Министерство транспорта Российской Федерации

Федеральное агентство железнодорожного транспорта

ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный
университет путей сообщения»

Кафедра «Начертательная геометрия и инженерная графика»

В.И. Вялков, О.Г. Клименко, О.В. Соколова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 1

Методическое пособие
на выполнение контрольной работы № 4
для студентов ИИФО механических специальностей

Хабаровск
Издательство ДВГУПС
2007

УДК 744. 4 (075.8)
ББК Ж 111 я 73
В 994

Рецензенты:
Кафедра «Системы автоматизированного проектирования»
Дальневосточного государственного университета путей сообщения
(заведующий кафедрой доктор технических наук,
профессор *О.А. Графский*)

Вялков, В.И.

В 994 Инженерная графика. Часть 1. Методическое пособие на выполнение контрольной работы № 4 для студентов ИИФО механических специальностей / В.И. Вялков, О.Г. Клименко, О.В. Соколова. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2007. – 53 с.: ил.

Методическое пособие содержит программу курса «Инженерная графика», варианты контрольных работ и указания на выполнение контрольной работы № 4 для студентов ИИФО, выполняемых во втором семестре 1 курса.

Отпечатано методом прямого репродуцирования.

УДК 744. 4 (075.8)
ББК Ж 111 я 73

© ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный
университет путей сообщения» (ДВГУПС), 2007

ВВЕДЕНИЕ

Рост производительных сил и научно-технический прогресс предъявляют высокие требования к подготовке инженерно-технических кадров.

Одним из условий успешного овладения техническими знаниями является графическая грамотность, т. е. умение выполнять и читать чертежи.

Современный машиностроительный чертеж должен быть выполнен с соблюдением требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения и оформления чертежей, установленные стандартами ЕСКД, являются обязательными для всех отраслей промышленности. Изучению этих правил и служит курс инженерной графики.

Изучение курса инженерной графики основывается на теоретических положениях курса начертательной геометрии, нормативных документах, государственных стандартах и стандартах ЕСКД.

Основные вопросы инженерной графики излагаются на установочных лекциях и практических занятиях. Основную часть необходимой информации студенты приобретают в процессе изучения учебной литературы.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА ИЗУЧЕНИЕ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

1.1. Порядок изучения курса

Изучение курса инженерной графики рекомендуется вести в следующем порядке.

1. Ознакомиться с темой по программе.
2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме.
3. Изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Желательно законспектировать в рабочей тетради основные положения и зарисовать отдельные чертежи. Для рабочей тетради могут быть использованы альбомы для черчения и рисования, а также тетради, линованные в клетку.
4. Ответить на вопросы для самопроверки к каждой теме программы и записать ответы в рабочей тетради. Ответы для проверки отсылать не обязательно, но в случае затруднений следует обращаться за письменной или устной консультацией на кафедру или филиал.
5. Выполнить графическую работу в порядке, рекомендуемом методическими указаниями к теме.

Чертежи, помещенные в методическом пособии, не являются эталонами исполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание контрольных работ.

1.2. Контрольные работы

Основная форма работы студентов по инженерной графике – выполнение графических работ по темам, указанным в программе. Все графические работы для студентов заочного обучения разбиты на контрольные работы.

Студенты механических специальностей (Т, ЭТ, В, СДМ) выполняют контрольные работы № 4 и 5 (II семестр I курса) и № 6 и 7 (I семестр II курса).

Выполненную контрольную работу студенты отсылают на рецензию по месту прикрепления (университет или филиал). Отсылать на рецензию контрольную работу по частям не разрешается.

Задания на контрольные работы – индивидуальные. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме **трех** последних цифр номера его зачетной книжки.

Рецензирование контрольных работ является основной формой руководства работой студента со стороны преподавателя. Прорецензированную контрольную работу вместе с рецензией возвращают студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять, они должны оставаться на исправленных чертежах до их предъявления на зачете. Контрольная работа допускается к зачету только при правильном выполнении чертежей по всем темам, входящим в нее. На повторную рецензию в случае большого

количества ошибок и необходимости их исправления нужно представлять всю работу полностью вместе со всеми предыдущими рецензиями.

По всем вопросам обращаться за письменной или устной консультацией на кафедру или в филиал.

1.3. Зачет по курсу

В университете установлены следующие основные правила проведения зачетов по инженерной графике:

- зачет принимает заведующий кафедрой или по его назначению один из членов кафедры;
- сдача зачетов проводится в часы и дни, установленные по расписанию;
- к зачету допускаются студенты, полностью выполнившие все работы данного семестра, установленные программой; готовность работ определяется наличием положительной рецензии преподавателя-рецензента.

Зачет состоит из: 1) просмотра преподавателем выполненных графических работ; 2) выполнения студентом зачетных заданий, содержание которых установлено кафедрой; 3) вопросов преподавателя по чертежам, выявляющих знание студента ГОСТов ЕСКД и его умение читать чертежи.

В случае неудовлетворительной оценки знаний студента заведующий кафедрой или преподаватель, назначенный для приема зачетов, определяет, должен ли допущенный к пересдаче студент выполнить дополнительные работы или может явиться для новой сдачи с прежними работами.

После сдачи зачета графические работы студентов остаются на хранение в университете.

1.4. Рекомендации по выполнению чертежей

Чертежи должны быть выполнены в соответствии с ГОСТами ЕСКД и отличаться четким и аккуратным исполнением. Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги формата, указанного по каждой теме (о форматах см. ГОСТ 2.301-68). После нанесения рамок поля чертежа в правом нижнем углу выполняют основную надпись чертежа. Форма и размеры основной надписи в соответствии с ГОСТ 2.104-68 даны на рис. 1.

Пример заполнения основной надписи дан на рис. 2.

Если по конкретной теме выполняется несколько чертежей, например, по второй теме должно быть выполнено три листа чертежей, то на первом листе наносится основная надпись по форме, данной на рис. 1, а на последующих можно выполнять основную надпись по форме, данной на рис. 3. Подробно о формах основной надписи и их заполнении см. ГОСТ 2.104-68.

