 P1 P2	Ст.3	⌉⌈90 × 6 ⌉⌈140 × 10 ⌉⌈125 × 8 ⌉⌈80 × 5,5
4,5	5	B1 C1	Ст.3	⌉⌈140 × 10 ⌉⌈80 × 5,5

Таблица 18

Прокатная угловая неравнополочная сталь (по ГОСТ 8510-72)

B	b	d	R	r	x_0	y_0
110	70	6,5	10,0	3,3	15,8	35,5
125	80	7,0	11,0	3,7	18,0	40,1
		10,0	11,0	3,7	19,2	41,4
180	110	10,0	14,0	4,7	24,4	58,8

Обозначения:
B – ширина большей полки;
b – ширина меньшей полки;
d – толщина полки;
R – радиус внутреннего закругления;
r – радиус закругления полки;
x_0, y_0 – расстояния от центра тяжести до наружных граней полки.

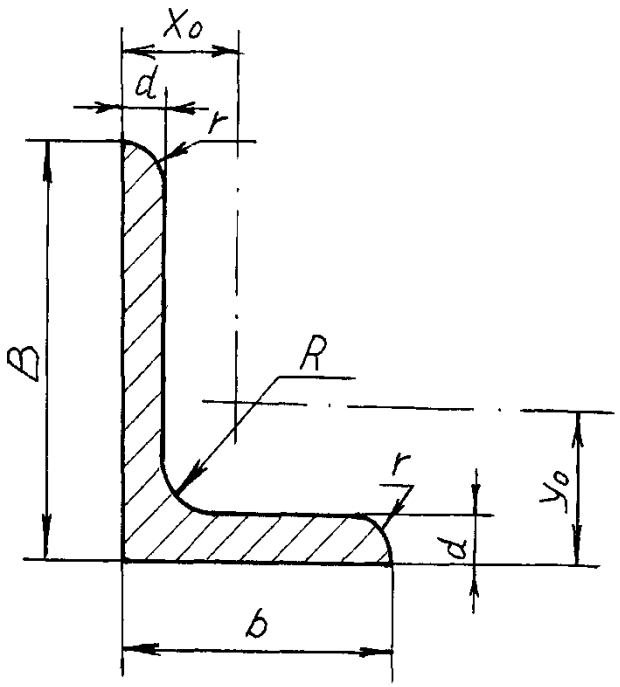
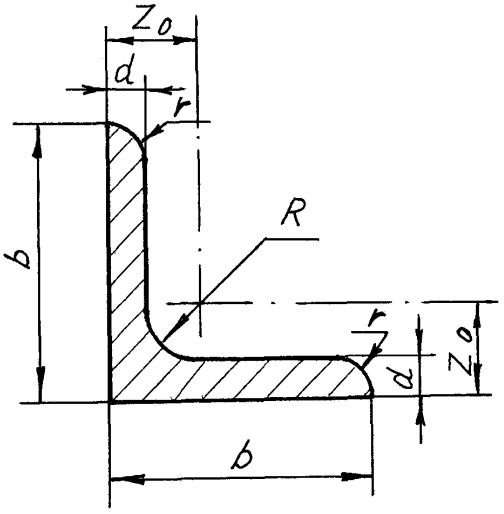


Таблица 19

Прокатная угловая равнополочная сталь (по ГОСТ 8509-72)

b	d	R	r	z_0
63	4,0 6,0	7,0 7,0	2,3 2,3	16,9 17,8
70	4,5 6,0	8,0 8,0	2,7 2,7	18,8 19,4
75	5,0 6,0	9,0 9,0	3,0 3,0	20,2 20,6
80	5,5 6,0	9,0 9,0	3,0 3,0	21,7 21,9
90	6,0 8,0	10,0 10,0	3,3 3,3	24,3 25,1
100	6,5 8,0	12,0 12,0	4,0 4,0	26,8 27,5
125	8,0 10,0	14,0 14,0	4,6 4,6	33,6 34,5
140	9,0 10,0	14,0 14,0	4,6 4,6	37,8 38,2
160	11,0 16,0	16,0 16,0	5,3 5,3	43,5 45,5



Обозначения:
b – ширина полки;
d – толщина полки;
R – радиус внутреннего закругления;
r – радиус закругления полки;
z_0 – расстояние от центра тяжести до наружной грани полки.

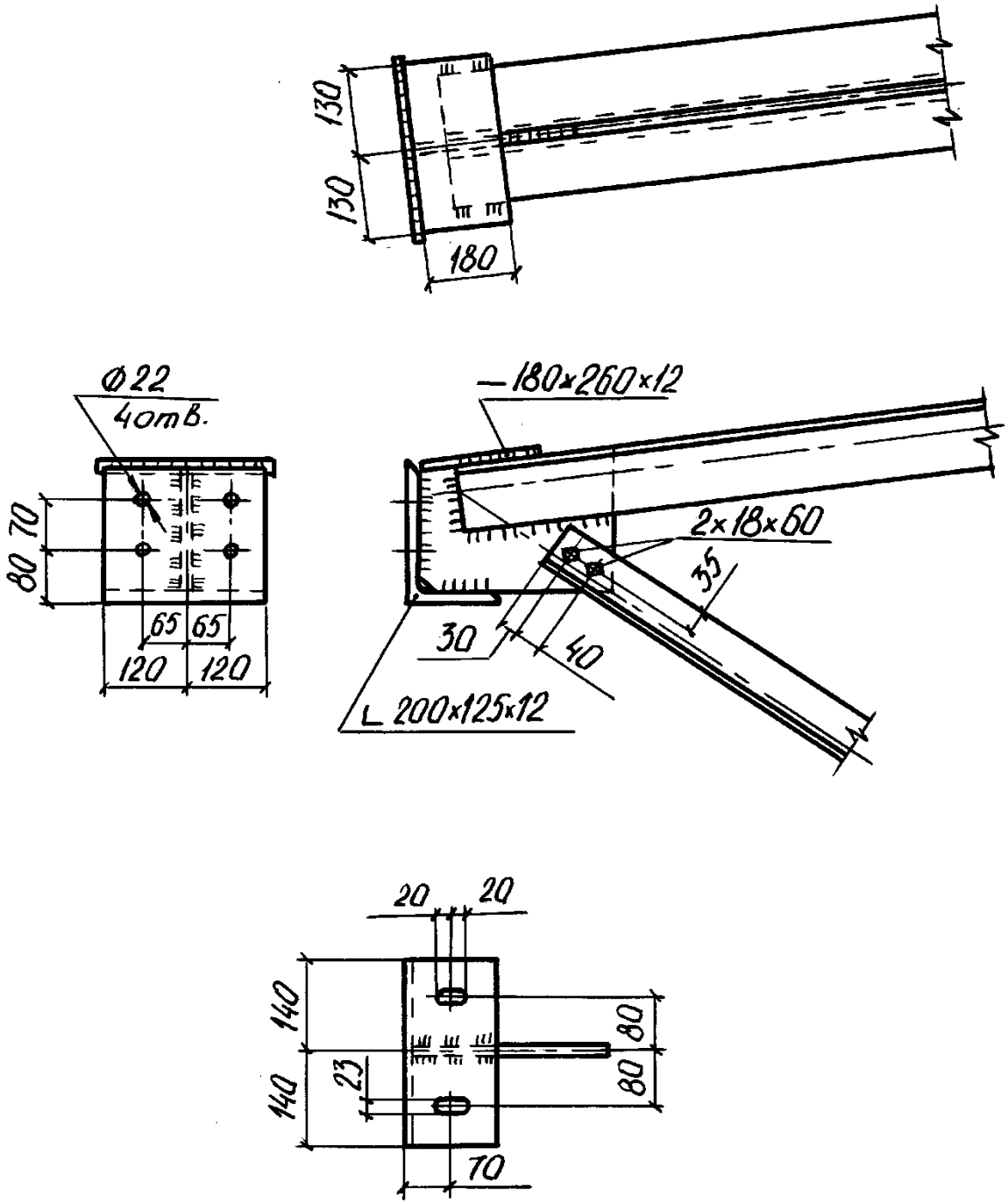


Рис. 74. Узел 1 – верхний опорный узел

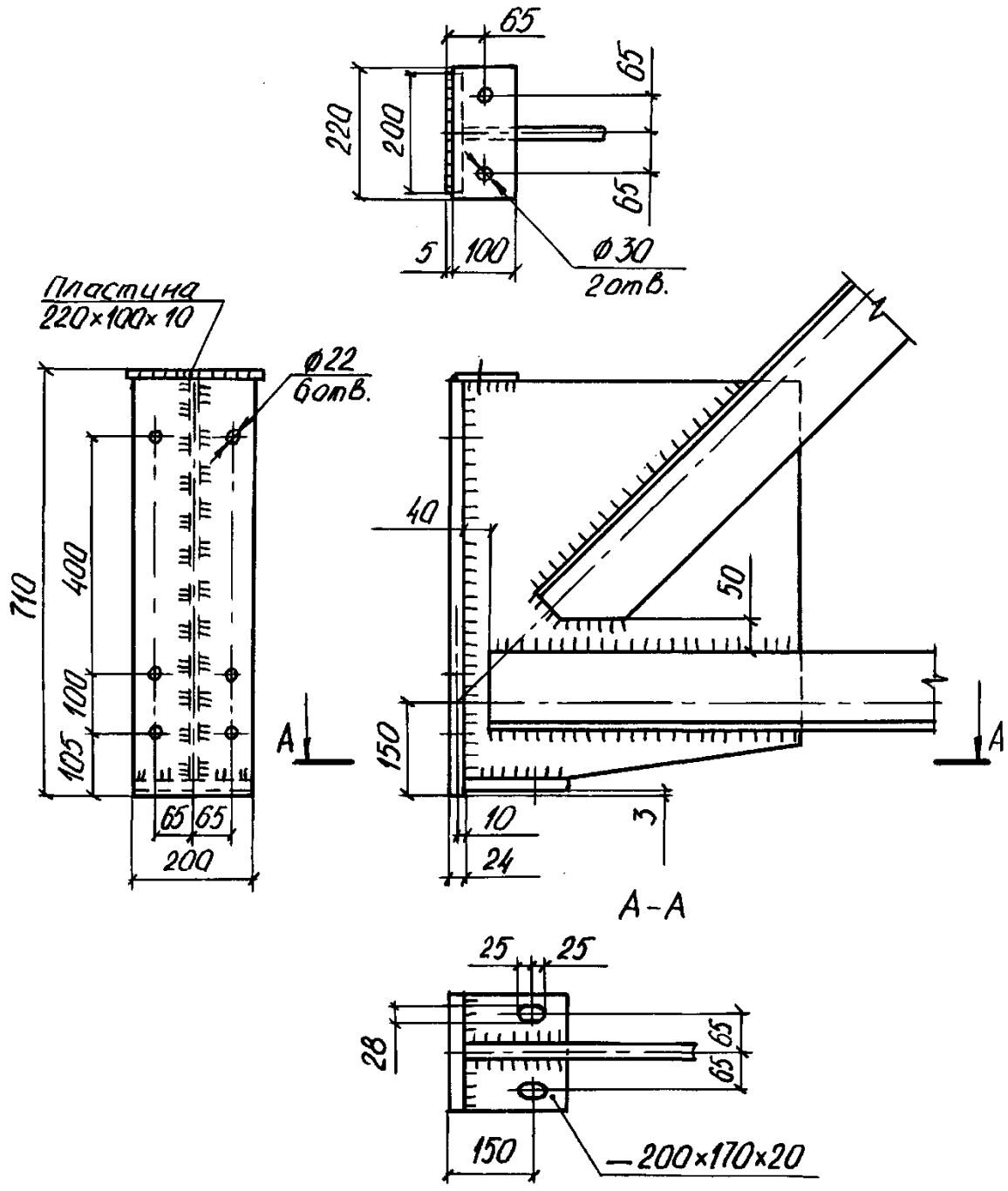


Рис. 75. Узел 2 – нижний опорный узел

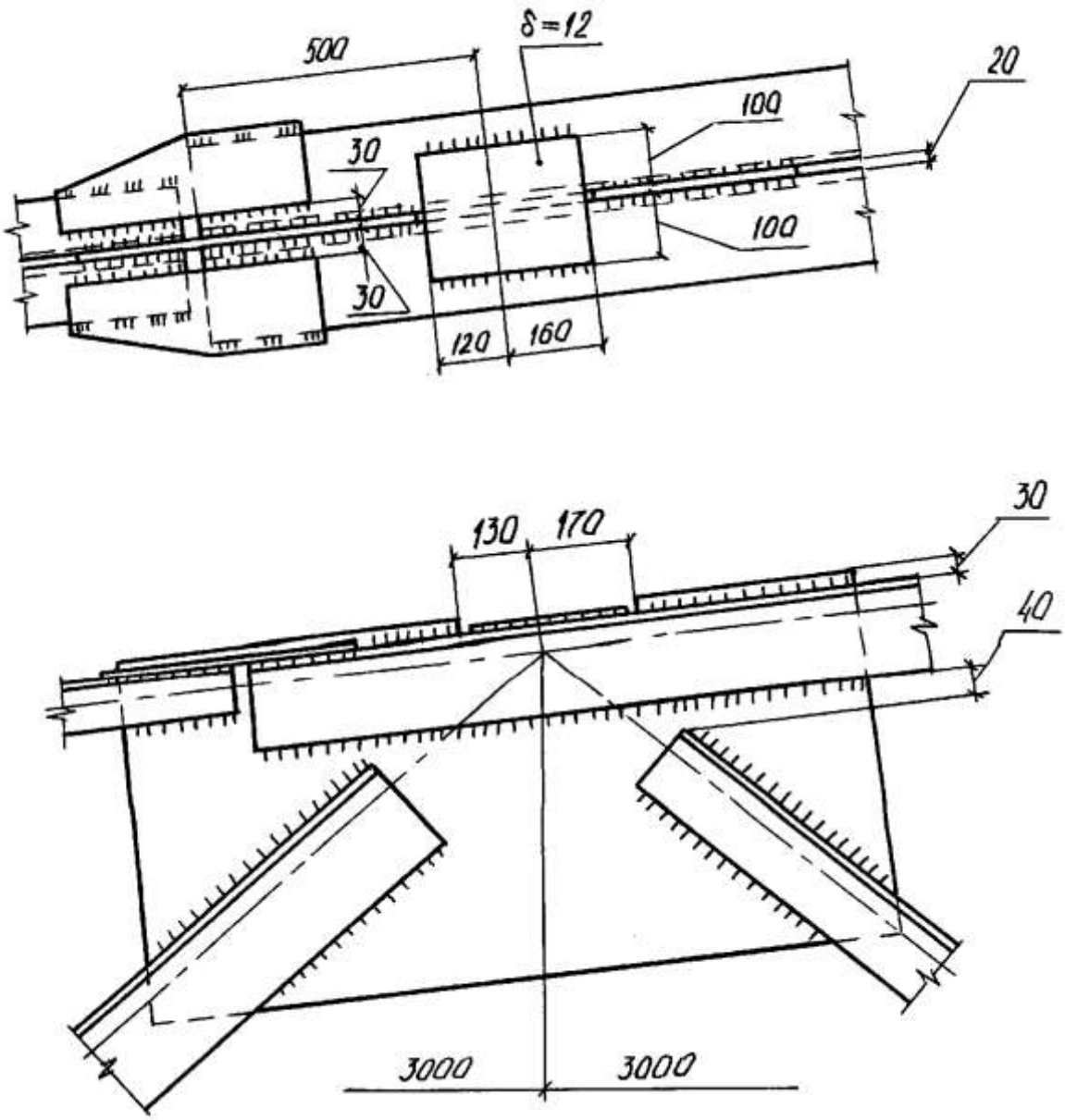


Рис. 76. Узел 3 – сопряжение верхнего пояса с раскосами

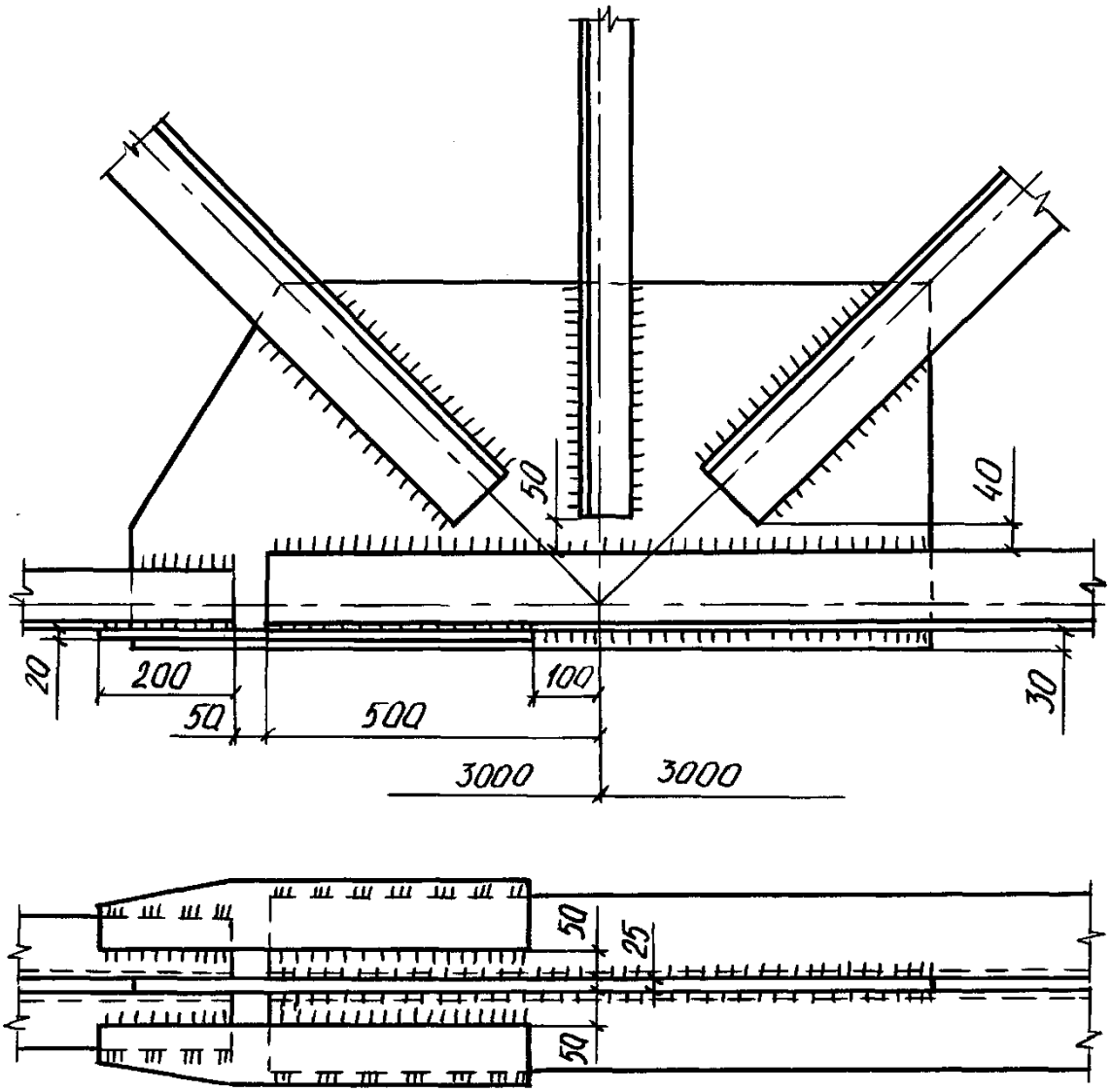


Рис. 77. Узел 4 – сопряжение нижнего пояса
с раскосами и дополнительной стойкой

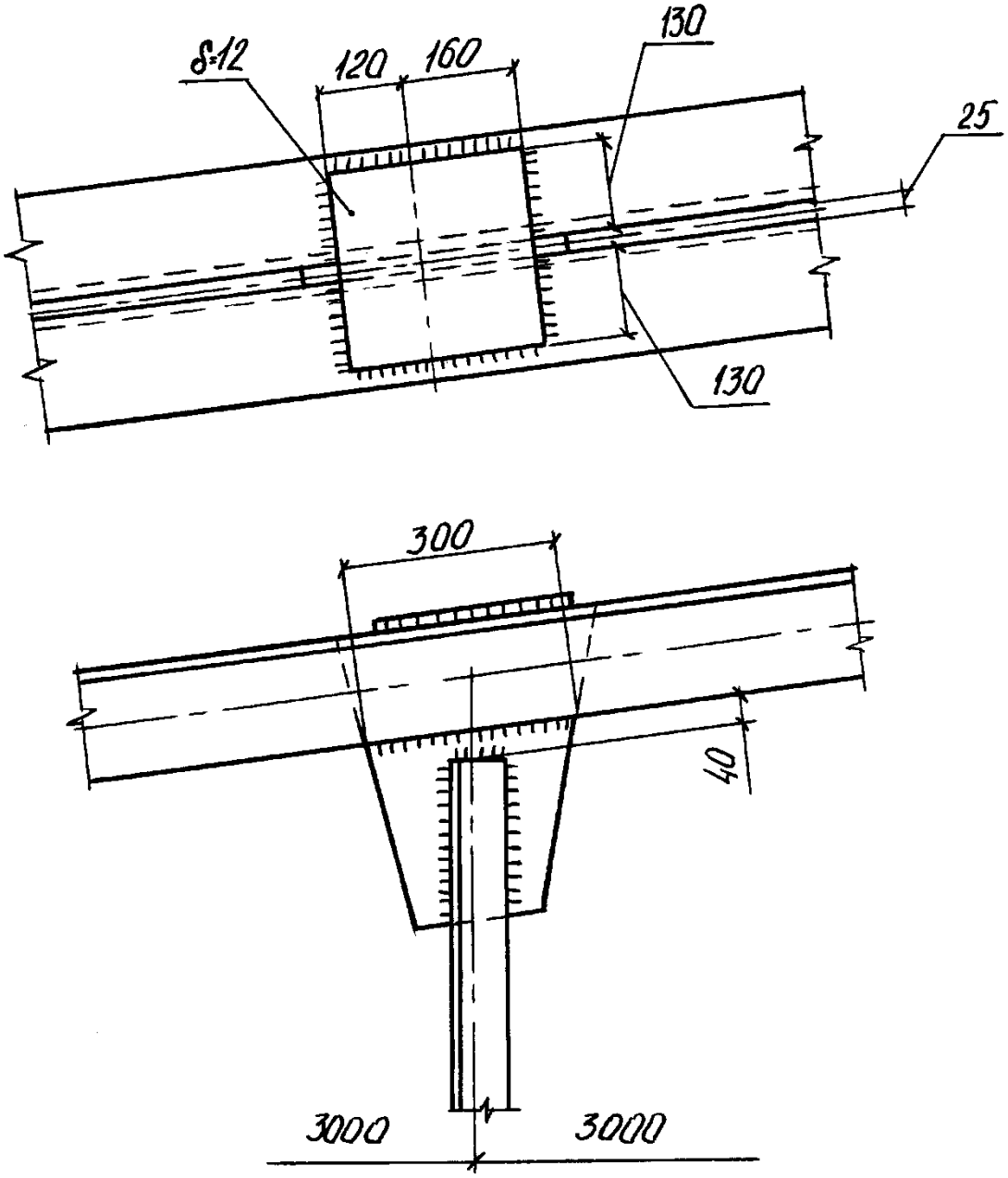


Рис. 78. Узел 5 – сопряжение верхнего пояса
со стойкой

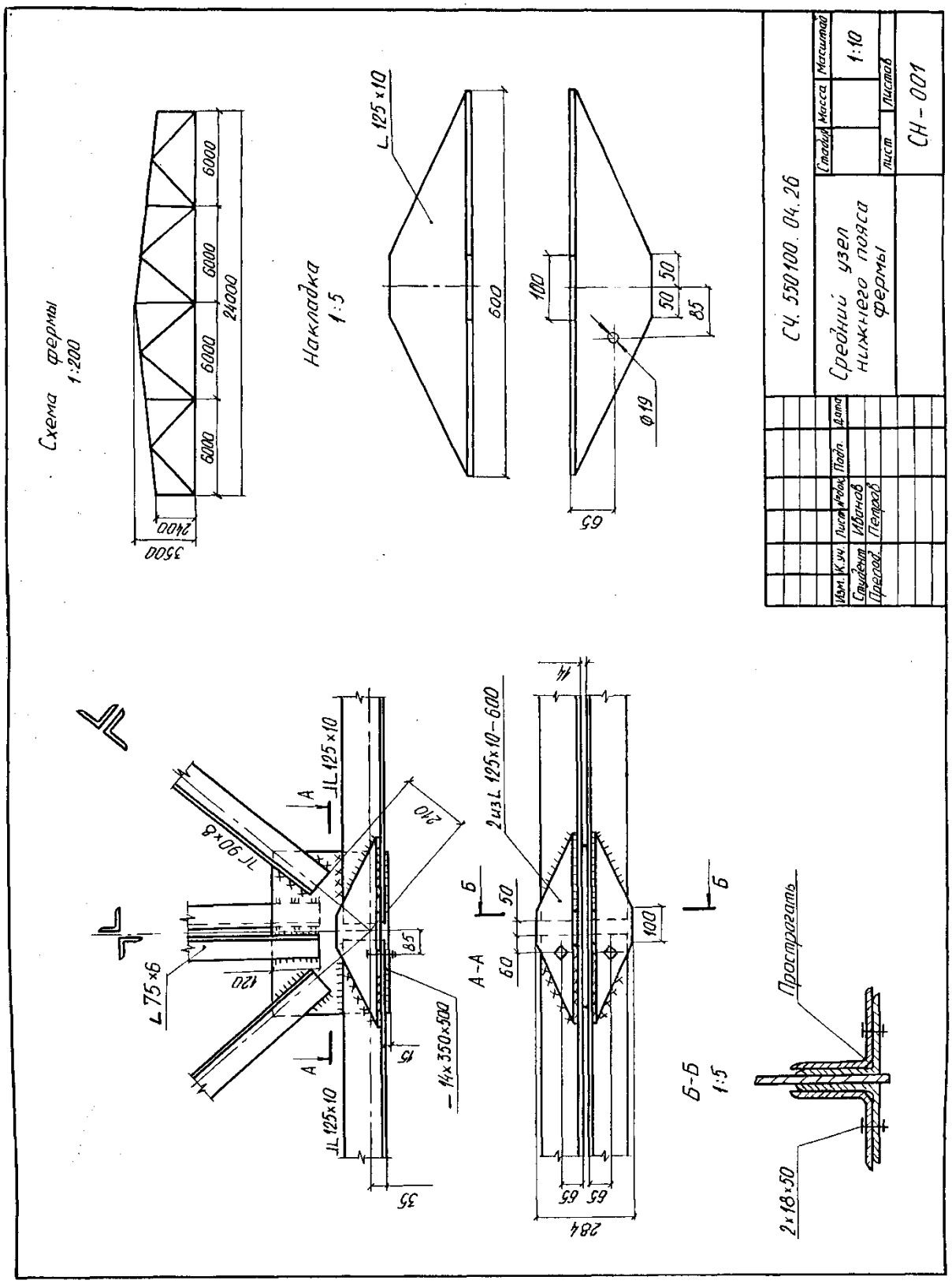


Рис. 79. Пример оформления чертежа
узла металлической фермы

Лист 3. Чертежи конструкций из железобетона

Общие сведения

Конструкции из железобетона – наиболее распространённый вид строительных конструкций. Железобетон – это составной строительный материал, состоящий из искусственного камня бетона и стальной арматуры.

Совместная работа материалов в конструкциях обеспечивается прочным сцеплением бетона с арматурой. Бетоном воспринимаются сжимающие усилия, а арматурой – растягивающие. Железобетон обладает высокой прочностью и долговечностью, конструкциям из железобетона можно придать любую форму, это объясняет широкое применение железобетона в строительстве. По способу изготовления железобетонные конструкции делят на монолитные и сборные.

Монолитные железобетонные конструкции возводят непосредственно на строительной площадке. Изготовляется необходимая форма – опалубка, в которую укладывают стальную арматуру и заполняют форму бетонной смесью. После затвердения бетона и достижения им необходимой прочности производят распалубку конструкции.

Сборные железобетонные конструкции изготовляют на заводах железобетонных конструкций, а на строительной площадке осуществляют их монтаж. Применение сборных конструкций позволяет значительно сократить сроки строительства.

Рабочие чертежи элементов бетонных и железобетонных конструкций состоят из видов, разрезов и схем армирования.

На видах элемента конструкции показывают контуры и габаритные размеры элемента, закладные изделия, отверстия. На рис. 80 показан рабочий чертёж колонны К12. На виде нанесены все размеры, определяющие габариты и форму элемента, изображены и закладные изделия, пробки, а также отверстие с указанием диаметра. Закладная деталь верха колонны (элемент 1), предназначенная для крепления несущей конструкции здания, изображена в более крупном масштабе. Профиль основания колонны (ниже нулевой отметки) также показан в виде выносного элемента 2.

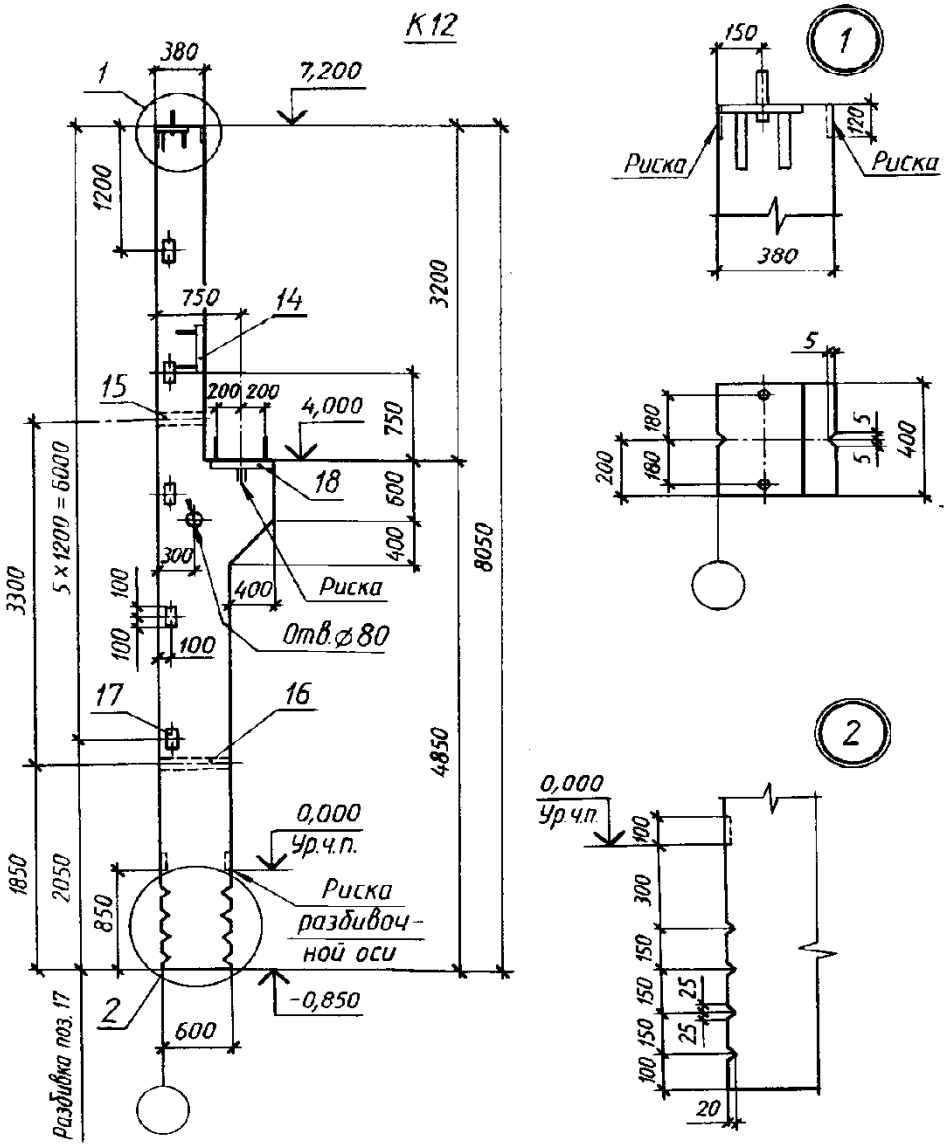


Рис. 80. Общий вид сборной железобетонной колонны

Расположение арматуры показывают на чертежах – схема армирования.

Различают следующие виды арматуры:

– *рабочую арматуру*, которая служит для восприятия основных усилий;

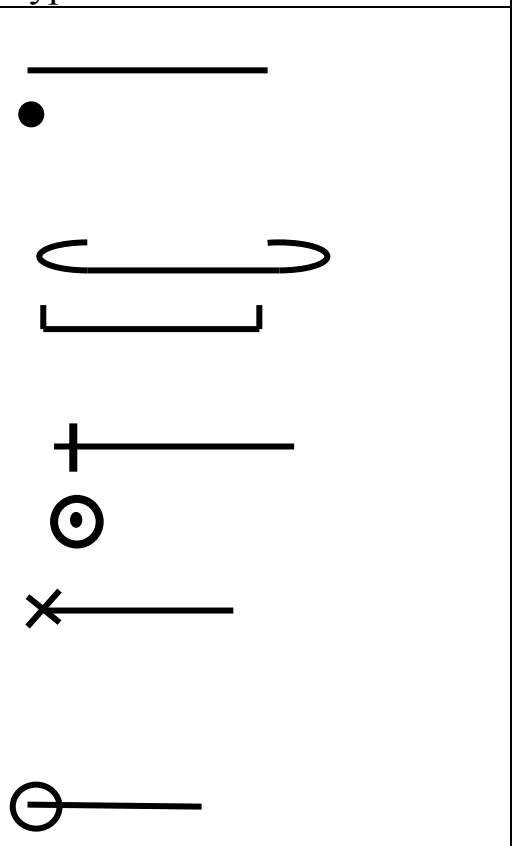
– *распределительную арматуру*, которая располагается поперёк рабочей и служит для равномерного распределения нагрузки;

– *хомуты и поперечные стержни*, обеспечивающие неизменное положение рабочих стержней и воспринимающие часть их нагрузки; – *монтажную арматуру*, которая обеспечивает заданное положение хомутов и распределительной арматуры;

– *закладные изделия*, которые служат при монтаже для соединения отдельных элементов конструкций между собой.

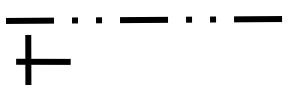
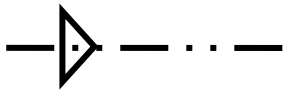
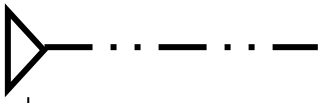
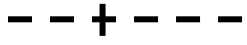
Условное графическое изображение арматуры на чертежах по ГОСТ 21.501-93 приведено в табл. 20; 21; 22.