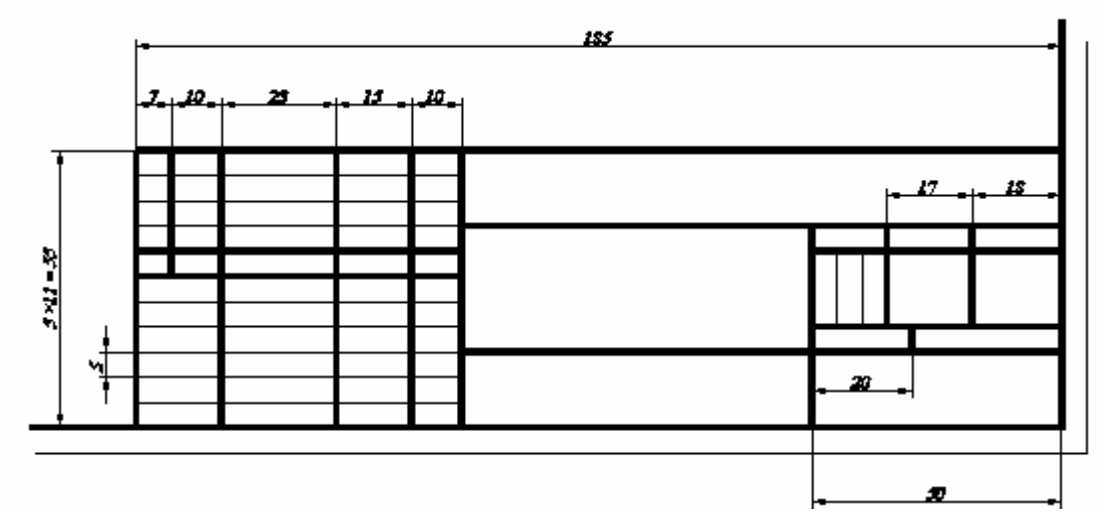


Рис. 1. Форма и размеры основной надписи

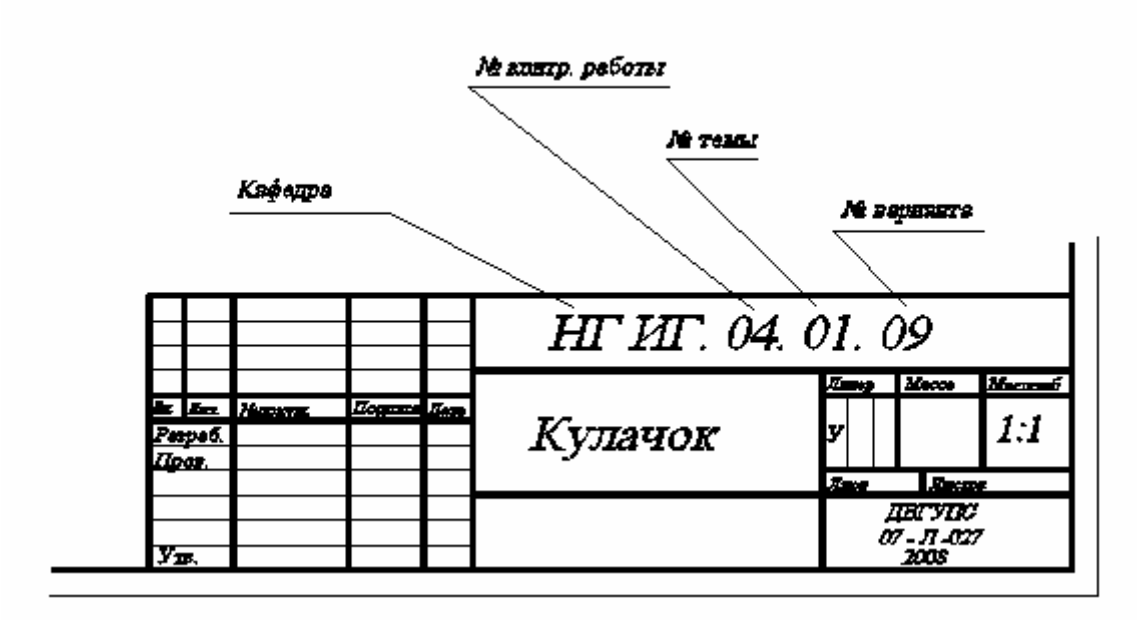


Рис. 2. Пример заполнения основной надписи

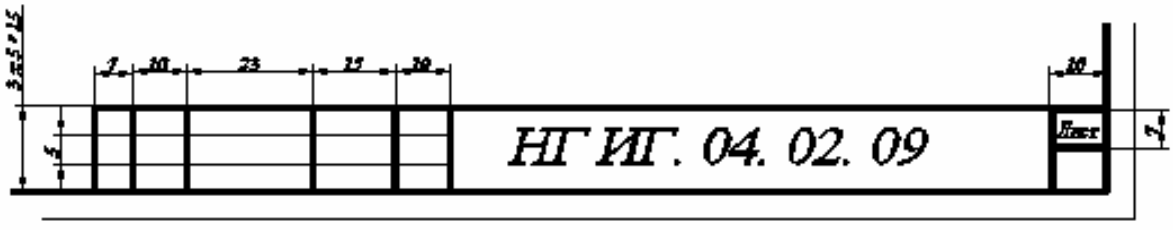


Рис. 3. Форма и размеры основной надписи для последующих листов

При выполнении графических работ необходимо строго соблюдать следующую последовательность.

1. Весь чертеж выполняется тонкими линиями простым карандашом твердости Т, ТМ (Н, НВ).

2. Тщательно проверяется правильность выполнения чертежа. При необходимости вносятся исправления.

3. После исправления замеченных неточностей выполняется обводка чертежа карандашом твердости ТМ, М (НВ, В).

При обводке чертежей следует принимать толщину основных сплошных линий равной 0,8…1,0 мм, а толщину остальных линий – согласно ГОСТ 2.303-68.

2. ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Единая система конструкторской документации. Основные положения [Текст]: – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 344 с.*

2. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей [Текст] / В.С. Левицкий. – М. : Высш. шк., 2003. – 429 с.

3. Машиностроительное черчение : учеб. пособие для вузов / Под ред. Г. П. Вяткина. – М. : Машиностроение, 1985. – 304 с.

Дополнительная

4. Федоренко, В.А. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / В.А. Федоренко, А.И. Шошин. – Л.: Машиностроение, 1984. – 416 с.

5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] / В.И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 1999. – 848 с.

6. Вялков, В.И. Геометрическое черчение [Текст] : метод. указания / В.И. Вялков. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2002. – 38 с.

7. Вялков, В.И. Проекционное черчение [Текст] : метод. указания / В.И. Вялков, В.Г. Хомченко, О.В. Соколова. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2002. – 42 с.

8. Хомченко, В.Г. Аксонометрические проекции [Текст] : метод. указания / В.Г. Хомченко – Хабаровск : ХабИИЖТ, 1987. – 44 с.

9. Бушман, Л.В. Резьбовые изделия и соединения [Текст] : метод. пособие / Л.В. Бушман, Н.В. Воронкина, О.В. Соколова – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2001. – 64 с.

10. Вялков, В.И. Рабочие чертежи деталей [Текст]: метод. указания / В.И. Вялков, О.В. Соколова, Т.В. Кравцова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2001. – 59 с.

11. Вялков, В.И. Основные материалы деталей и их обозначение на чертежах [Текст] : учебно-справ. пособие / В.И. Вялков, О.А. Графский, А.А. Панченко, В.Г. Хомченко. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 1998. – 34 с.

12. Вялков, В.И. Шероховатость поверхностей и ее обозначение на чертежах [Текст] : учебно-метод. Пособие / В.И. Вялков, В.Г. Хомченко. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2006. – 24 с.

* Номера ГОСТов указаны в списках литературы к отдельным темам.

3. ПРОГРАММА ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Тема 1. Предмет и краткий очерк развития инженерной графики. Стандартизация как фактор, способствующий развитию науки и техники. ЕСКД, ЕСТД и другие системы стандартизации. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД, к выполнению чертежей. Построение очертаний и обводов технических форм.