Таблица 20

Наименование	Изображение
Обычная арматура	
1. Арматурный стержень: а) вид сбоку б) сечение 2. Арматурный стержень с анкеровкой: а) с крюками б) с отгибами под прямым углом 3. Анкерное кольцо или пластина вид с торца 4. Арматурный стержень с отгибом под прямым углом, идущим в направлении от наблюдателя 5. Арматурный стержень с отгибом под прямым углом, идущим в направлении к наблюдателю	

Для придания железобетонной конструкции большей прочности до бетонирования производят предварительное натяжение некоторых арматурных стержней, тем самым бетон в конструкции оказывается сжатым, и конструкция может воспринимать большие растягивающие усилия. Такие конструктивные элементы носят название *конструкций с предварительно напряжённой арматурой.*

Таблица 21

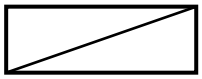
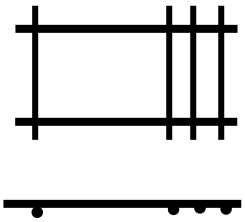
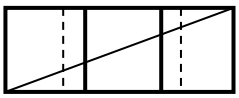
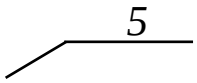
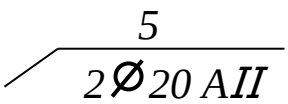
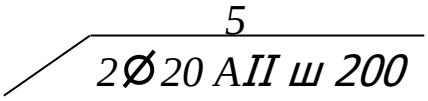
Предварительно напряжённая арматура	
Наименование	Изображение
6. Предварительно напряжённые стержень или трос: а) вид сбоку б) сечение	
7. Поперечное сечение арматуры с последующим натяжением, расположенной в трубе или канале	
8. Анкеровка у напрягаемых концов	
9. Заделанная анкеровка	
вид с торца	
10. Съемное соединение	
11. Фиксированное соединение	

Арматура может быть жёсткой из прокатных профилей (швеллер, двутавр и т.п.) и гибкой из стержней круглого сечения с гладкой поверхностью или периодического профиля. Насечки

различного вида способствуют лучшему сцеплению арматуры с бетоном.

Арматурные и закладные изделия изображают сплошной очень толстой линией.

Таблица 22

Арматурные соединения	
Наименование	Изображение
12. Один плоский каркас или сетка а) условно	
б) упрощенно (поперечные стержни наносят по концам каркаса или в местах изменения шага стержней)	
13. Несколько одинаковых плоских каркасов или сеток	
Маркировка позиций	
14. С сокращённой выноской	
15. С полной выноской	
16. С полной выноской и указанием шага	

На схеме армирования колонны К12 (рис. 81) сокращёнными выносками с номерами позиций обозначены все рабочие арматурные стержни. В нижней части колонна и консоль значи-

тельно усилены рабочей арматурой, поскольку помимо продольного сжатия от перекрытия на консоль и колонну действует дополнительная нагрузка, которая вызывает продольный изгиб.

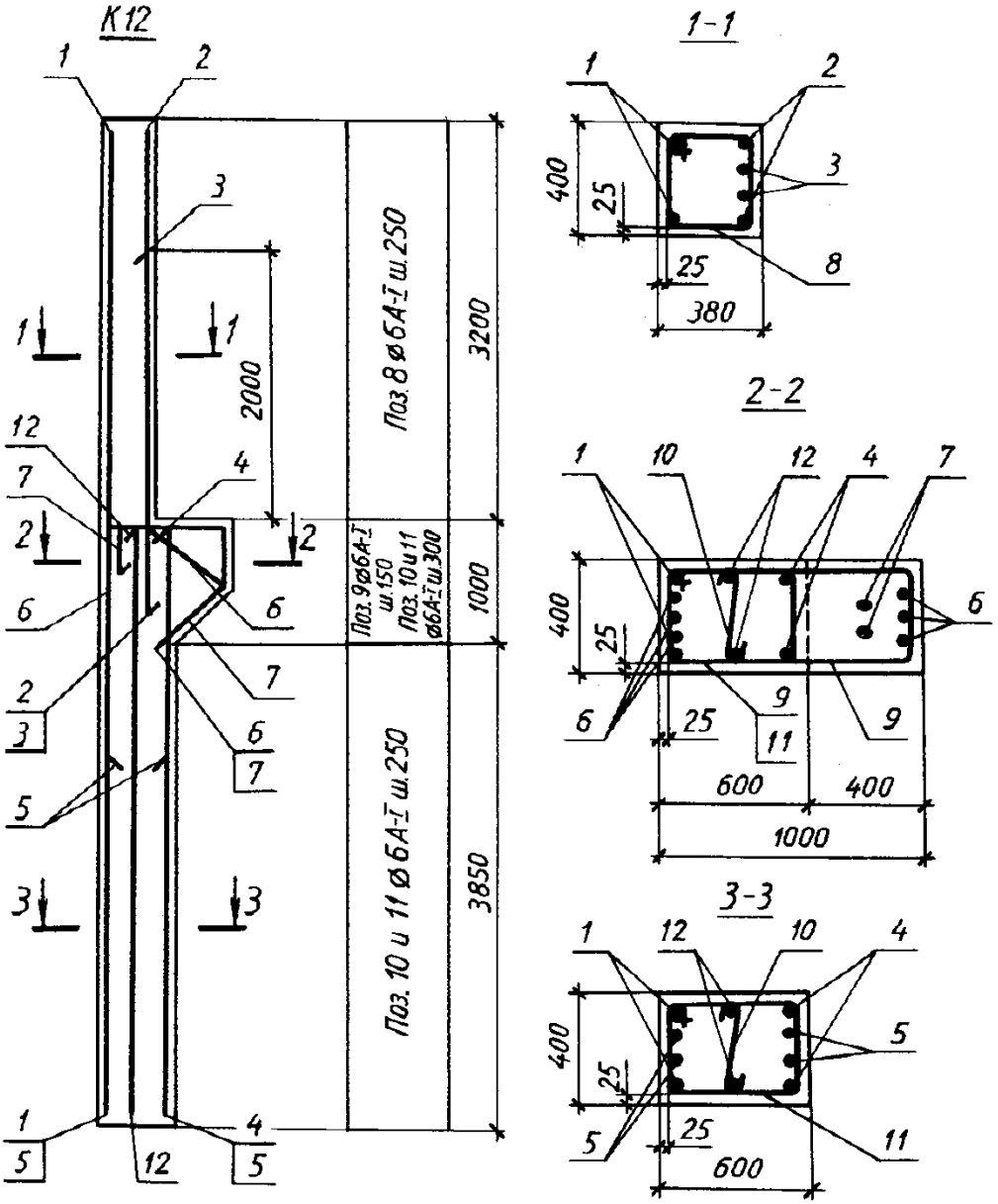


Рис. 81. Пример оформления схемы армирования сборной железобетонной колонны

На общих линиях-выносках обозначены по два стержня, показанных на схеме в совмещённом изображении. Позиции выносят от обоих концов каждого стержня и от отгибов. Хомуты на

схемах армирования колонн не изображены, а рядом помещают «шкалу», на которой указывают номера позиций, диаметр хомутов и класс стали арматуры, а также шаг хомутов – расстояние в миллиметрах между ними. Например, после номера позиции 8 проставлены диаметр круглой стали (6мм), класс стали А1 – горячекатаная гладкая и шаг – 250 мм.

Следует помнить об основных особенностях выполнения чертежей схемы армирования.

1. Схемы армирования вычерчивают в предположении, что тело бетона прозрачное, а арматура видимая.

2. На схемах армирования показывают: контуры элемента конструкции; габаритные размеры и размеры, определяющие проектное положение арматурных изделий; арматурные изделия; закладные изделия, привариваемые к арматурному изделию при его изготовлении (не проставляя их марки и установочные размеры);

толщину защитного слоя бетона от внешней поверхности стержня до ближайшей грани элемента; фиксаторы (при необходимости) для обеспечения проектного положения арматуры.

3. На схемах армирования контуры элементов показывают сплошной тонкой линией, арматурные стержни – сплошной основной толстой линией, напряженные арматурные стержни – сплошной утолщенной линией.

На разрезах к схемам армирования стержни в сечении обозначают круглой точкой, предварительно напряжённые стержни показывают чёрным кружком большего диаметра.

Арматурные изделия из профилированного металла изображают двойной линией (контуром).

4. Для несложных элементов железобетонных конструкций допускается совмещать схемы армирования с видами, приводить данные, которые указывают на видах, сечениях, разрезах (закладные изделия, отверстия, марки и др.) В этом случае виды, разрезы и сечения монолитной или сборной конструкции отдельно не выполняют.

Состав задания (Лист 3)

- вычертить схему армирования предложенного элемента сборной железобетонной конструкции (строительного изделия);

- вычертить аксонометрию строительного изделия;
- составить ведомость деталей.

Указания по выполнению задания. По заданному варианту (табл. 23) определяют наименование изделия и его заданные размеры.

По схеме изделия (рис. 82 и рис. 83) в соответствии с заданными размерами выполняют чертёж-схему армирования изделия и его аксонометрическую проекцию.

Таблица 23

Варианты задания

Вариант	Марка	*a*	*L*	*H*
Ригель (схема рис. 63)				
0	Р1	500	2550	500
1	Р2	600	3550	500
2	Р3	700	4450	500
3	Р4	800	5550	500
4	Р5	700	4550	700
Балка фундаментная (схема рис. 64)				
5	БФ1	500	3950	400
6	БФ2	600	4950	400
7	БФ3	700	5950	400
8	БФ4	500	3950	500
9	БФ5	600	4950	500

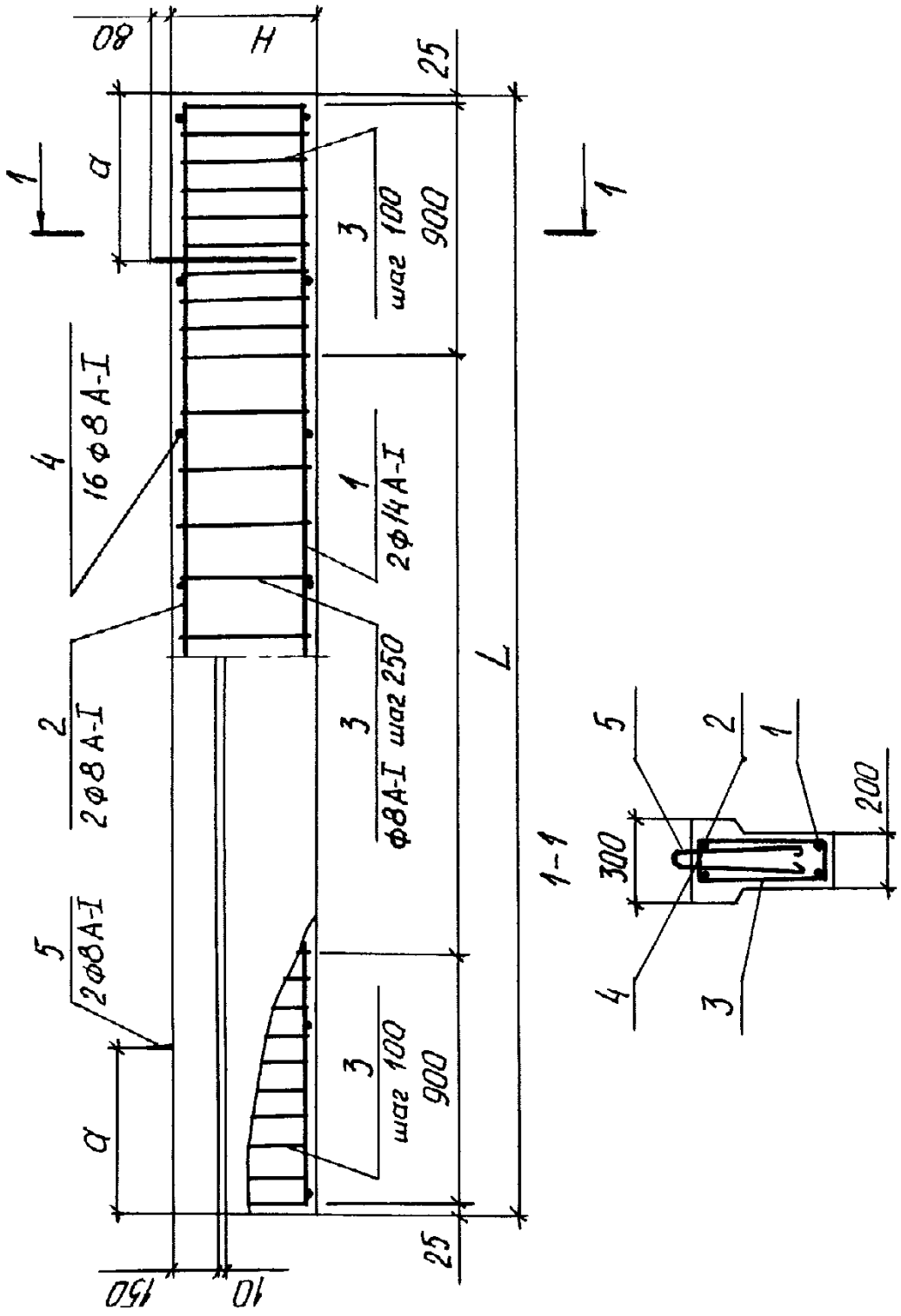


Рис. 82. Ригель (варианты 0 – 4)

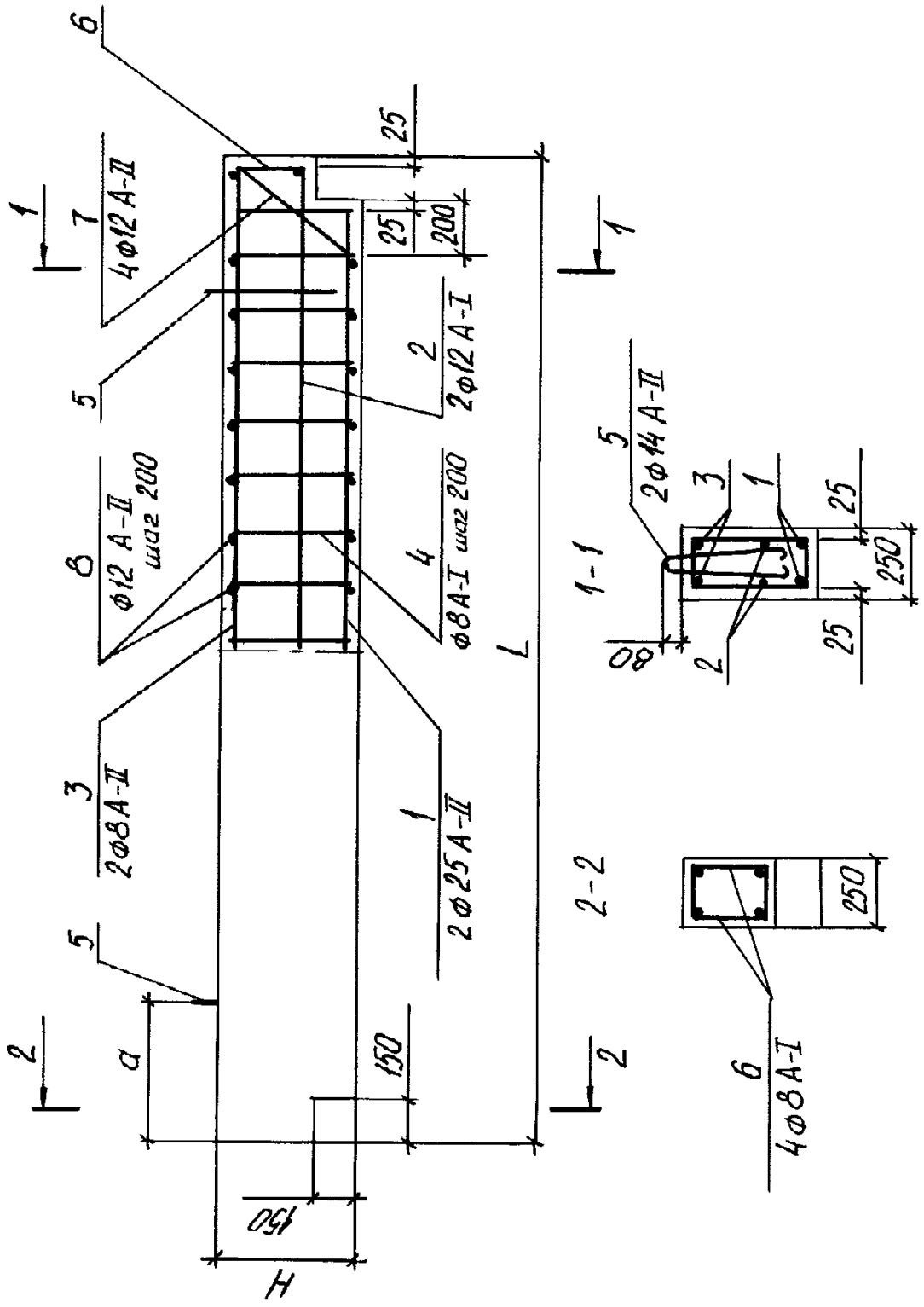


Рис. 83. Балка фундаментная (варианты 5 – 9)

Тип аксонометрии определяют по ГОСТ 2.317-69*. Для изображения в аксонометрии расположения арматуры в изделии часть бетона условно удаляются и оголяют арматуру.

Составляют ведомость деталей по форме 6 ГОСТ 21.501-93 (рис. 84). Размеры деталей назначают, исходя из их формы, пропорционально полученному изображению и согласно принятому масштабу, по чертежу схемы изделия.

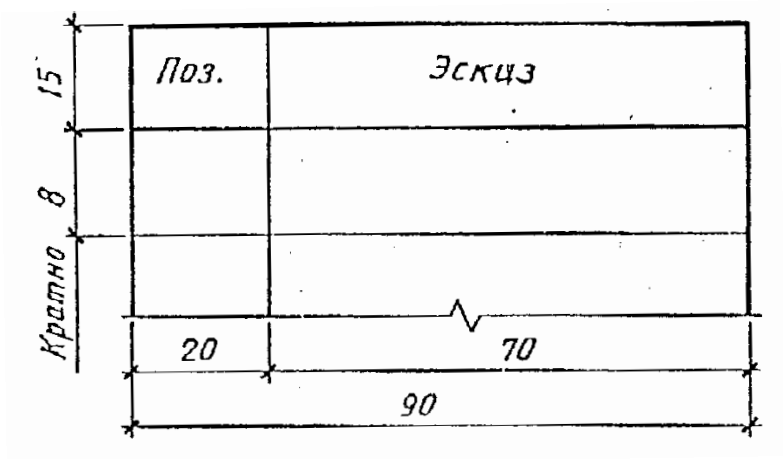


Рис. 84. Ведомость деталей

Пример оформления задания показан на чертеже (рис. 85).

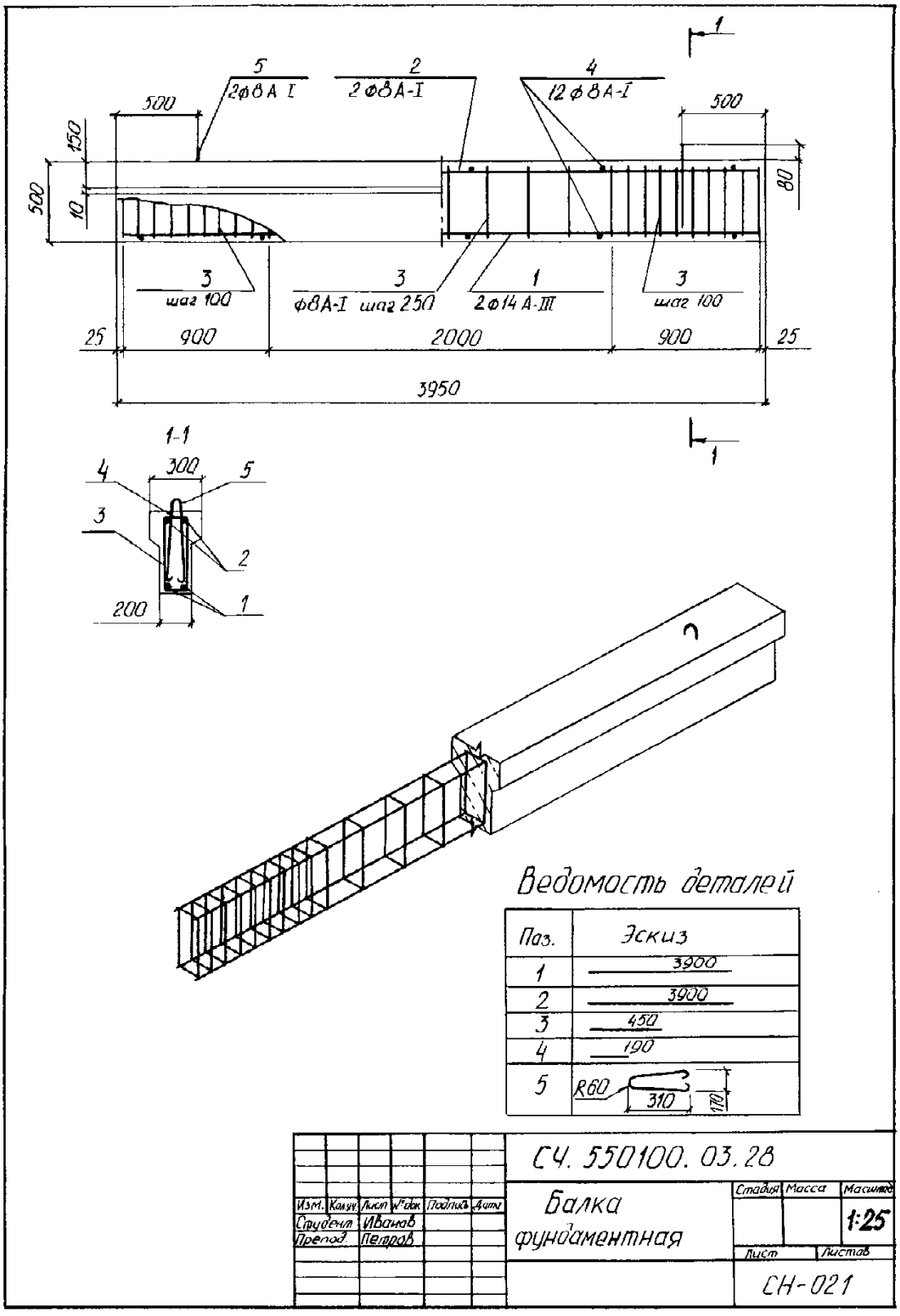


Рис. 85. Пример оформления чертежа железобетонного изделия

Раздел 10. Архитектурно-строительные чертежи зданий

Гз 10 «Архитектурно-строительные чертежи зданий»

Цель лабораторного занятия и Гз 10. Ознакомление с основными правилами выполнения и оформления архитектурно-строительных чертежей.

Вопросы для подготовки к выполнению задания и самоконтроля знаний

1. Какую форму основной надписи используют на чертежах зданий и сооружений?
2. Что называют планом здания? Какие планы Вы знаете?
3. Что называют координационными осями и как они маркируются на чертежах планов и разрезов?
4. В каких единицах измеряют и проставляют величины линейных размеров?
5. Какие внешние и внутренние размеры проставляют на плане здания?
6. Что такое экспликация?
7. Что называют строительным разрезом? Какие разрезы Вы знаете?
8. Как обычно обозначают строительные разрезы на чертежах?
9. Что называют фасадом здания? Какие фасады Вы знаете?
10. Как обозначают фасады на чертежах?
11. Какие размерные величины проставляют на разрезах и фасадах?
12. Как проставляют числовые отметки на разрезах и планах?
13. В каких единицах, и с какой точностью проставляются величины числовых отметок.
14. Какие толщины линий применяют при обводке чертежей плана, разреза, фасада?

Общие сведения

Архитектурно-строительные чертежи являются основными графическими документами строительных проектов. Они содержат сведения об архитектурно-планировочных решениях, кон-

структивных особенностях и внешнем виде зданий. На их основе разрабатываются и составляются все другие чертежи проектов и решаются вопросы, связанные с эстетикой градостроительства

Строительство зданий и сооружений ведётся по утверждённым проектам. Проект – это совокупность документации, в которую входят чертежи, необходимые для производства всех строительно-монтажных работ по данному объекту, расчёты конструкций, теплотехнические и другие расчёты, пояснительные записки и сметы.

Основанием для разработки проекта служит задание на проектирование, составленное заказчиком совместно с проектной организацией.

Проектирование ведётся в две стадии: составление технического проекта и разработка рабочих чертежей. При проектировании простейших объектов работа может осуществляться в одну стадию – составление технорабочего проекта.

При использовании типовых проектов разрабатывают проект привязки.

Чертежи подразделяются на общестроительные и специальные. К последним относятся чертежи по устройству водоснабжения, водоотведения (канализации), отопления, вентиляции, освещения и т. п.

Для удобства пользования чертежи маркируются. Марка – это две заглавные буквы названия части проекта. Чертежи архитектурно-строительной части имеют марку АС, причём они подразделяются на архитектурные (марка АР) и чертежи конструкций (марки КМ, КЖ, КД). Чертежи водопровода и канализации имеют марку ВК, а отопления и вентиляции – ОВ.

Основные конструктивные элементы зданий

Для успешного ознакомления с правилами выполнения архитектурно-строительных чертежей предварительно рассмотрим основные конструктивные элементы зданий.

Основанием называют массив грунта, расположенный под зданием и воспринимающий нагрузку от здания.

Фундамент – часть здания, расположенная ниже отметки уровня земли и предназначенная для передачи нагрузки от здания на грунт основания.

Фундаменты бывают *ленточными*, которые устраивают под все капитальные стены, и *столбчатые*, применяемые для малоэтажных зданий при прочных основаниях. Для оснований с низкой несущей способностью грунтов используют *свайные фундаменты (сваи)*.

Капитальные стены – вертикальные ограждающие элементы зданий, выполненные на всю высоту здания от фундамента до крыши.

Наружные капитальные стены ограждают помещение от внешней среды, *внутренние* – отделяют одно помещение от другого.

Нижняя часть наружной стены, имеющая конструктивные особенности, защищающие её от атмосферного и механического повреждения, называется *цоколем.* Верхняя часть наружной стены выполняется со специальным расширением, защищающим её от атмосферной влаги, называется *карнизом*. Часть стены, расположенная выше карниза, – *парапетом.*

В зданиях, стены которых изготовлены из кирпича со стандартными размерами 250×120×65 мм, толщина стен, чтобы не рубить кирпич, должна быть кратной размерам кирпича с учётом толщины швов раствора (10 мм). Толщины стен условно определяются в «кирпичах». Строительный термин «кирпич» подразумевает длину кирпича – 250 мм. Таким образом, стены толщиной в полтора кирпича имеют толщину 380 мм, в два кирпича – 510 мм, в два с половиной кирпича – 640 мм.

Стены могут быть *несущими*, т. е. воспринимающими и передающими на фундамент нагрузку от собственной массы, массы перекрытий, перегородок, оборудования помещений и др. *Самонесущими*, передающими на фундамент нагрузку только от собственной массы, и *навесными*, крепящимися к колоннам. Самонесущие и навесные стены в конструкциях зданий применяются только в сочетании с колоннами.

Колонны – основные вертикальные элементы каркаса зданий. По расположению в здании колонна подразделяются на

крайние, средние и *фахверковые* (расположенные у торцовых стен). Расстояние между продольными осями двух рядов колонн называют *пролётом здания*. *Шагом колонн* называют расстояние между осями двух смежных колонн одного ряда в направлении, перпендикулярном пролёту.

Колонны всегда используются в виде группы опор (колоннады), отдельно стоящие вертикальные опоры называют **столбами.**

Перегородки – вертикальные конструкции, служащие для разделения внутреннего пространства зданий на отдельные помещения внутри одного этажа. Толщина перегородок обычно колеблется от 60 до 120 мм, в зависимости от материала их изготовления.

Стены и перегородки могут быть глухими или со сквозными отверстиями – **проёмами**, служащими для размещения окон и дверей. Участок стены между проёмами называется **простенком.**

В стенах проёмы могут быть выполнены с четвертями или без них. Четверти — это уступы, которые окаймляют боковые стороны и верх проёмов. Величина четверти примерно составляет ¼длины кирпича, отсюда и её название. В оконных проёмах четверти устраиваются со стороны улицы. Размеры четверти (рис. 86) по длине 65 мм, по ширине 120 мм.

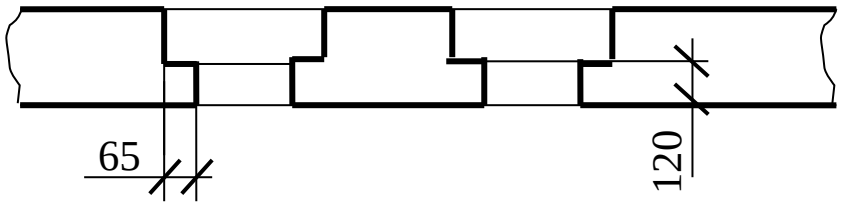


Рис. 86.

Несущие стены, колонны и столбы составляют *вертикальные несущие конструкции.*

Стены и перегородки составляют *вертикальные ограждающие конструкции.*

К горизонтальным несущим конструкциям относят *плиты* и *панели* перекрытий, *балки, фермы*.

Перекрытия являются горизонтальными ограждающими конструкциями. Если они разделяют помещения двух смежных этажей, их называют *междуэтажными перекрытиями*, а перекрытие над верхним этажом – *покрытием*.

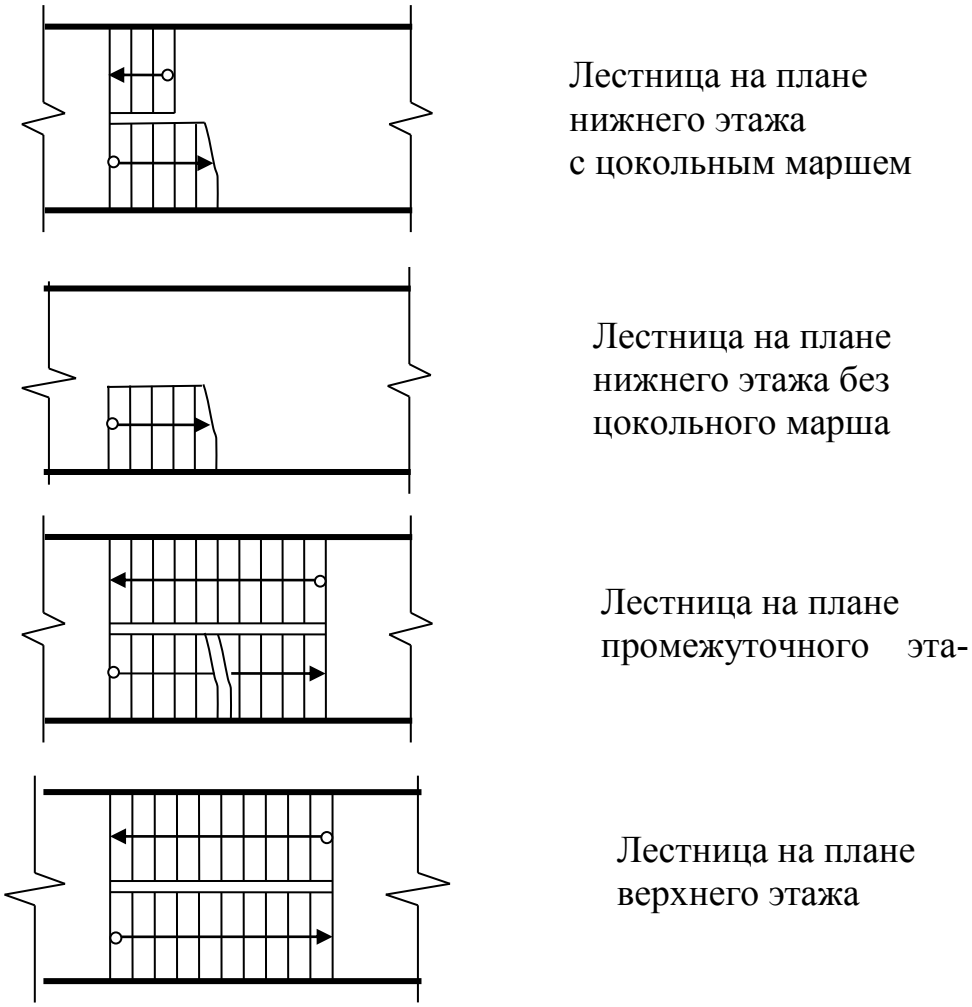


Рис. 87.

Лестница представляет собой несущие конструкции, состоящие из чередующихся наклонных ступенчатых элементов – *маршей*, которые опираются на горизонтальные плоскостные элементы – *лестничные площадки*. Лестничные площадки, с которых входят в помещения того или иного этажа, называют этажными, а расположенные между этажами – *межэтажными* или *промежуточными*

Заметим, что на планах разных этажей лестницы изображаются не одинаково (рис. 87). Это объясняется положением секу-

щих плоскостей и маршей, попадающих в сечение. Стрелкой указано направление подъёма марша.

Под **окном** подразумевается оконный проем, заполненный *оконным блоком* (коробка вместе с оконными переплётами). В нижней части оконного проёма располагают *подоконные плиты*.

Для сообщения между помещениями служат **двери**. Под дверью подразумевается дверной проем, заполненный *дверным блоком* (коробка совместно с дверным полотном). По числу дверных полотен различают двери *однопольные* и *двупольные*. По способу открывания двери бывают открывающимися в одну или обе стороны (*качающиеся*), *откатными*, *вращающимися* и *подъёмными*. Различают также *правые* двери (при открывании на себя правой рукой дверь открывается вправо) и *левые* (открываются левой рукой влево).

Балкон – это площадка, примыкающая с одной стороны к наружной стене, а по остальным – замкнутая ограждением высотой не менее 1 метра.

Лоджия – площадка, с трёх сторон окружённая стенами и только с одной стороны – ограждением.

Вычерчивание архитектурно-строительных чертежей

Основными элементами архитектурно-строительных чертежей являются **план, разрез** и **фасад**. Рассмотрим последовательность их вычерчивания на примере выполнения чертежей кирпичного жилого здания.

При разработке проектной документации, как правило, применяются масштабы уменьшения по ГОСТ 2.302-68*. **На чертежах масштаб не указывают.**

Все предварительные построения желательно выполнять тонкими линиями.

План. Под планом зданий подразумевают разрезы зданий, выполненные горизонтальной плоскостью (или рядом таких плоскостей) проходящей по уровню проёмов, обычно на высоте 1/3 этажа. В некоторых случаях планом называют вид сверху. Различают поэтажные планы, планы фундаментов, планы перекрытий и т. п. Наиболее полное представление о здании даёт план

этажа. Помещения, размещающиеся в здании на одном уровне, называют **этажом.**

По количеству этажей здания бывают: малоэтажные (до трёх этажей); многоэтажные (более трёх этажей); повышенной этажности (свыше девяти этажей); высотные.

Вычерчивание планов осуществляют в такой последовательности:

1. Нанесение координационных осей (рис. 88)

Координационные оси проходят в местах расположения вертикальных несущих конструкций по контуру горизонтальных несущих конструкций.