Тема 2. Изображения – виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции.

Тема 3. Линии среза.

Тема 4. Линии перехода.

Тема 5. Изображение и обозначение резьбовых изделий и соединений.

Тема 6. Изображение и обозначение неразъемных соединений (сварка, пайка, опрессовка).

Тема 7. Рабочие чертежи деталей. Эскизирование деталей машин с натуры.

Тема 8. Сборочный чертеж машиностроительного изделия.

Тема 9. Чтение и деталирование чертежей сборочных и общего вида.

Тема 10. Ознакомление с механизацией и автоматизацией чертежных работ. Знакомство с графическими пакетами AutoCAD, Компас.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Контрольная работа № 4

Контрольная работа № 4 состоит из чертежей к темам 1–4 рабочей программы.

Тема 1. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД к выполнению чертежей. Построение очертаний и обводов технических форм.

По данной теме необходимо:

1. Изучить основные положения стандартов

- ГОСТ 2.301-68 «Форматы»;
- ГОСТ 2.302-68 «Масштабы»;
- ГОСТ 2.303-68 «Линии»;
- ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные»;
- ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Указанные стандарты даны в сборнике «Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей», а также в рекомендуемой литературе, например [2], [4, разд. I, II].

2. Изучить правила построения лекальных кривых, сопряжений, конусности и уклона.

Правила построения лекальных кривых, сопряжений и т.д. изложены в рекомендуемой литературе [2], [3], [4], [6].

3. На листе чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм) карандашом построить очертание кулачка. Данные для своего варианта взять из табл. 3. Пример выполнения дан на рис. 38.

При изучении тем 1–4 необходимо обратить внимание и твердо усвоить следующие положения стандартов.

ГОСТ 2.301-68 «Форматы» устанавливает форматы листов чертежной бумаги, на которых выполняются чертежи. Формат листа определяется размером внешней рамки (линии обреза). Обозначения и размеры основных форматов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение и размеры основных форматов

Обозначение формата	А0	А1	А2	А3	А4
Размеры сторон формата, мм	1189×841	841×594	594×420	297×420	297×210

Обозначение и размеры дополнительных форматов – ГОСТ 2.301-68.

При выполнении контрольных работ рекомендуется пользоваться в основном форматом А3, который продают в папках чертежной бумаги.

ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» устанавливает масштабы изображений.

Таблица 2

Ряды масштабов

Натуральная величина	1:1
Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100 и т.д.
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Масштабом называют отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.

Предпочтительным масштабом при выполнении учебных чертежей является М 1:1 (изображение в натуральную величину). Масштаб на чертеже, вписывается ли он в соответствующую графу основной надписи или указывается для вынесенного элемента и т. п., указывается без буквы М. Например,

А (5:1) – вынесенный элемент выполнен в масштабе 5:1;

Болт М40×100 ГОСТ 7798-70* (1:2) – чертеж болта выполнен в масштабе 1:2, отличающемся от масштаба, в котором выполнены изображения других деталей на данном листе.

Следует всегда помнить, что в каком бы масштабе не был выполнен чертеж изделия, на этом чертеже необходимо указывать размеры изделия (те размеры, которое изображенное изделие имеет в натуре), а не изображения.

ГОСТ 2.303-68 «Линии» устанавливает наименования, начертания и основные назначения линий на чертежах. Толщина всех линий на чертеже определяется выбранной толщиной S сплошной основной линии. Толщина

S сплошной основной линии должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Толщина остальных линий подбирается в зависимости от S по ГОСТ 2.303-68.

Длина штрихов в штриховой линии принимается равной 2–8 мм, расстояние между ними 1–2 мм. Длина штрихов в штрихпунктирной тонкой линии должна быть равной от 5 до 30 мм и зависит от величины изображений, расстояние между ними 3–5 мм и в середине точка или короткий штрих длиной не более 1 мм. Штрихи должны быть одинаковой длины. Центр окружности должен отмечаться пересечением штрихов. При диаметре изображения окружности менее 12 мм центровые штрихпунктирные линии проводятся сплошными тонкими (рис. 4).

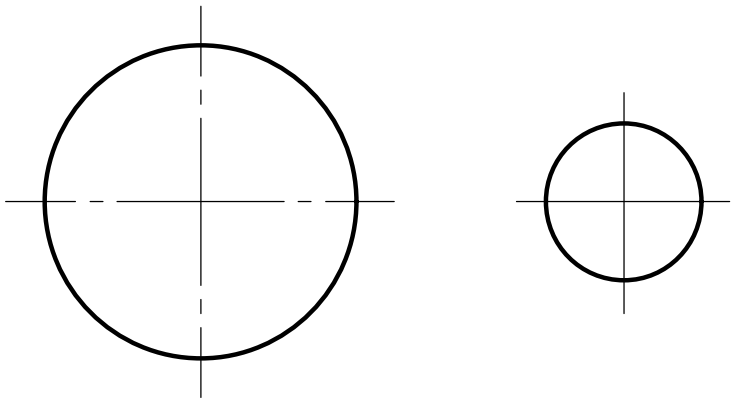


Рис. 4. Нанесение центровых линий окружности

ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные» устанавливает шрифты для надписей, наносимых от руки на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства. Размер шрифта определяется высотой прописных букв в миллиметрах. Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Высота строчных букв равна 5/7 от высоты прописных, что округленно соответствует предыдущему размеру шрифта. Например, шрифт № 10: высота прописных букв 10 мм, высота строчных 5/7×10=7. Наклон букв и цифр к строке должен быть приблизительно равен 75°. Толщина обводки букв и цифр должна быть для шрифта типа А – 1/14, для шрифта типа Б – 1/10 высоты.

Для приобретения навыка выполнения надписей стандартным шрифтом рекомендуется построить карандашом сетку в виде тонких линий, как это показано на рис. 5 и 6. Затем от руки нанести на эту сетку буквы и цифры тонкими линиями. Необходимая толщина достигается при обводке. Для шрифта мелких размеров (2,5; 3,5; 5) достаточно провести лишь две параллельные линии и под углом 75° через 10–20 мм наклонные линии (рис. 6).

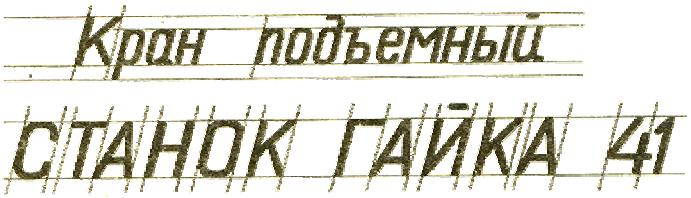


Рис. 5. Пример выполнения сетки и надписи
для шрифтов больших размеров



Рис. 6. Пример оформления сетки и надписи мелким шрифтом

Для всего текста толщина линий должна быть одинаковой. Если слова пишут одними прописными буквами и при этом получается кажущееся увеличение промежутков между буквами (например, при сочетании букв Г и А, Г и Д, Р и А, Т и А и т.д.), то следует скрадывать получающееся зрительное искажение, уменьшая эти промежутки (см. рис. 5, слова СТАНОК, ГАЙКА).