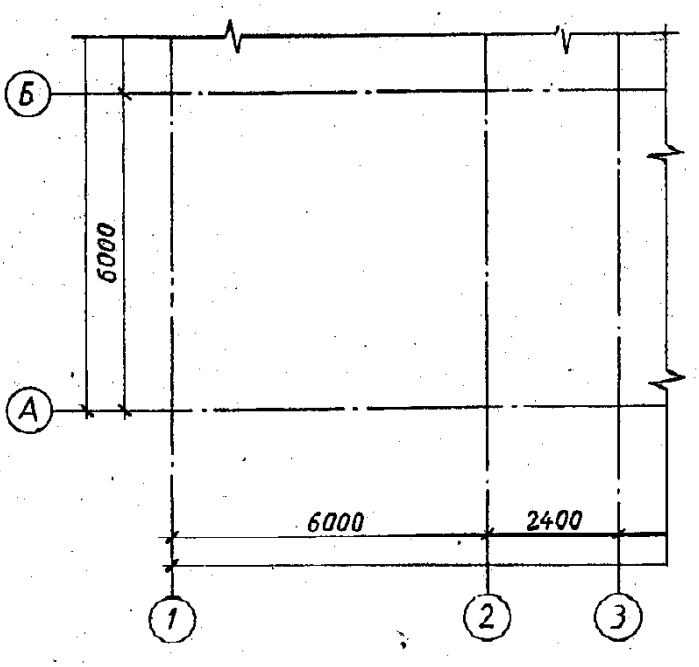


Рис. 88.

Координационные наносят на изображения здания, сооружения тонкими штрихпунктирными линиями с длинными штрихами, обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (за исключением букв: Ё, З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь) в кружках диаметром 6-12 мм. Пропуски в цифровых и буквенных (кроме указанных) обозначениях координационных осей не допускаются.

Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания и сооружения с большим количеством осей.

Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.

Обозначение координатных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания и сооружения.

2. Нанесение контуров вертикальных ограждающих конструкций (рис. 89)

Вычерчивают контуры внутренних и наружных капитальных стен с учётом их толщины и привязки к координационным осям.

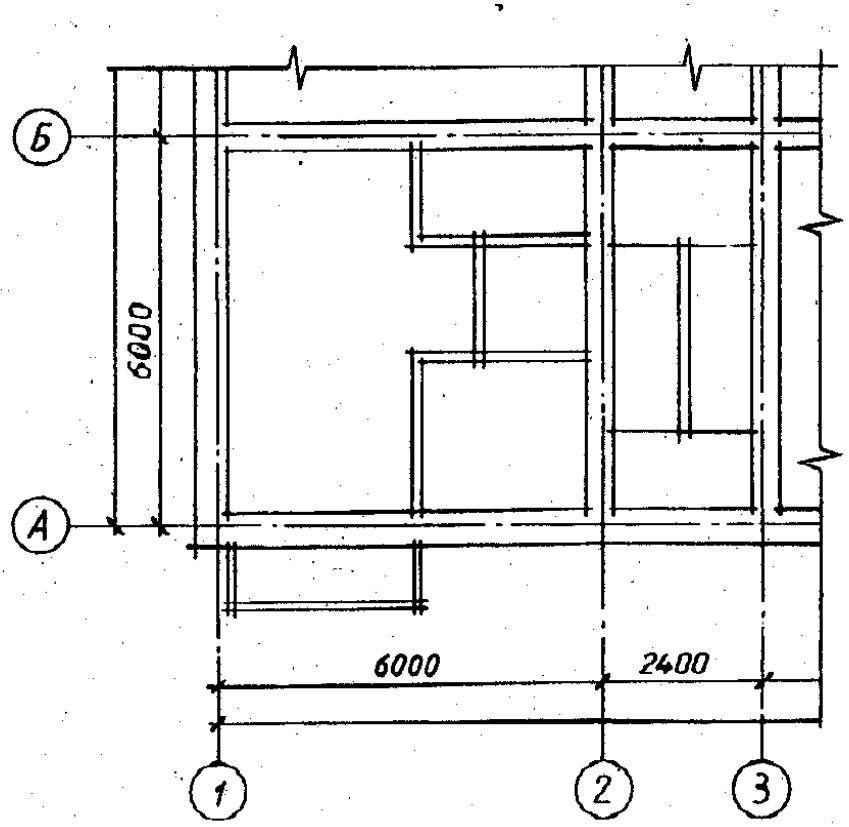


Рис. 89.

В большинстве случаев геометрическая ось внутренних стен совпадает с координационной осью. Исключение составляют те внутренние стены, на которые опираются плиты лестничных площадок. В таких случаях координатная ось проходит по контуру лестничной площадки, а контур стены проводят, отступив от координационной оси на глубину опирания плиты лестничной площадки (чаще всего 100 мм).

Внешние стены, на которые опираются плиты перекрытия, вычерчивают также с учётом глубины опирания (обычно 100 или 200 мм). Внутренний контур стены отстоит от координационной оси на глубину опирания, а наружный проводят с учётом толщины стены.

Контуры перегородок вычерчивают двойной линией. Их положение определяется планировочным решением здания. Межквартирные перегородки условно изображают тремя линиями (их толщина 200 мм), перегородки встроенных шкафов вычерчивают в одну линию.

3. Нанесение контуров оконных и дверных проёмов, балконов, козырьков, входных площадок и т. п. (рис. 90).

Размеры проёмов для установки окон и балконных дверей, типы и габаритные размеры окон и балконных дверей даны в ГОСТ 11214-86.

Размеры проёмов для установки внутренних дверей, типы и габаритные размеры дверей приведены в ГОСТ 6629-88, а размеры проёмов, типы и габаритные размеры наружных дверей в ГОСТ 24698-81.

Следует иметь в виду, что в ГОСТе указаны размеры проёмов без учёта четвертей, а на чертеже должны быть проставлены размеры проемов в четвертях («в чистоте»). Таким образом, проёмы с четвертями на плане будут иметь размеры на 130 мм меньше указанных в ГОСТе.

Условные графические изображения элементов здания приведены в ГОСТ 21.501-93.

При выборе оконных и дверных блоков и расположения проёмов необходимо учитывать ритм, определяющий общий рисунок фасада. В силу этого не всегда оконный проём может быть расположен посередине стены помещения.

На планах дверные полотна изображают тонкой сплошной линией и открытыми примерно на 30° (величину угла на чертеже не указывают).

Положение дверного проёма следует выбирать, исходя из удобства эксплуатации помещений, предполагаемой расстанови мебели и т. д. Открывать дверь, находящуюся в непосредственной близости от стены, следует «на стену», чтобы уменьшить

бесполезное пространство, занимаемое при открывании дверей. При открывании двери не должны загораживать проход, мешать открыванию других дверей.

Двери из ванной комнаты должны открываться наружу, а двери уборных внутрь (при глубине уборной 1,5 м и более) и наружу (при глубине менее 1,5 м). Входные двери в здание должны открываться только по направления выхода.

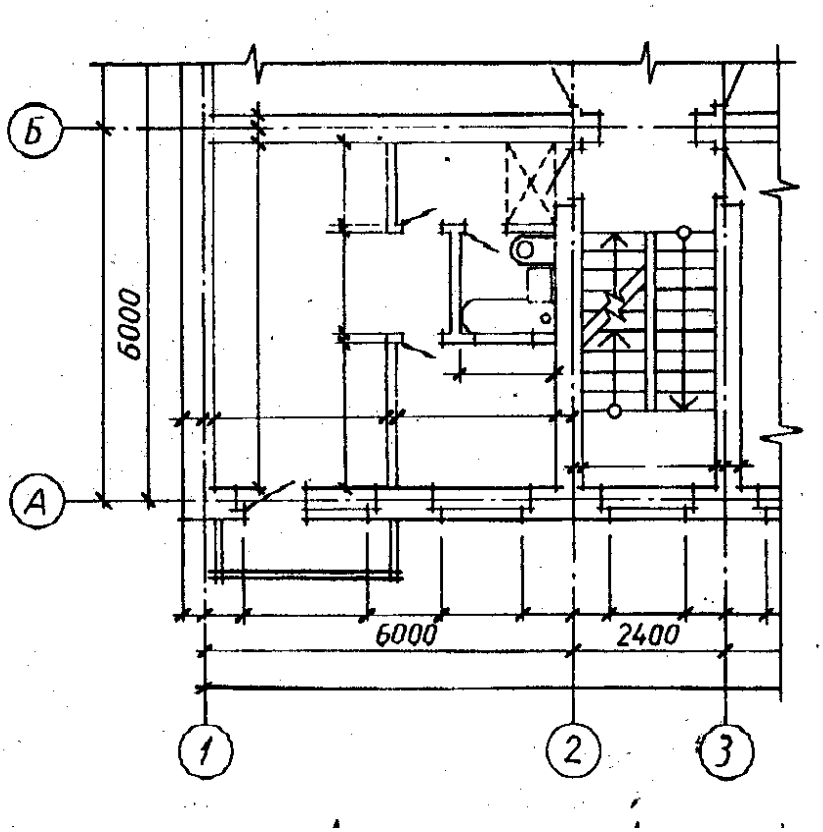


Рис. 90.

4. Нанесение контуров оборудования (см. рис. 90)

На плане необходимо указать расположение стационарно установленного санитарно-технического оборудования. Условное изображение санитарно-технических приборов приведено в ГОСТ 21.205-93. Их принято вычерчивать тонкой линией.

Лестница на плане вычерчивается после выполнения её расчета, который делают при вычерчивании разреза здания.

5. Размеры и обозначения, проставляемые снаружи плана здания (см. рис. 90).

Все размеры проставляют, как правило, в виде замкнутых размерных цепочек.

На расстоянии не менее 10 мм от внешнего контура здания проводят *первую основную размерную цепочку*. На ней указывают величины проёмов и простенков. Эта цепочка начинается от торца стены и заканчивается у противоположного торца стены.

На расстоянии не менее 7 мм от первой проводят *вторую основную размерную цепочку*. На ней указывают расстояния между соседними координационными осями. На этой же размерной цепочке дают привязку наружных граней стен к координационным осям.

На расстоянии не менее 7 мм от второй проводят *третью основную размерную линию*. На ней указывают расстояние между крайними координационными осями.

Перед первой основной или после третьей основной размерной линией могут быть расположены дополнительные размерные линии и цепочки. На них указывают величины архитектурных элементов здания (входные площадки, крыльца, козырьки, балконы, эркеры, пилястры и т. п.), габариты здания.

Вблизи оконных проёмов наносят их условные буквенные обозначения (ОК 1, ОК 2 и т. д.), а у дверных проёмов обозначения дверей (Д 1, Д 2 и т. д.).

Кружки с обозначением координационных осей выносят за все размерные линии примерно на 4-5 мм.

За всеми размерными линиями располагают штрихи разомкнутой линии, указывающей положение секущей плоскости для построения разреза.

6. Размеры и обозначения, проставляемые внутри плана здания (рис. 91)

Внутри плана здания нанося размерные цепочки, определяющие длину и ширину помещений, расстояние от осей наружных стен до их внутренних граней, толщину стен и перегородок, а также привязку внутренних дверных проёмов к ближайшим поперечным стенам или перегородкам. Размеры дверных проёмов в перегородках на плане не проставляют.

На плане указывают ширину и длину лестничной клетки, размеры ширины площадок, а также длину проекций маршей.

На свободном месте ближе к правому нижнему углу каждого помещения, проставляют его площадь и подчёркивают. Пло-

щадь измеряют в метрах квадратных ($м^2$) с точностью до сотых (двух знаков после запятой). Единицу измерения на чертеже не проставляют.

Высотные отметки этажной и промежуточной площадок, входной площадки первого этажа проставляют в прямоугольнике.

7. Обводка чертежа плана (см. рис. 91).

Окончательную обводку чертежа рекомендуется выполнять на завершающей стадии его вычерчивания и вести её в такой последовательности.

Тонкими штрихпунктирными линиями (толщиной примерно 0,1-0,2 мм) обводят координационные оси. Длину штрихов рекомендуется брать 20-30 мм.

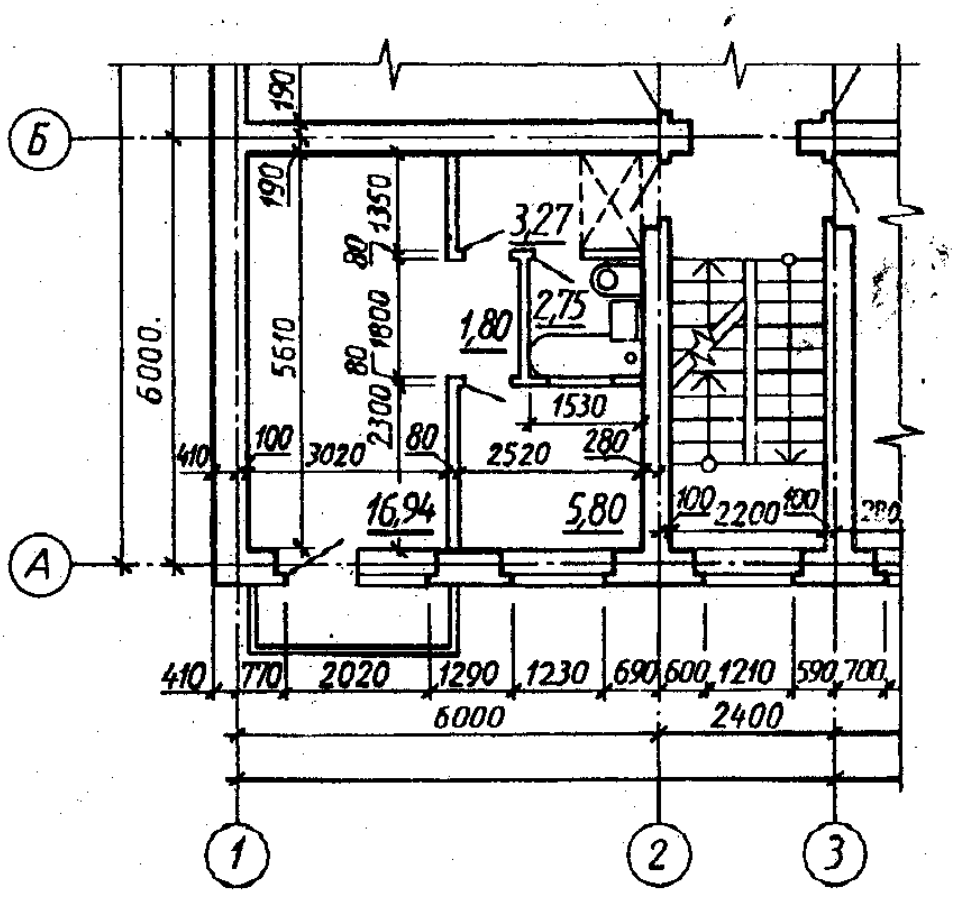


Рис. 91.

Сплошными тонкими (толщиной 0,1-0,2 мм) обводят выносные и размерные линии.

Контуры несущих конструкций, не попавших в секущую плоскость, обводят сплошной линией толщиной 0,2-0,3 мм. Такой

же линией обводят контуры перегородок и санитарно-техническое оборудование зданий.

Контуры несущих конструкций, попавших в секущую плоскость, обводят сплошной толстой основной линией (толщиной 0,5-1,0 мм).

Для гражданских зданий наименование изображения записывают по типу «План 1 этажа» или «План крыши» и т. п. Эту запись заносят в основную надпись или наносят над изображением плана. **Надписи не подчёркивают.**

Разрез. Строительным разрезом называют разрез, выполненный вертикальной плоскостью. Если секущая плоскость будет перпендикулярной к продольным осям, то разрез будет *поперечным*, если параллельна им – *продольным*.

Для получения максимальной информации, разрез здания выполняют плоскостью, проходящей по всему дому, обязательно по лестничной клетке, а также по оконным и дверным проёмам.

Разрезы бывают архитектурные и конструктивные.

Архитектурный разрез служит для выявления внутренней архитектуры здания. На нём изображают высоты помещений, оконных и дверных проёмов, других элементов. Разрезы такого типа выполняют на начальной стадии проектирования.

Конструктивные разрезы входят в состав рабочих чертежей, на них показывают все конструктивные элементы здания, их соединение и особенности.

Для построения разрезов направление взгляда принимают, как правило, по плану снизу вверх и справа налево. Однако при необходимости можно выбрать и другое направление.

На строительных чертежах секущие плоскости разрезов обычно обозначают арабскими цифрами.

Вычерчивание плана рекомендуется вести в такой последовательности (рис. 92).

1. Наносят координационные оси, уровень земли и уровни этажей.

Для выполнения разреза здания проводят координационные оси, взятые с плана. Проводят горизонтальную линию, соответ-

ствующую уровню земли, и отмечают уровни всех этажей, верха чердачного перекрытия и карниза.

Высотой этажа здания называется расстоянием от уровня чистого пола данного этажа до уровня чистого пола этажа, расположенного выше. Под термином «чистый пол» понимают уровень пола с учётом толщины полового покрытия.

2. Нанося контуры наружных и внутренних стен, перегородок, которые попадают в разрез; толщин междуэтажных и чердачных перекрытий; вычерчивают карниз, цоколь, скаты крыши.

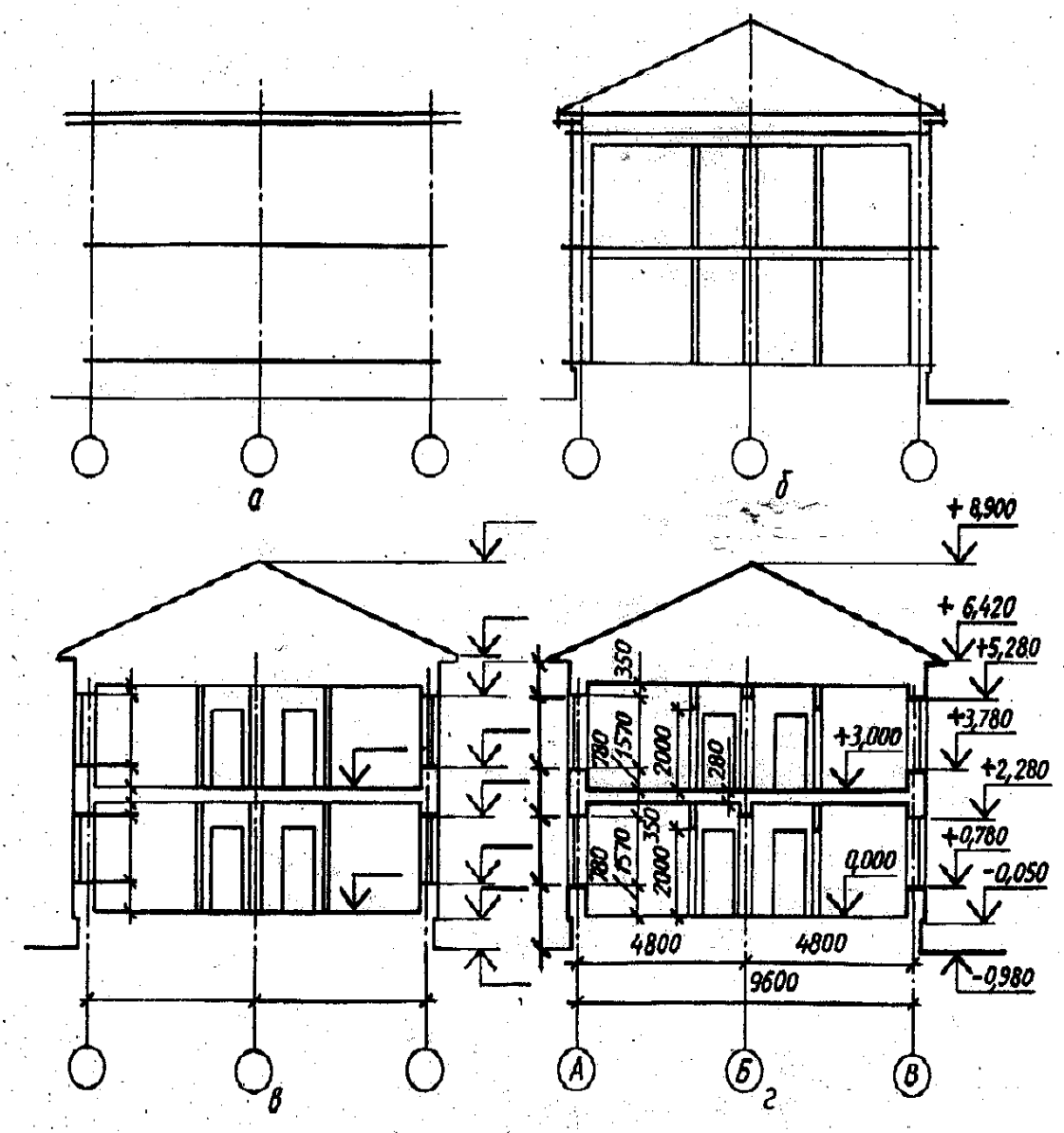


Рис. 92.

3. Построение разреза по лестнице. В жилых и гражданских зданиях чаще применяются двухмаршевые лестницы. В марше допускается *не менее 3* и *не более18* ступеней. Нижние и верхние ступени марша, служащие для перехода к лестничной площадке, называются *фризовыми*. Они имеют особое очертание. Все остальные ступени марша одинаковые. Горизонтальную плоскость ступени называют *проступью*, а вертикальную – *подступёнком* (рис. 93).

.

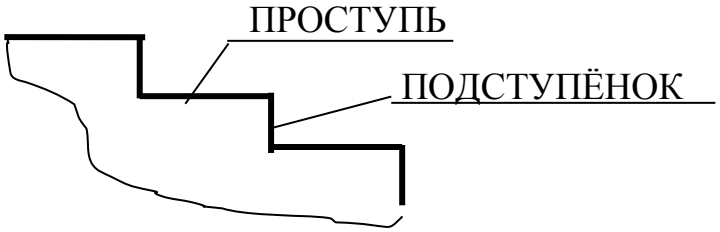


Рис. 93.

Рассмотрим пример расчёта лестницы для длины лестничной клетки 5610 мм, ширины 2200 мм (рис. 94). Высота этажа равна 3000 мм. Ширина марша 1000 мм, зазор между маршами в плане 200 мм.

Для удобства пользования лестницей необходимо, чтобы удвоенная высота подступёнка h и ширина ступени b в сумме равнялись среднему шагу человека, принимаемому от 570 до 640 мм. Чаще всего эту величину принимают равной 600 мм. Таким образом, $b + 2h = 600$.

Высота подступёнка находится в пределах 135-180 мм (чаще всего 150 мм). Ширина проступи 250-300 мм. Для основных лестниц ширину проступи принимают 300 мм, тогда 300+2×150= 600.

При высоте ступени (подступёнка) 150 мм в каждом марше двухмаршевой лестницы должно быть (1500:150 = 10) десять ступеней. Так как проступь последней ступени каждого марша совпадает с уровнем площадки и включается в нее (нижняя фризовая ступень), то в плане каждого марша число проступей будет меньше числа ступеней на одну. В нашем случае 9 проступей. Длина горизонтальной проекции марша будет 300×9 = 2700 мм.

На разрезе от контура внутренний стены в сторону лестничной клетки откладывают ширину этажной лестничной площадки (1410 мм), а затем девять раз по 300 мм. Через полученные точки проводят тонкие вертикальные линии для разбивки ступеней.

Затем откладывают ширину одной ступени (300 мм) в сторону площадки первого этажа (точка *a*) и соединяют наклонной прямой линией эту точку с крайней точкой уровня вышележащей межэтажной площадки (точка *b*). Прямая *ab* пересекает вертикальные линии в точках, через которые проходят горизонтальные линии (проступи) и вертикальные (подступёнки) контура ступеней. Таким же способом выполняют на разрезе разбивку и других маршей.

Ступени лестницы можно построить и другим способом. От этажной площадки верхнего этажа вниз до межэтажной площадки, и от межэтажной площадки, до площадки нижнего этажа проводя тонкие горизонтальные линии через 150 мм – высоту подступёнка. В результате получают сетку, по точкам пересечения которой вычерчивают контуры лестничных маршей. Если они без фризовых ступеней, то верхняя проступь будет на один подступёнок ниже, а нижняя – на один подступёнок выше своих лестничных площадок.

После этого на плане можно вычерчивать лестничные площадки и марши.

Перила лестницы показывают условно, обозначая лишь внешний контур. Высоту перил принимают равной 900 мм.

Чтобы дождевая вода не попадала в лестничную клетку, пол её должен быть поднят на одну ступень выше входной площадки. На такую же высоту поднимают входную площадку над тротуаром.

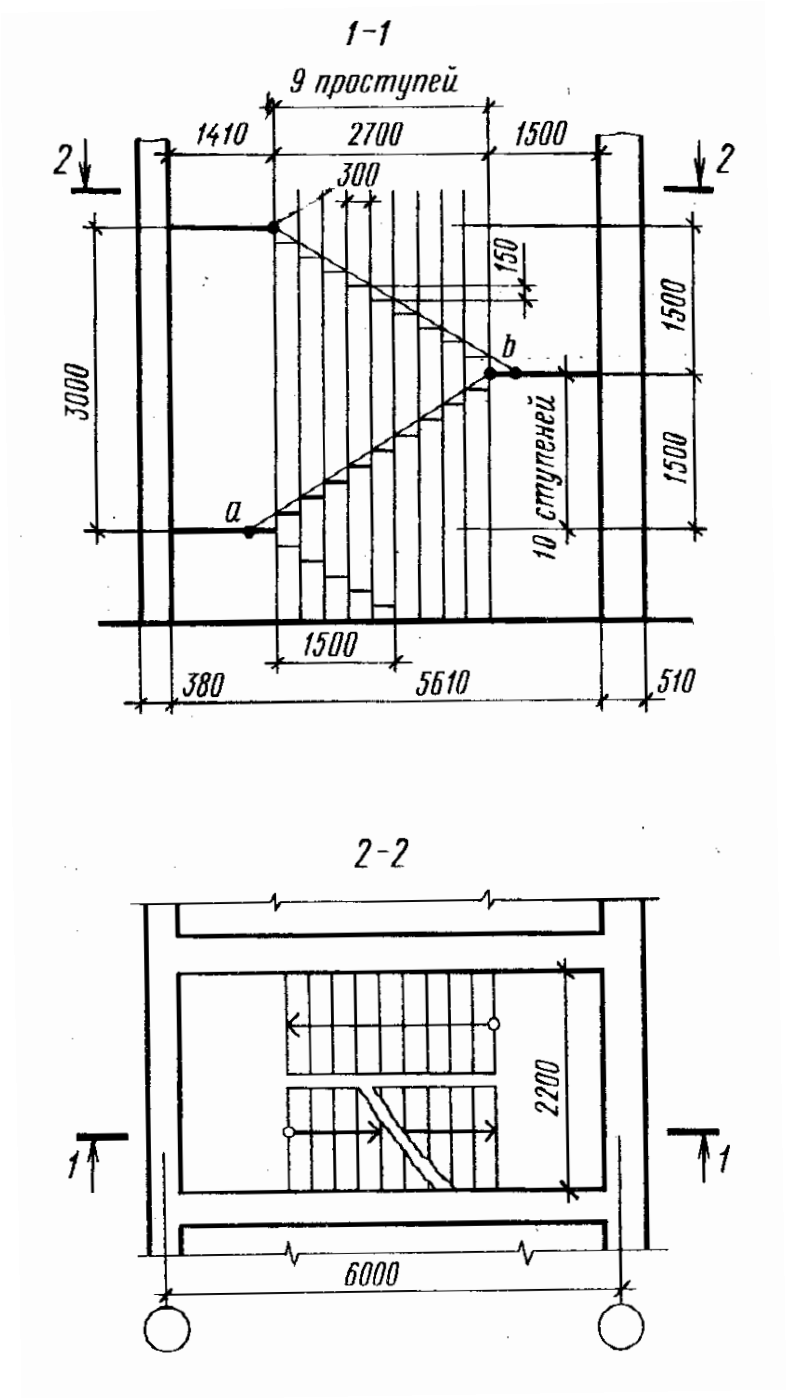


Рис. 94.

4. Простановка размеров на разрезе. На разрезах проставляют два типа размеров: линейные размеры и высотные отметки.

Линейные размеры и высотные отметки не заменяют и не исключают друг друга.

Линейными размерами указывают:

- расстояния между координатными и между крайними координатными осями;

- размеры и привязку по высоте проёмов, отверстий, ниш в стенах и перегородках, изображаемых в сечении. Для проёмов с четвертями размеры указывают по наименьшей величине проёма (высота по ГОСТ минус 75 мм);

- толщину стен и их привязку к координационным осям.

Высотные отметки измеряются в метрах с точностью до тысячных (трёх знаков после запятой). Единица измерения на чертеже не указывается.

Записи величин высотных отметок на разрезах и фасадах сопровождаются специальным значком « ».

За нулевую отметку на чертежах зданий принимают отметку чистого пола первого этажа. Все отметки выше нулевой должны быть указаны со знаком «+», а ниже нулевой со знаком «–».

Высотными отметками указывают:

- отметки уровня земли, чистого пола этажей (сокращённо, соответственно: *Ур. з., Ур. ч. п.*);

- отметки площадок;

- отметки низа плит покрытия верхнего этажа;

- отметки низа опорных частей заделываемых в стены элементов конструкций;

- отметки верха стен, карнизов, уступов стен.

5. Обводка чертежа разреза. Координационные оси обводят тонкими штрихпунктирными линиями (толщиной 0,1-0,2 мм).

Сплошными тонкими (толщиной 0,1-0,2 мм) обводят выносные и размерные линии, знаки высотных отметок.

Контуры несущих конструкций, не попавших в секущую плоскость, обводят сплошной линией толщиной 0,2-0,3 мм. Такой же линией обводят контуры перегородок и других конструктивных элементов, расположенных за секущей плоскостью.

Контуры несущих конструкций, попавших в секущую плоскость, обводят сплошной толстой основной линией (толщиной 0,5-1,0 мм).

При обводке лестниц следует иметь в виду, что **плоскость разреза всегда проходит по ближайшим к наблюдателю маршам.**

Линию уровня земли допускается обводить сплошной утолщённой линией (толщиной 1 мм и более).

Наименование изображения разреза записывают по типу «Разрез 1-1». Эту запись заносят в основную надпись или наносят над изображением разреза.

Фасад. Фасадом называют вид здания с одной из его сторон. Вид здания со стороны улицы или площади называют *главным фасадом*, вид со стороны двора – *дворовым фасадом*, вид с боку здания – *боковым* или *торцовым фасадом.* Это относится главным образом к общественным и административным зданиям. Жилые здания современной архитектуры, как правило, не имеют главного фасада.

В проектах зданий наименования фасадов дают по обозначениям крайних координационных осей на плане, например, «Фасад 1-5» или «Фасад А-Г» и т.д.

При вычерчивании фасадов (рис. 95) все основные размерные величины берут с плана и разреза.

На чертежах фасадов указывают координационные оси, расположенные по краям фасада, у деформационных швов, в местах уступов в плане и перепадов высот здания.

Линейные размеры на чертежах фасадов, как правило, не проставляют. Указываю высотные отметки наиболее характерных элементов здания: уровня земли, верха стен, входных площадок, оконных и дверных проёмов, балконов, козырьков и т.п.

Для обводки контура фасада и его элементов применяют более тонкие линии (толщиной 0,2-0,3 мм), а для нанесения контура земли можно использовать более толстые линии (толщиной от 0,5 до 1 мм и толще).

Иногда, на начальной стадии проектирования, для отображения эстетических особенностей здания, в качестве иллюстрации к проекту, чертёж главного фасада выполняют с использованием художественно-графических методов оформления чертежа и нанесением антуража (рис. 95, б).

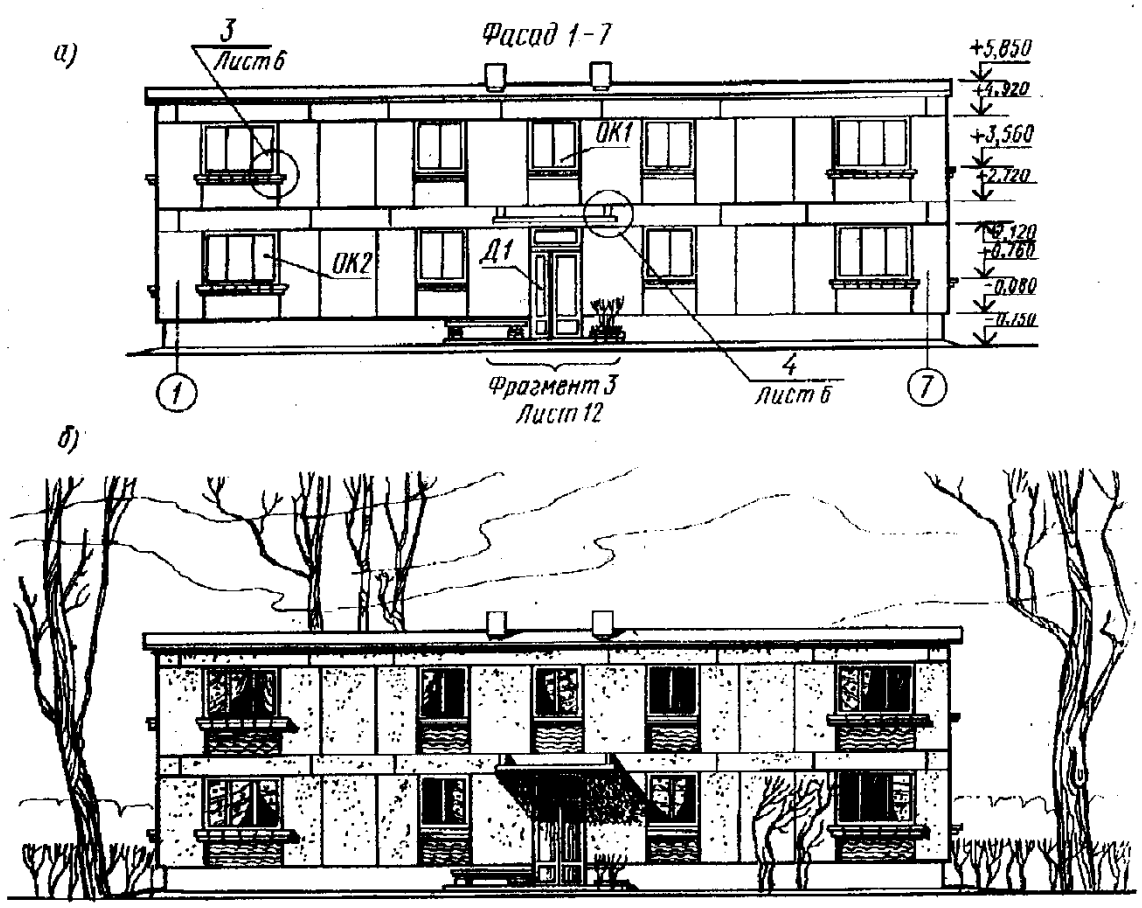


Рис. 95.

Состав Гз 10:

Задание выполняется на трёх листах формата А3.

Основную надпись на листах наносят по форме 3.

Исходные данные задания приведены на рис. 96, 97, 98, 99, 100 и в табл. 24.

Рекомендуется разрабатывать чертежи задания **Гз 10** в универсальной графической системе AutoCAD.