Надписи на чертеже по данной теме и всем последующим рекомендуется выполнять шрифтом размера 5 и 7 мм.

Все размерные числа на чертежах выполнять размером 5 мм.

ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства. **Правила ГОСТ 2.307-68 изучаются в течение всего курса.** Ниже приведены главные положения этого стандарта.

Основанием для определения величины изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. **Линейные размеры указываются в миллиметрах** (рис. 7). Если на чертеже размеры необходимо указать в других единицах (сантиметрах, метрах и т.д.), то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы (см, м) или указывают эти единицы в технических требованиях.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения (5°, 5°30′, 10°25″, 15°30′45″) (рис. 8).

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии – параллельно биссектрисе угла и над размерным числом наносят знак «∩» (рис. 9).

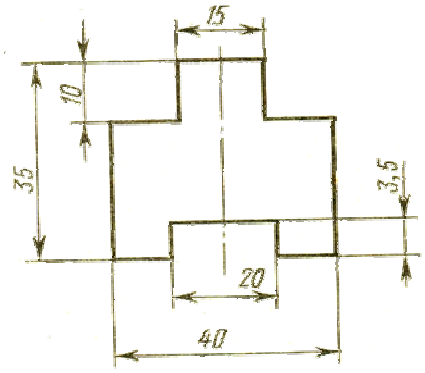


Рис. 7. Нанесение выносных и размерных линий линейных размеров

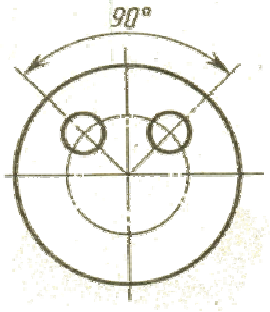


Рис. 8. Нанесение выносных и размерных линий угловых размеров



Рис. 9. Нанесение размера дуги окружности

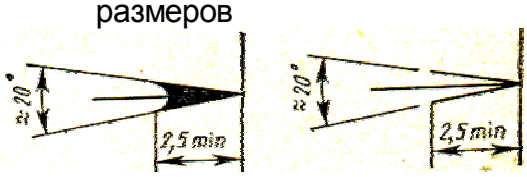


Рис. 10. Форма и величина размерных стрелок

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 2–3 мм (см. рис. 7, 8, 9). Размерные линии предпочтительней наносить вне контура изображения. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Необходимо избегать пересечения размерных линий выносными. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Размеры стрелок размерных линий зависят от толщины линий видимого контура (рис. 10, для учебных чертежей рекомендуется L = 5…7 мм).

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т.д.) и стрелки наносят, как показано на рис. 7 (размер 3,5). При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки заменяют засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 11).

Размерные числа наносят над размерной линией (выше нее на 0,5–1 мм) ближе к ее середине (см. рис. 7). При недостатке места для стрелки из-за близкого расположения контурной или выносной линии последние допускается прерывать (рис. 12).

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий.

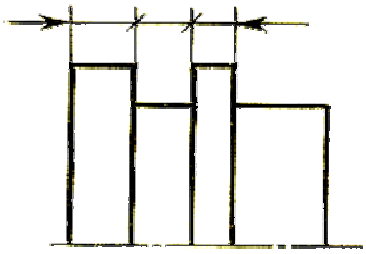


Рис. 11. Замена стрелок засечками

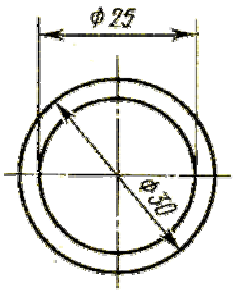


Рис. 12. Нанесение размеров диаметра

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 13).

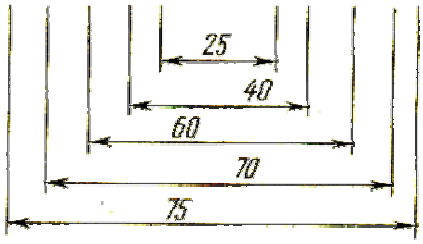


Рис. 13. Расположение размерных чисел при параллельных размерных линиях

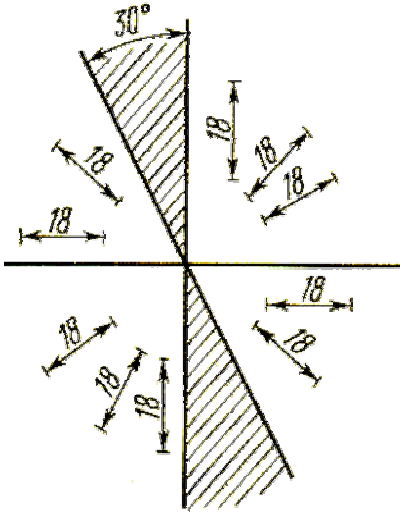


Рис. 14. Расположение размерных чисел при различном нанесении размерных линий

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 14.

Штриховкой выделена зона 30°, в пределах которой не рекомендуется располагать размерные линии. В случае острой необходимости размерное число наносят на полке линии-выноски (рис. 15).

Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией или недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на рис. 17 и 18.

Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 16. Размерные числа, расположенные над горизонтальной осевой линией, наносят над выпуклой частью размерной линии; размерные числа, расположенные ниже горизонтальной осевой линии, – над вогнутой частью размерной линии. Штриховкой выделена зона 30°, в которой не рекомендуется наносить уг-

ловые размеры. При необходимости размерные числа наносят на горизонтальных полках линий-выносок.

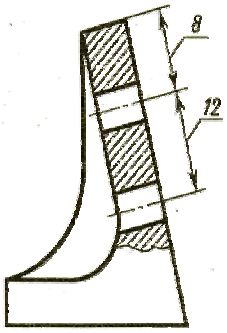


Рис. 15. Нанесение размеров элементов при расположении размерной линии в зоне 30°

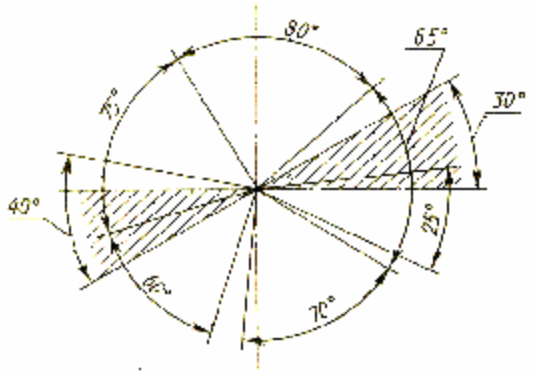


Рис. 16. Нанесение угловых размеров

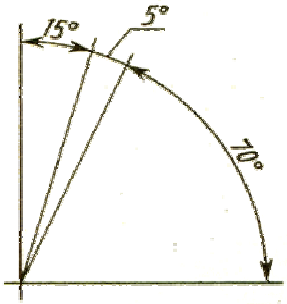


Рис. 17. Нанесение размерных стрелок и чисел при недостатке места

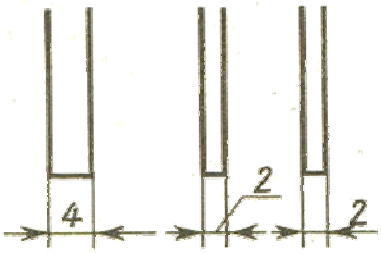


Рис. 18. Нанесение линейных размеров при недостатке места

Для углов малых размеров при недостатке места размерные числа помещают на полках линий-выносок в любой зоне (рис. 17).

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 19).

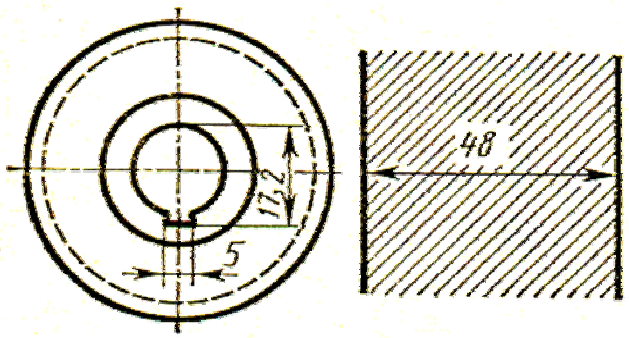


Рис. 19. Нанесение размерных чисел на заштрихованном участке и в зоне осевых линий

При нанесении размера радиуса скругления перед размерным числом

помещают прописную букву R (рис. 20). Ее нельзя отделять от числа какой-либо линией чертежа.

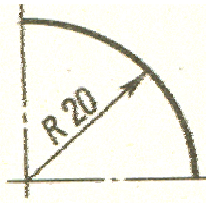


Рис. 20. Нанесение размера радиуса

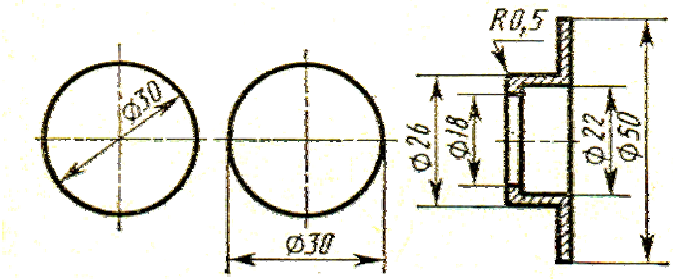


Рис. 21. Нанесение размера диаметра

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак «Æ» (рис. 21).

При указании размера сферы, когда ее трудно отличить от других поверхностей, перед размерным числом наносят знак «**О**» или слово «сфера» (рис. 22). Диаметр знака сферы равен размеру размерного числа.

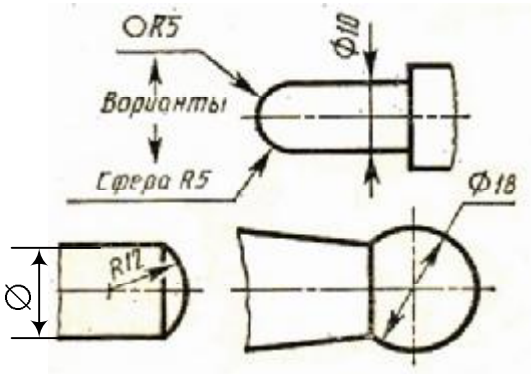


Рис. 22. Нанесение размера сферы

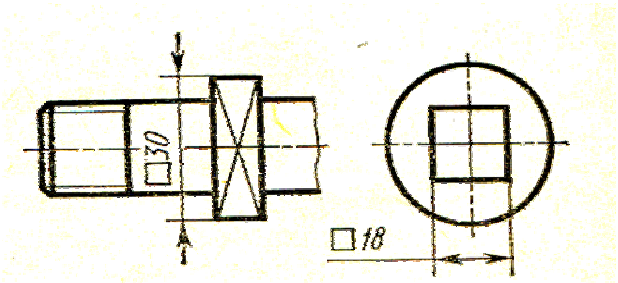


Рис. 23. Нанесение размера квадрата

Размер квадрата наносят как показано на рис. 23. Высота знака квадрата «□» равна высоте цифр размерного числа.

При нанесении размеров одинаковых элементов (например, отверстий), расположенных равномерно по окружности, вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 24).

Если чертеж содержит одно изображение детали, то размер ее толщины или длины наносят, как показано на рис. 25.

При указании размера уклона используется знак «⏥», размера конусности – знак «⧐».

Для построения очертания кулачка (и для выполнения других чертежей) необходимо усвоить **построение сопряжений и лекальных кривых.**

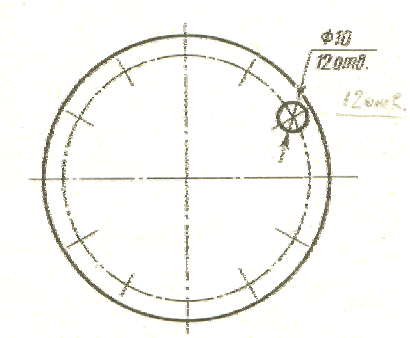


Рис. 24. Нанесение размеров одинаковых отверстий, расположенных равномерно по окружности

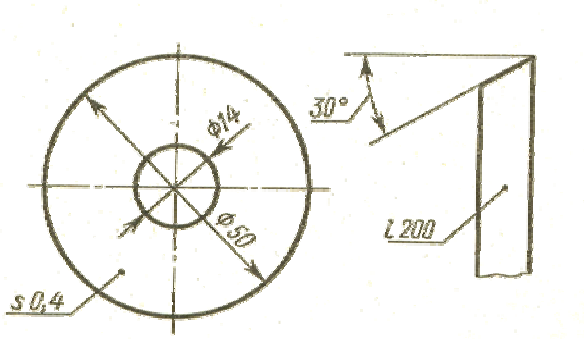


Рис. 25. Указание размера толщины ***s*** или длины ***ℓ*** детали

Построение сопряжений основано на двух положениях из геометрии:

1. При сопряжении прямой линии и дуги центр дуги сопряжения должен лежать на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения (рис. 26).

2. При сопряжении двух дуг центры этих дуг и точка сопряжения лежат на одной прямой (рис. 27).

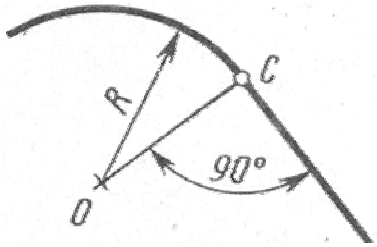


Рис. 26. Сопряжение прямой линии и дуги окружности

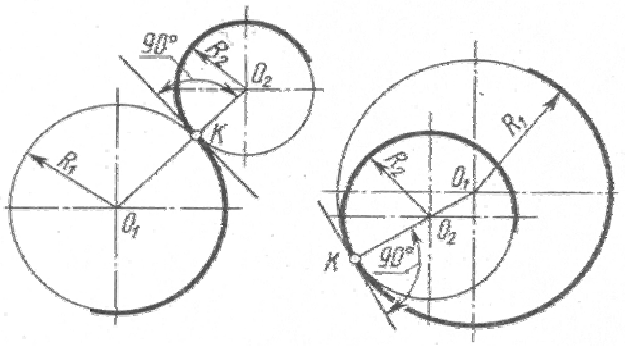


Рис. 27. Сопряжение дуг окружностей

При построении сопряжений следует различать три элемента: а) точку сопряжения; б) центр сопряжения; в) радиус сопряжения.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из элементов – радиус или точка сопряжения; два других элемента определяются графически, построением. В конструкторской практике чаще встречаются задачи построения сопряжений при заданном радиусе.