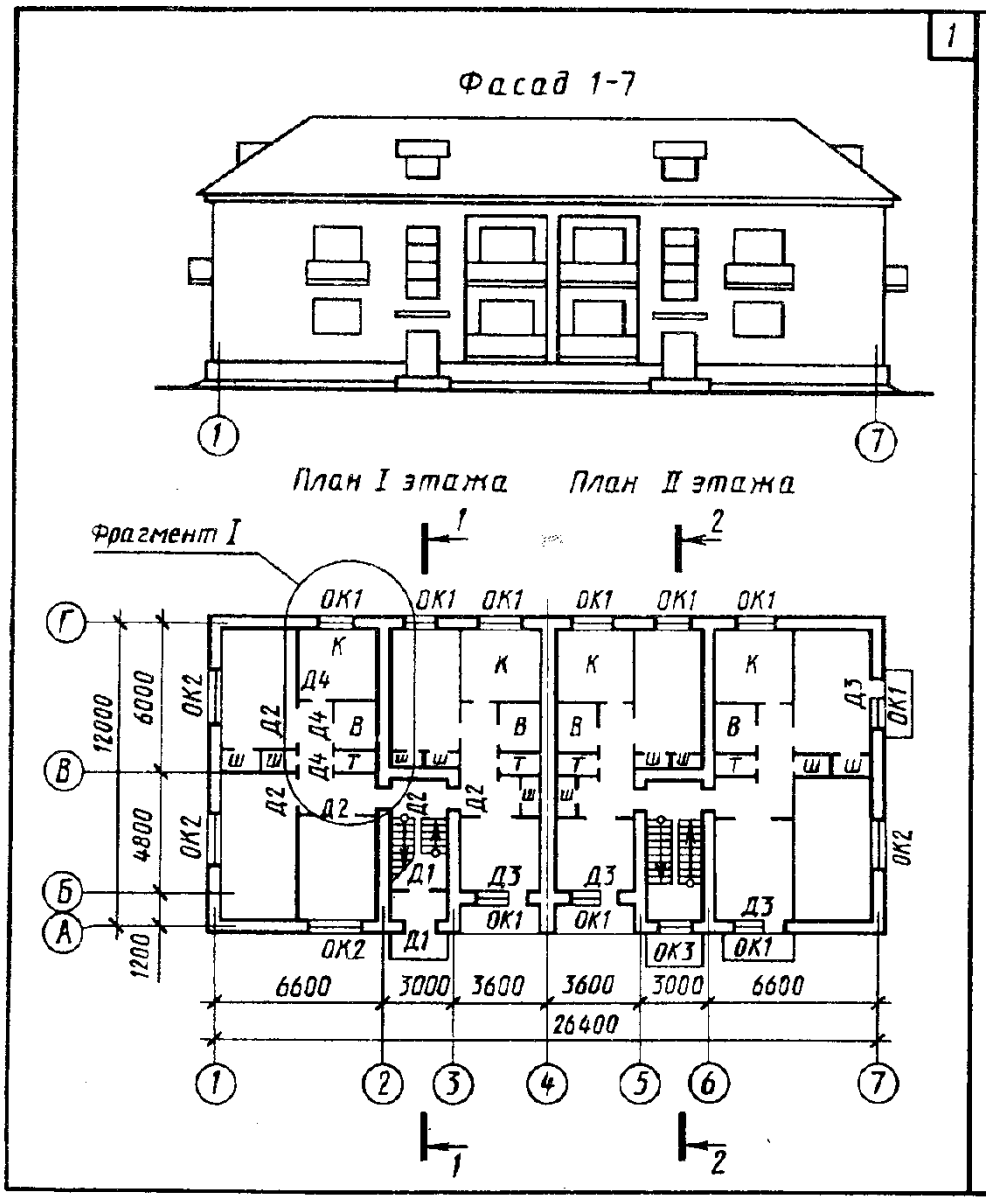


Рис. 96. Схема здания 1

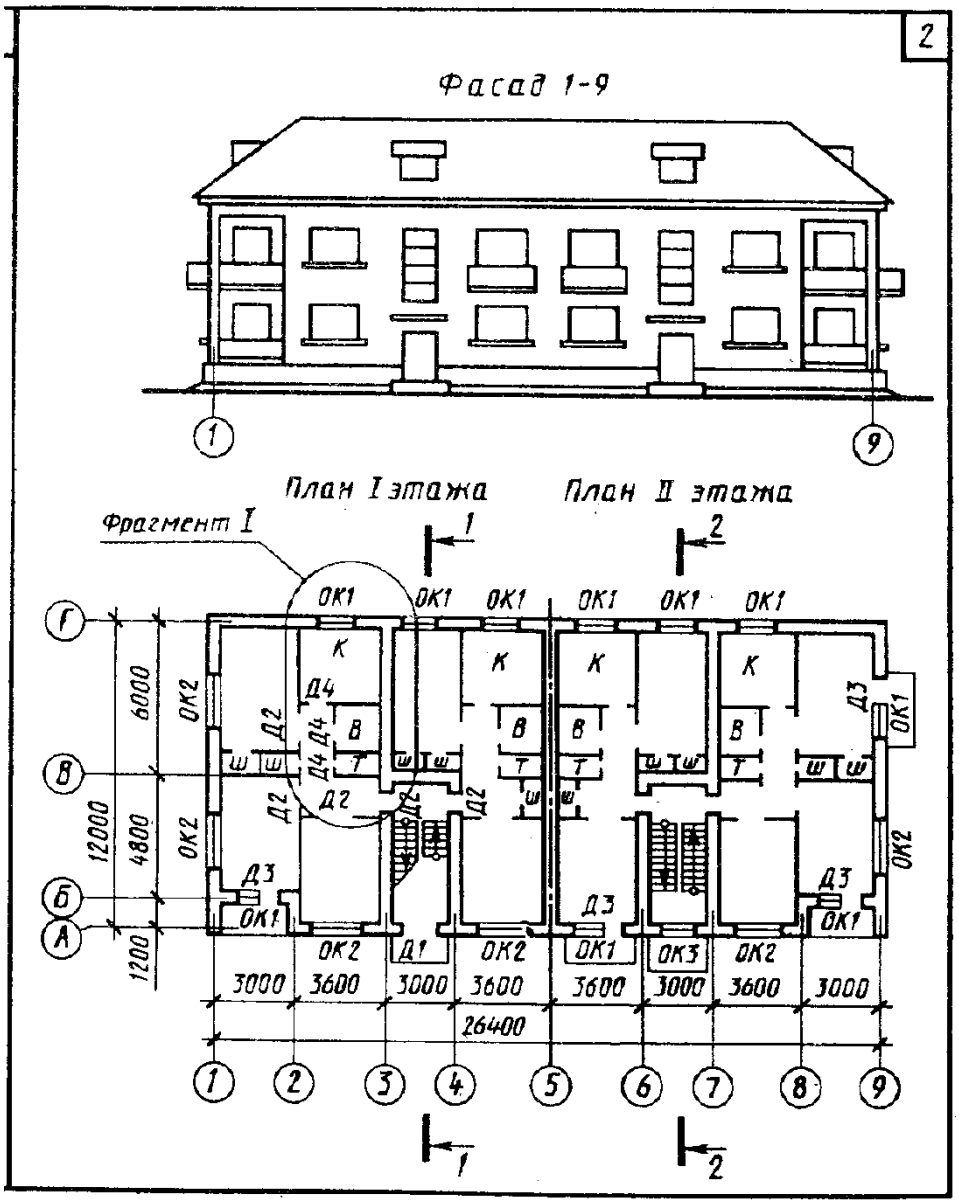


Рис. 97. Схема здания 2

Таблица 24

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема здания	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2
Фрагмент фасада	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Разрез	1-1	2-2	1-1	2-2	1-1	2-2	1-1	2-2	1-1	2-2
Высота этажа (м)	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0
Узлы	1; 2	1; 3	1; 4	2; 1	2; 3	2; 4	3; 1	3; 2	3; 4	4; 1

(Лист 1) Состав задания. Вычертить в масштабе 1:100 совмещённый план 1 и 2 этажей двухэтажного жилого дома. При этом требуется самостоятельно рассчитать и нанести на плане все неуказанные размеры.

Размеры оконных (ОК1, ОК2, ОК3) и дверных (Д1, Д2, Д3, Д4) проёмов приведены на рис. 98.

На схеме плана здания (см. рис. 96, 97) буквами обозначены следующие помещения: К – кухня, В – ванная, Т – туалет, Ш – встроенный шкаф.

Толщину перегородок следует принять равной 100 мм.

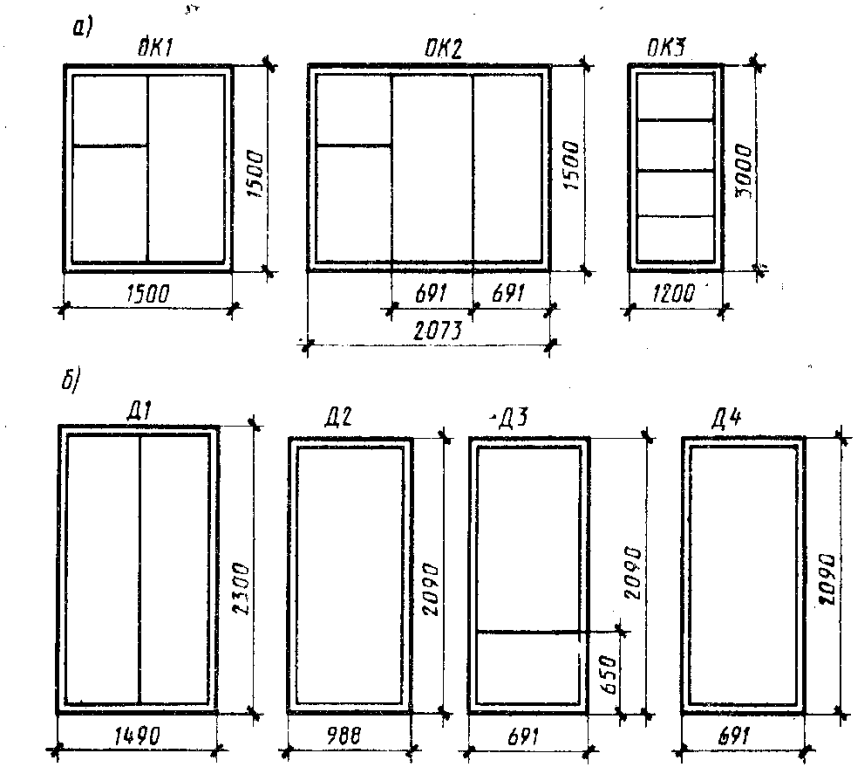


Рис. 98. Размеры оконных и дверных проёмов

Чертеж фрагмента плана крупно показан на рис. 99.

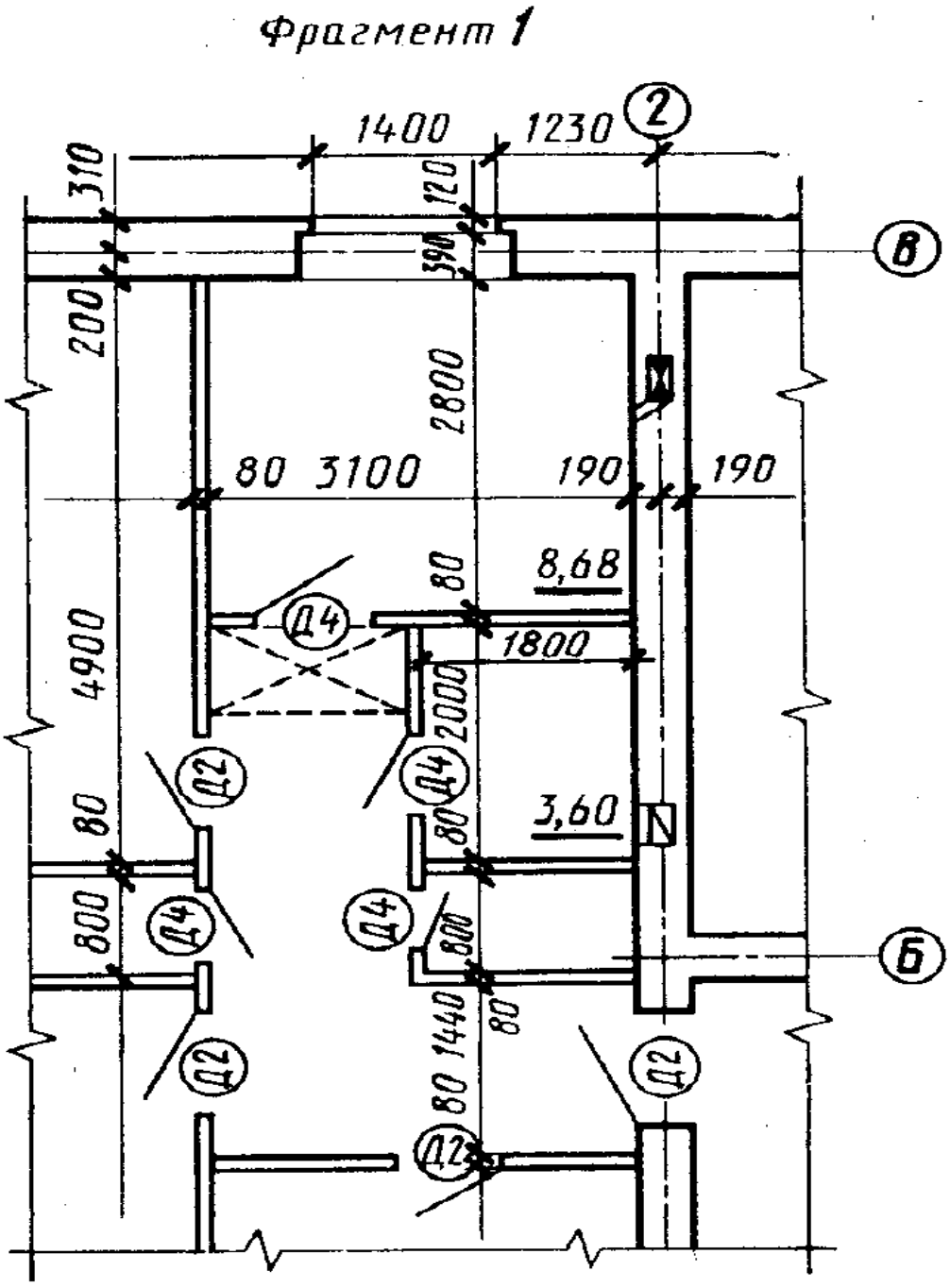


Рис. 99. Фрагмент плана

Пример оформления листа 1 дан на рис. 100.

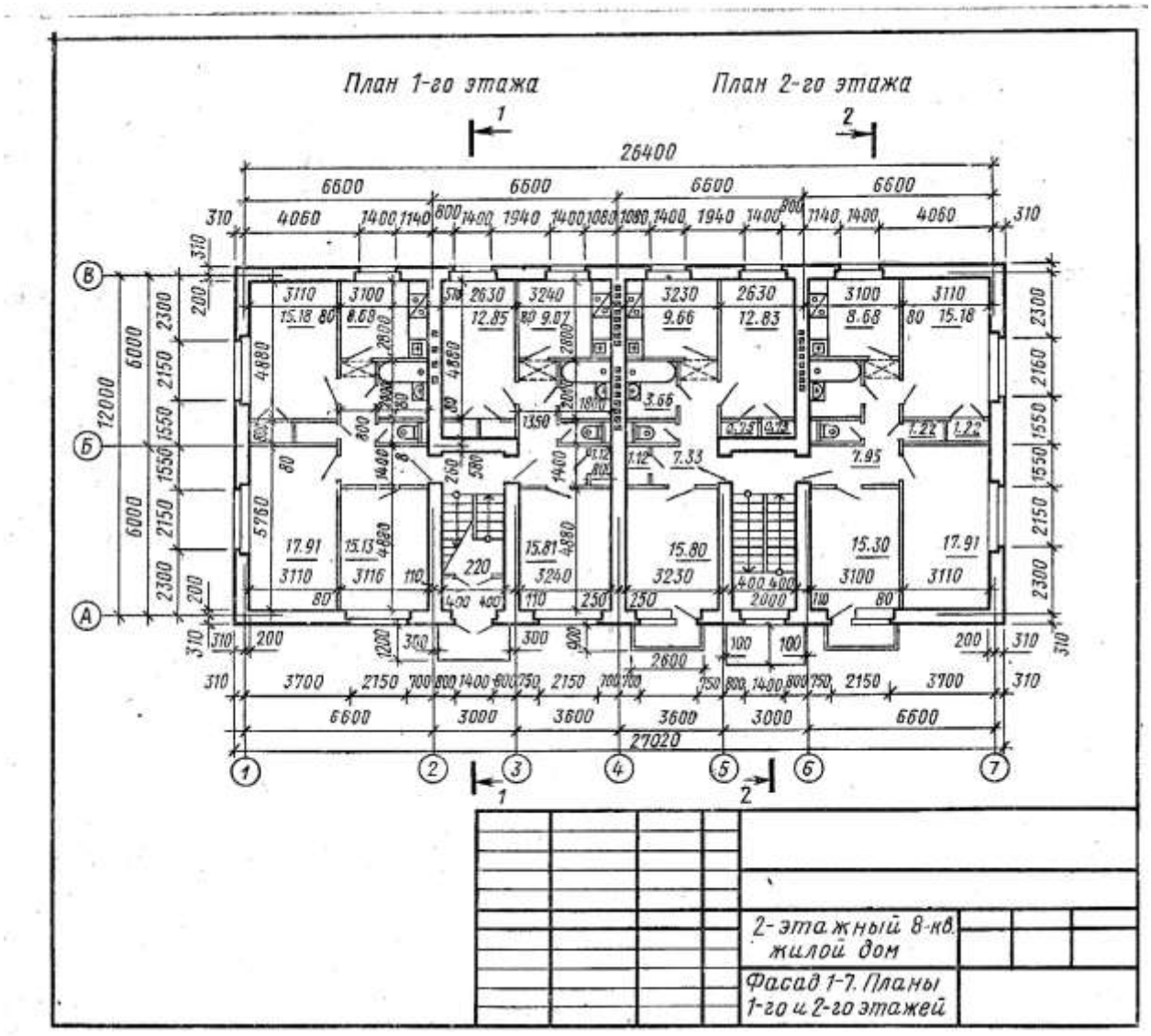


Рис. 100

Состав задания (Лист 2). Вычертить в масштабе 1:100 указанный в табл. 24 разрез здания. Самостоятельно рассчитать и нанести на разрезе все неуказанные размеры, руководствуясь данной высотой этажа (табл. 24), высотными отметками элементов фасада (рис. 101), высотой окон дверей (см. рис. 98) и примером оформления чертежа разреза (рис. 103).