Для построения **сопряжения двух пересекающихся прямых ℓ_1 и ℓ_2 заданным радиусом R** (рис. 28) необходимо:

- на расстоянии заданного радиуса R провести две вспомогательные прямые, соответственно параллельные заданным прямым ℓ_1 и ℓ_2;
- точка О пересечения этих прямых является центром сопряжения;
- из точки О опустить перпендикуляры на заданные прямые – получаем точки сопряжения M и N;

- из центра О величиной заданного радиуса провести дугу между точками М и N.

Для построения **сопряжения прямой линии ℓ с дугой радиуса R_1**, проведенной из центра O_1, **дугой радиуса R** (рис. 29) необходимо:

- провести вспомогательную прямую, параллельную прямой ℓ на расстоянии заданного радиуса сопряжения R;
- из центра O_1 провести вспомогательную дугу радиусом R_1+R;
- точка О пересечения этих вспомогательных линий есть центр сопряжения;
- из точки О опустить перпендикуляр на прямую ℓ – получаем точку М сопряжения на прямой;
- соединить центр О с центром дуги O_1 – получаем точку N сопряжения на дуге;
- из центра О радиусом R между точками М и N провести дугу сопряжения.

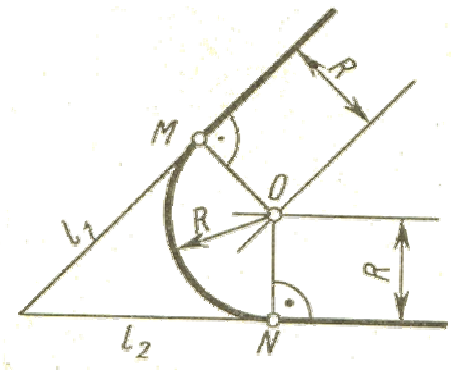


Рис. 28. Сопряжение двух пересекающихся прямых дугой радиуса R

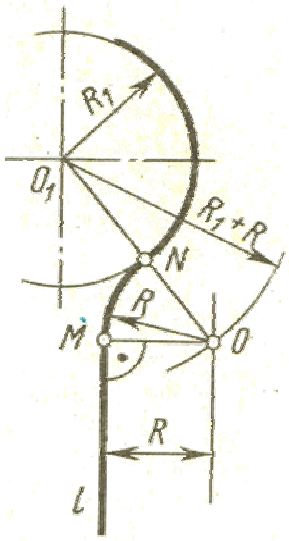


Рис. 29. Сопряжение прямой ℓ с дугой радиуса R_1

Для построения **сопряжения двух дуг** (дуги радиуса R_1 с центром O_1 и дуги радиуса R_2 с центром O_2) **дугой радиуса R** (рис. 30) необходимо:

- из центра O_1провести вспомогательную дугу радиусом R_1+R;
- из центра O_2 провести вспомогательную дугу радиусом R_2+R;
- точка О пересечения вспомогательных дуг является центром сопряжения;
- соединить центр О с центрами O_1 и O_2 – получаем точки сопряжения М и N соответственно на дугах R_1 и R_2;
- из центра О радиусом R между точками М и N провести дугу сопряжения.

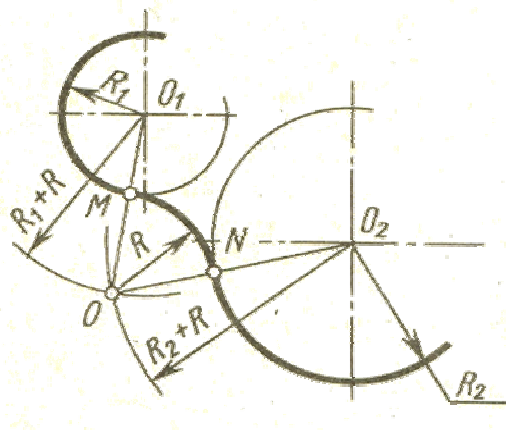


Рис. 30. Сопряжение двух дуг радиусов R_1 и R_2

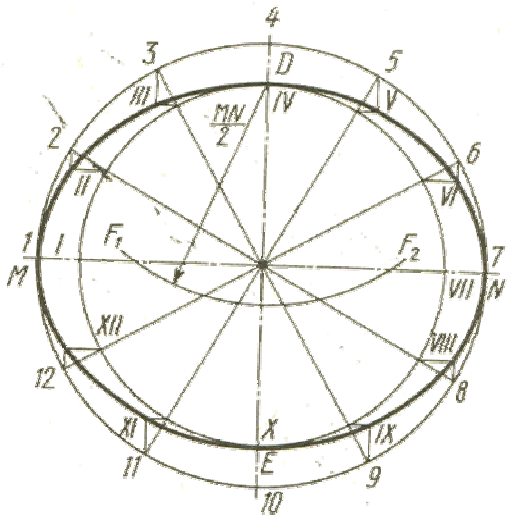


Рис. 31. Эллипс

Более подробно о построении сопряжений смотрите в учебниках, справочниках и методических указаниях [2], [4], [7] и др.

При обводке сопряженных линий сначала следует обводить дуги до точек сопряжений, а затем прямолинейные участки.

Лекальные кривые имеют большое применение в технике. Рассмотрим некоторые способы построения наиболее часто встречающихся плоских кривых: эллипса, параболы, циклоиды, синусоиды, эвольвенты. Эти кривые строятся по отдельным точкам и обводят их с помощью лекал. Поэтому они получили название лекальных кривых.

Эллипс. Эллипсом называется замкнутая плоская кривая, для которой сумма расстояний от любой ее точки до двух точек F_1 и F_2 той же плоскости – фокусов эллипса – есть величина постоянная, равная большой оси эллипса (рис. 31). Отрезок MN называется большой осью эллипса, а отрезок DE – малой его осью. Для построения фокусов (точки F_1 и F_2) достаточно из точки D или E сделать засечки на MN дугой радиуса R=MN/2.

Для построения эллипса по известным большой и малой осям необходимо:

- с центром в точке пересечения большой и малой осей эллипса провести две концентрические окружности, диаметры которых равны осям эллипса;
- секущими прямыми разделить эти окружности на n ≥12 желательно равных частей;
- через точки деления большой окружности провести прямые, перпендикулярные большой оси;
- через очки деления малой окружности провести прямые, перпендикулярные малой оси;
- пересечение этих линий, проведенных через точки одного и того же сечения, дадут точки I, II, III,… эллипса (другие способы построения эллипса – в рекомендуемой литературе).