Вычертить в надлежащем масштабе два указанных в задании узла конструкции здания (табл. 22 и рис. 102).

Пример оформления листа 2 показан на рис. 103.

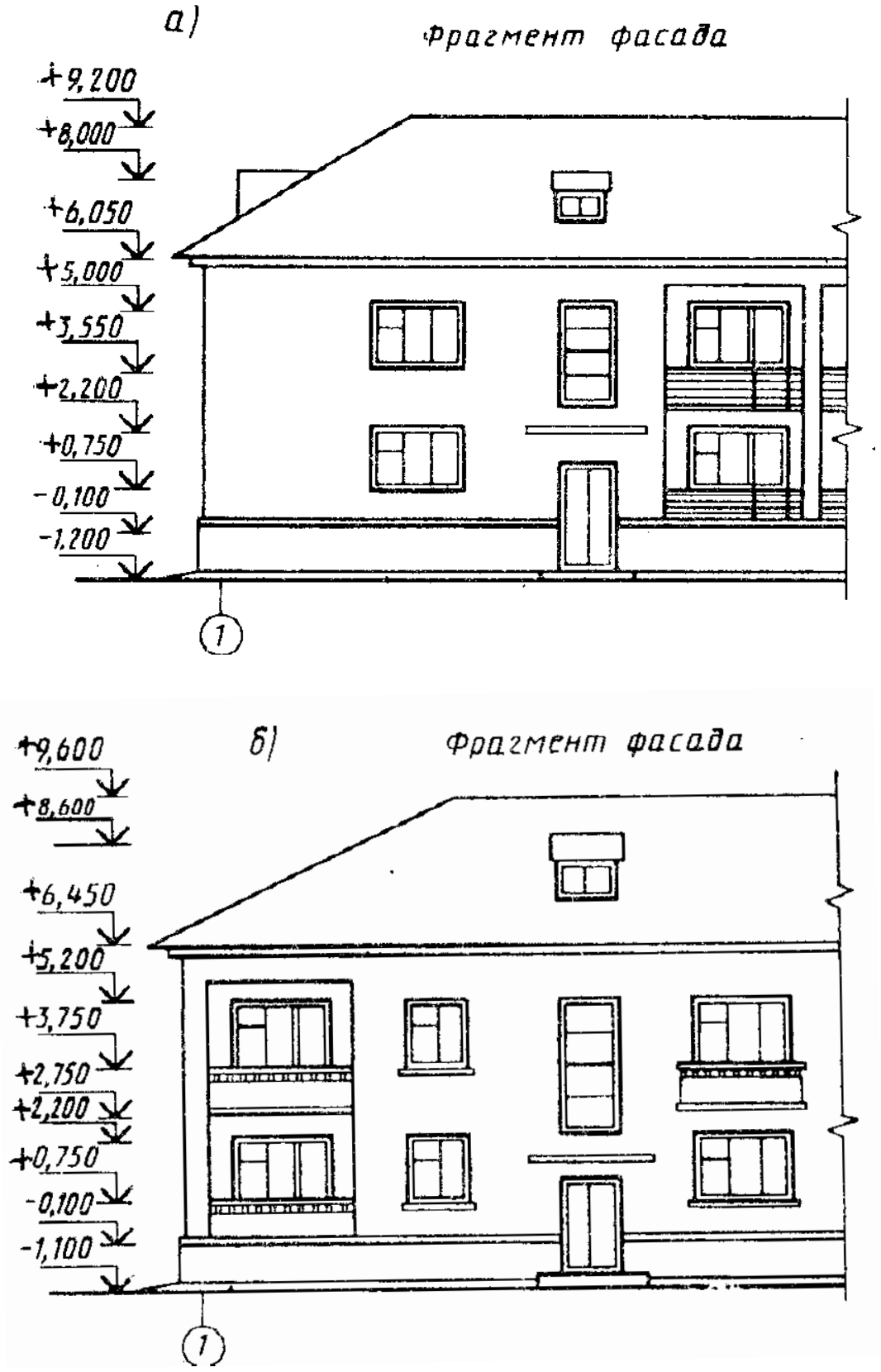

а)
Фрагмент фасада
+9,200
+8,000
+6,050
+5,000
+3,550
+2,200
+0,750
-0,100
-1,200
1
б)
Фрагмент фасада
+9,600
+8,600
+6,450
+5,200
+3,750
+2,750
+2,200
+0,750
-0,100
-1,100
1

Рис. 101

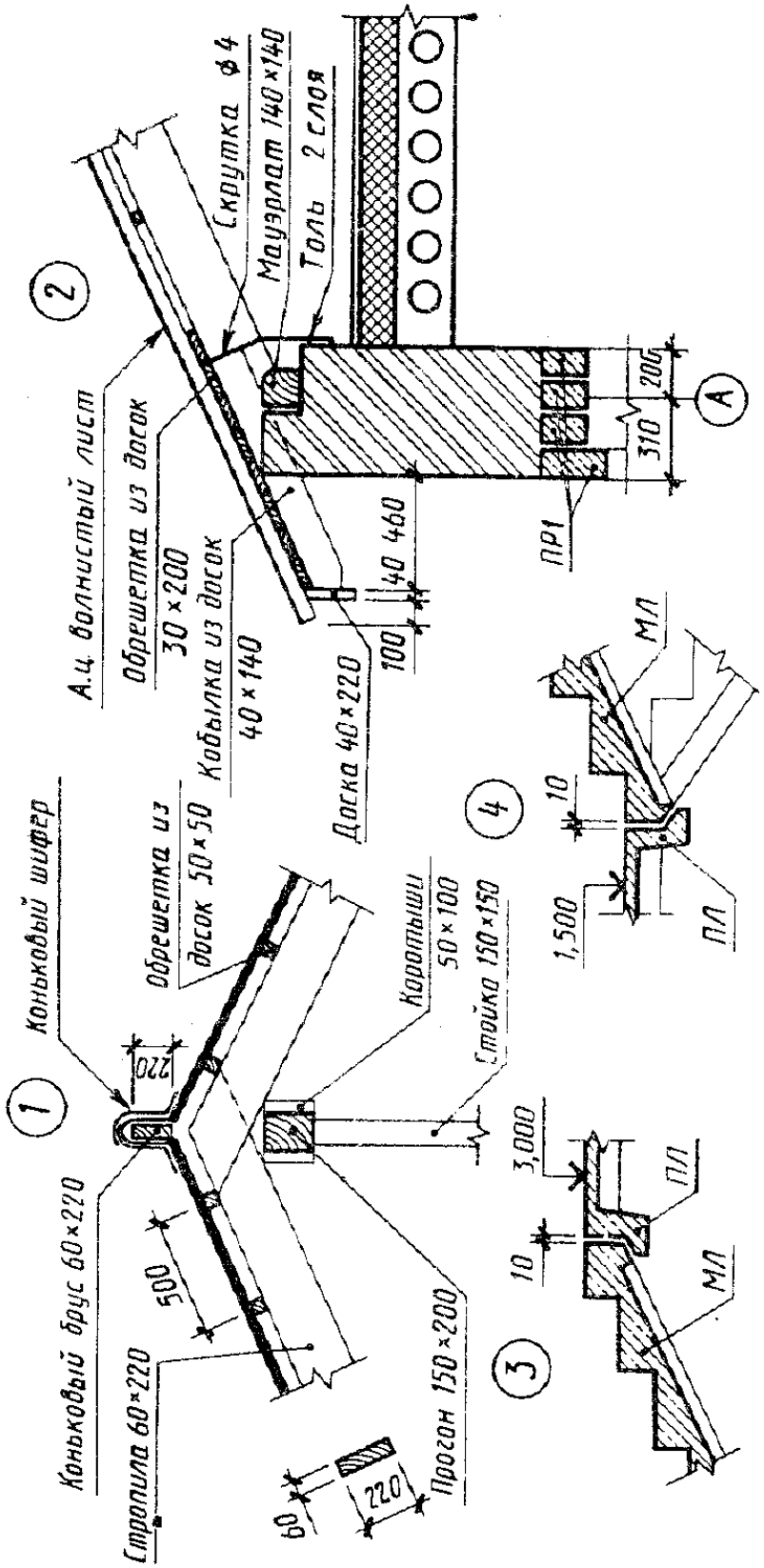


Рис. 102. Узлы конструкций зданий

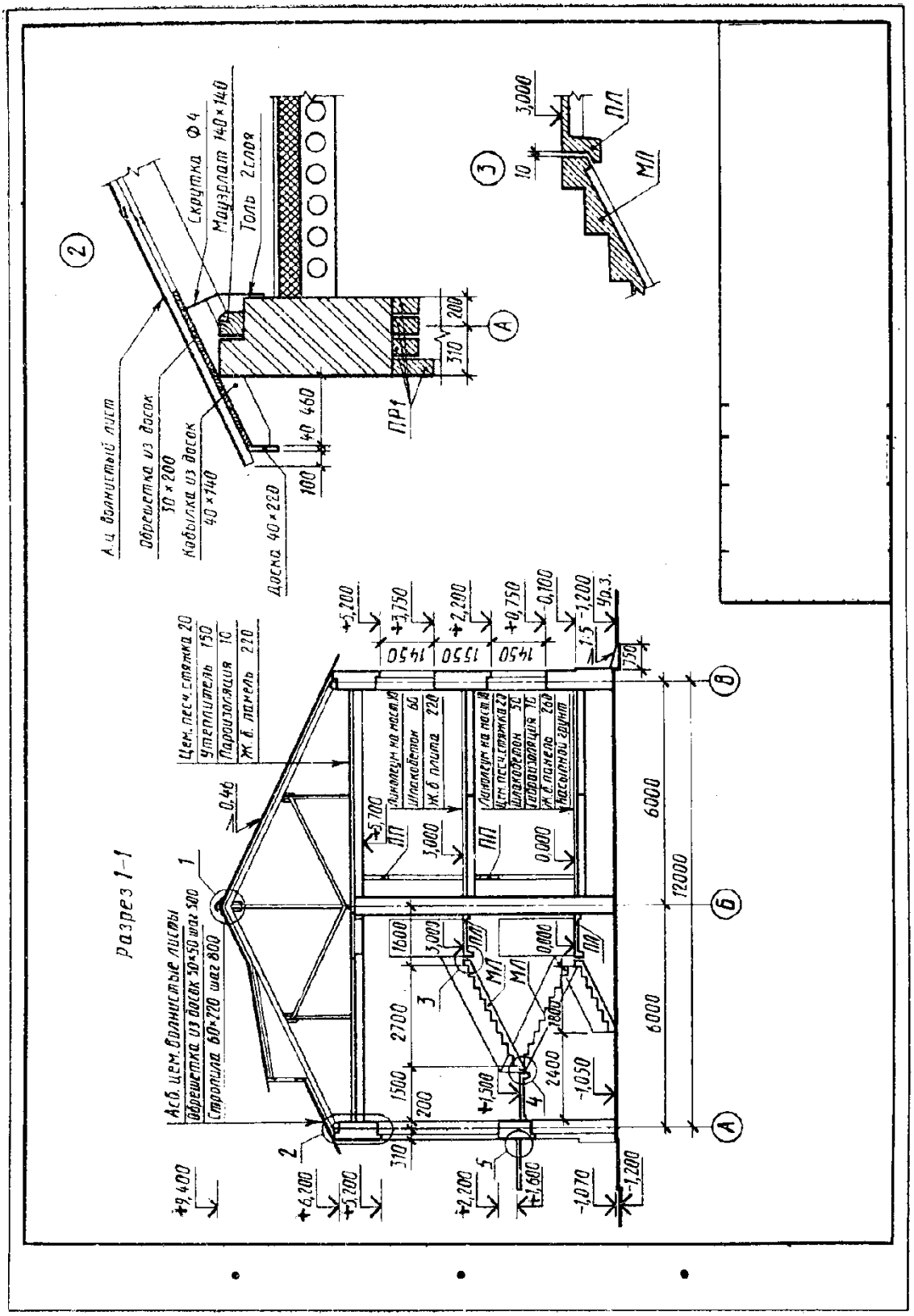

Разрез 1-1
Скрутка Ф4
Мауэрлат 140×140
Толь 2 слоя
Доска 40×220
Цем. песч. стяжка 20
Утеплитель 150
Пароизоляция 10
Ж. б. панель 220
Асб. цем. волнистые листы
Обрешетка из досок 50×50 шаг 500
Стропила 60×220 шаг 800
Линолеум на мост. 10
Шлакобетон 60
Ж. б. плита 220
Линолеум на мост. 10
Цем. песч. стяжка 20
Шлакобетон 50
Гидроизоляция 10
Ж. б. панель 260
Насыпной грунт
ПП
МЛ
ПЛ
ПР1
6000
12000
6000
2700
1500
2400
1450
1550
1450
+9,400
+6,200
+5,200
+2,200
+1,600
-1,070
-1,200
+5,200
+3,750
+2,200
+0,750
-0,100
-1,200
+1,500
-1,050
+5,700
3,000
0,000
1600
1800
0,46
1:5
Ур.з.
750
310
200
100
40
460
310
200
10
3,000

Рис. 103.

Состав задания (Лист 3). Вычертить в масштабе 1:100 фасад жилого дома. Пример оформления листа 3 на рис. 104.

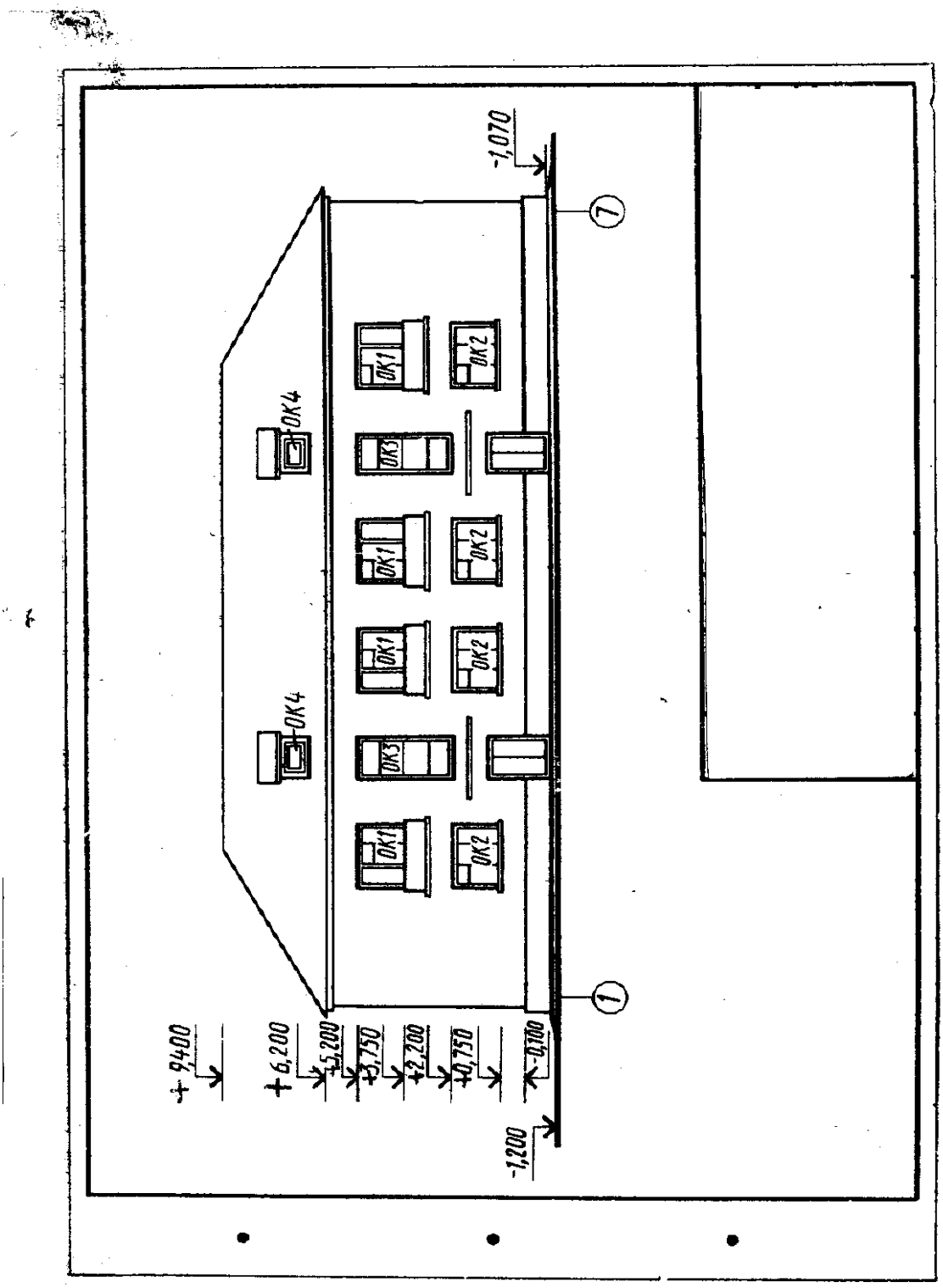


Рис. 104.