Парабола. Параболой называется плоская кривая, каждая точка которой расположена на одинаковом расстоянии от директрисы и точки, называемой фокусом параболы, расположенные в той же плоскости. На рис. 32 показан способ построения параболы, заданной ее вершиной О, осью ОС и одной из ее точек D. На отрезках ОС и CD строим прямоугольник. Стороны ОВ и BD делим на произвольное одинаковое число равных частей и нумеруем точки деления. Вершину О соединяем с точками деления сторон BD, а из точек деления стороны ОВ проводим прямые, параллельные оси ОС. Пересечение прямых, проходящих через точки с одинаковыми номерами, определяет ряд точек параболы (другие способы построения параболы – в рекомендуемой литературе).

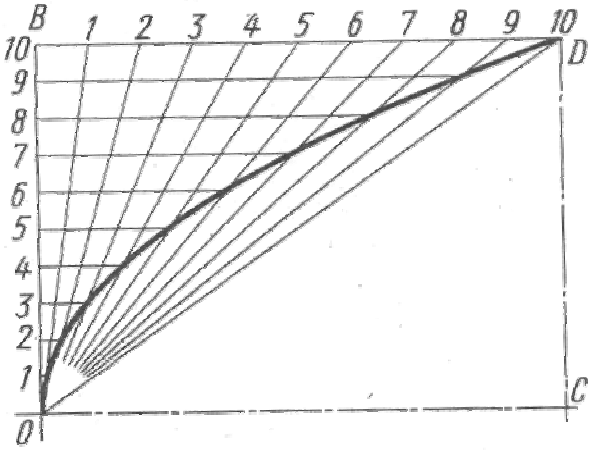


Рис. 32. Парабола

Циклоида (рис. 33). Траектория перемещения точки А, принадлежащей окружности, перекатываемой без скольжения по прямой, называется циклоидой.

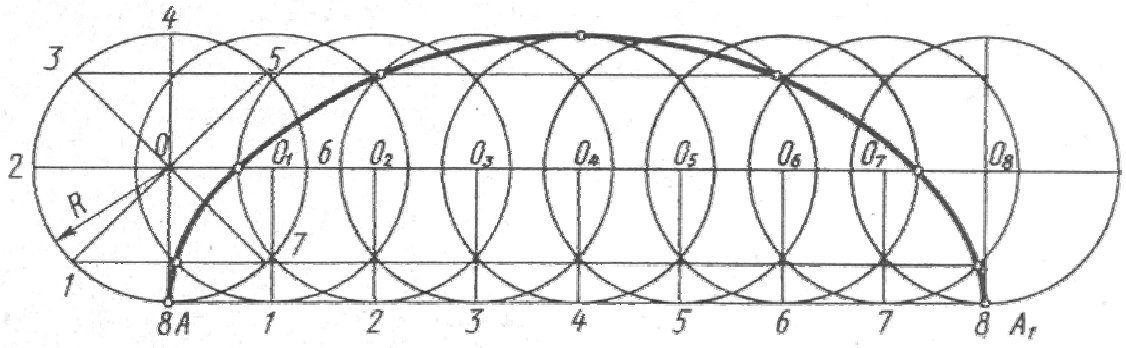


Рис. 33. Циклоида

Для построения циклоиды от исходного положения точки А по направляющей прямой откладывают отрезок AA_1, равный длине данной окружности ($2\pi R$). Окружность и отрезок AA_1 делим на одинаковое число равных частей.

Восстанавливая перпендикуляры из точек деления отрезка AA_1 до пересечения с прямой, проходящей через центр данной окружности параллельно AA_1, получаем ряд последовательных положений центра перекатываемой окружности O_1, O_2, O_3, … O_8. Описываем из этих центров окружности радиуса R и отмечаем точки пересечения с ними прямых, проходящих параллельно AA_1, через точки деления 1, 2, 3, … 8 данной окружности.

В пересечении горизонтальной прямой, проходящей через точку 1, с окружностью, описанной из центра O_1, находим одну из точек циклоиды; в пересечении прямой, проходящей через точку 2, с окружностью, поведенной из центра O_2, находим другую точку циклоиды и т. д. Соединяя полученные точки плавной кривой, получаем циклоиду.

Синусоида (рис. 34). Для построения синусоиды делим данную окружность на произвольное, но не менее 12, число равных частей.

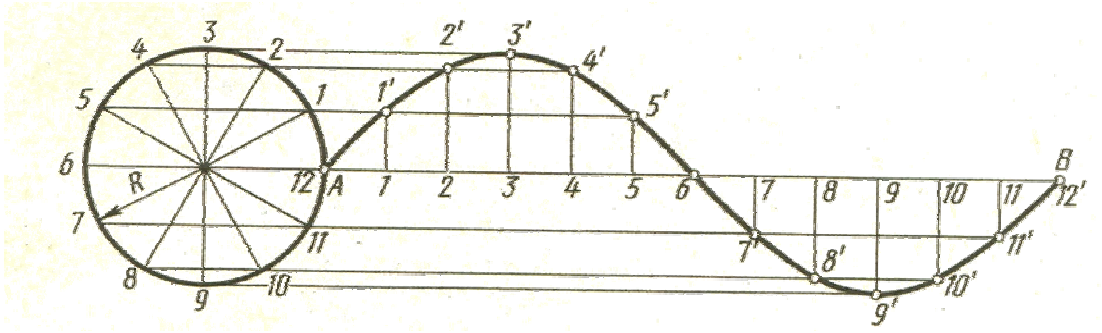


Рис. 34. Синусоида

На такое же количество равных частей делим отрезок прямой AB, равный длине данной окружности ($2\pi R$). Проводя через точки деления окружности прямые, параллельные AB, а через точки деления отрезка AB – прямые, перпендикулярные AB и отмечая точки пересечения (1′, 2′, 3′, … 12′) соответствующих пар этих прямых, получаем искомые точки синусоиды с периодом колебания, равным $2\pi R$. Точки 3′ и 9′ кривой являются вершинами, точки A, 6 и B – точками перегиба.

Эвольвента (рис. 35). Эвольвентой называется траектория, описываемая точкой прямой линии, перекатываемой по окружности без скольжения.

В машиностроении по эвольвенте очерчивают профиль зубьев зубчатых колес.

Для построения эвольвенты данную окружность делим на произвольное число равных частей; через точки деления проводим касательные к окружности, направленные в одну сторону. На касательной, поведенной через последнюю точку деления, откладываем отрезок 8-VIII, равный длине окружности ($2\pi R$) и делим его на то же число равных частей (на рис. 35 показано деление на восемь равных частей способом пропорционального деления отрезка). Откладывая на первой касательной длину одного деления, на вто-

рой – двух, на третьей – трех и т. д., получим ряд точек I, II, III, … VIII. Соединяя эти точки по лекалу, получим эвольвенту заданной окружности.

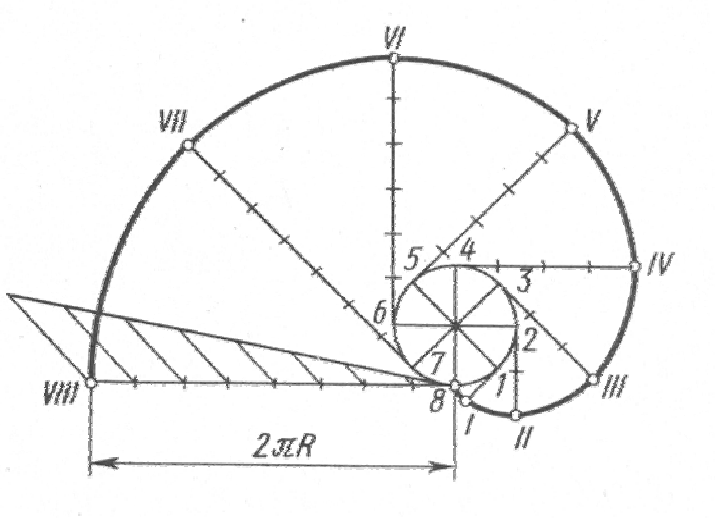


Рис. 35. Эвольвента

Построение гиперболы, эпициклоиды, гипоциклоиды, спирали Архимеда, строфоиды и т. д. можно найти в рекомендуемой литературе.

В случаях сопряжения прямой с лекальными кривыми необходимо помнить, что сопрягаемая прямая должна быть направлена по касательной к кривой, проведенной через заданную точку сопряжения.

На рис. 36 показан пример построения сопряжения прямой с эллипсом в точке К. Касательная к эллипсу в точке К проходит перпендикулярно биссектрисе угла, образованного прямыми KF_1 и KF_2, где F_1 и F_2 – фокусы эллипса.

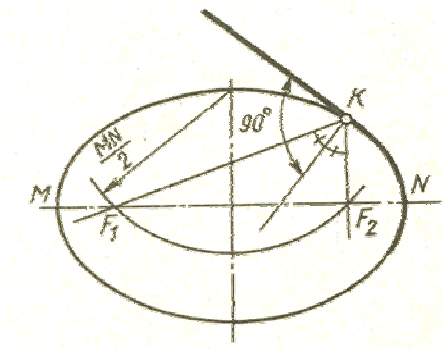


Рис. 36. Построение касательной к эллипсу

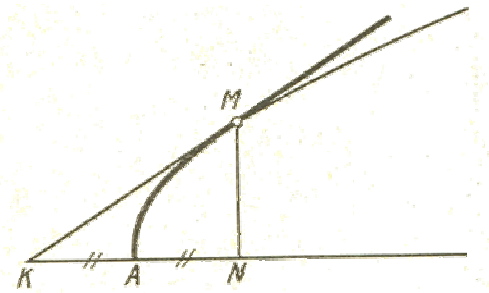


Рис. 37. Построение касательной к параболе

На рис. 37 показано построение касательной к параболе в заданной точке М. Искомая касательная соединяет заданную точку М с точкой К, положение которой определяется отрезком АК, равным AN.

Способы построения касательных к другим лекальным кривым можно изучить в рекомендуемой литературе.

Указания на выполнение чертежа кулачка. В связи с развитием автоматики в самых разнообразных механизмах можно встретить плоские кулачки и копиры. Очертания кулачков, выполняемых в задании, включают две лекальные кривые, одна из которых является эллипсом, дугу радиуса R, угол которой определяет время «выстоя» механизма, получающего движения от кулачка; дуги радиусов R_1, R_2, R_3, R_x и прямых линий, обеспечивающих плавный переход от одного участка кулачка к другому.

Построение очертания кулачка в каждом варианте следует начинать с нанесения центровых линий, которые будут являться осями координат ОХ и ОУ.

Затем строят лекальные кривые по их заданным параметрам и выделяют участки, входящие в очертание кулачка. После этого можно вычертить плавные переходы между лекальными кривыми. При этом следует учесть, что во всех вариантах через точку D проходит касательная к эллипсу. Обозначение R_x показывает, что величина радиуса определяется построением. На чертеже вместо R_x надо проставить соответствующее число со знаком «*».

В примере, представленном на рис. 38, контур кулачка на участке АВ ограничен синусоидой с образующей окружностью диаметром 50 мм; на участке CD – эллипсом, большая ось которого равна 180 мм, а малая полуось – 55 мм. Направление малой оси эллипса совпадает с ОХ.

Для построения эллипса необходимо: определить его центр точки 1, О–1=35); через точку 1 провести прямую, перпендикулярную ОХ и на этой прямой отложить отрезок 1-С=90 (большую ось эллипса). Построение точек эллипса выполняем с использованием двух вспомогательных окружностей, описанных из центра 1 радиусом 55 мм (малая полуось) и 90 мм (большая полуось). Проводя через центр эллипса любую прямую ℓ, отмечаем точки 2 и 3 пересечения этой прямой со вспомогательными окружностями. Через точку 2 на окружности малой оси проводим прямую, перпендикулярную к малой оси эллипса, через точку 3 – прямую, перпендикулярную большой оси. Точка 4. полученная в пересечении этих перпендикуляров, является точкой эллипса. Построив аналогичным образом сколь угодно точек, с помощью лекала проводится линия эллипса, на которой отмечается точка D (в данном примере точка D эллипса отстоит от оси ОХ на расстоянии 50 мм).

Для построения синусоиды между точками А и В поступаем следующим образом: по заданным размерам (60, R40 и ∅50) определяем точку 5, являющуюся центром образующей окружности; с полученным центром проводим окружность ∅50 и делим ее на 12 равных частей; отрезок прямой от точки 6 до точки В делим на шесть равных частей (1/6 часть отрезка равна 1/12 длины окружности, т. к. отрезок 6-В равен половине длины образующей окружности); через точки деления отрезка проводим вертикальные линии, через точки деления окружности – горизонтальные. В пересечении соответствующих пар линий получаем точки синусоиды, которые соединяем по лекалу.

Левая часть кулачка от точки A до точки G образована дугами окружностей, плавно переходящих одна в другую. С центром в точке O проводим окружность R100 и отложив от OG угол 45° (угол «выстоя»), получаем точку К. На прямой ОК лежит центр дуги окружности R45. С центром в точке 8 проводим окружность R40. Для определения точки 9, центра сопряжения окружности R40 с окружностями R45 (центр точки 7) и R40 (центр точки 8), учитываем, что сопряжение в точках L и M являются внешними. Значит, расстояние между центрами сопрягаемых окружностей равно сумме их радиусов. Из точки 7 делаем засечку радиусом 85 мм (45+40), из точки8 – засечку радиусом 80 мм (40+40), полученная точка 9 является центром сопряжения. Соединяя прямыми линиями точку 9 с точками 7 и 8, получаем соответственно точки сопряжения L и M, между которыми и проводим дугу сопрягающей окружности R40.

Для определения центра 11 и величины R_x, равного длине отрезка 11-D поступаем следующим образом. Через точки G и D проводим прямые, касательные соответственно к окружности R100 и эллипсу, в пересечении которых получаем точку 10. Прямая G10 в данном случае горизонтальная (она перпендикулярна радиусу окружности R100, проведенной в точку G).

Для построения D10, касательной к эллипсу, предварительно необходимо определить положение перпендикуляра D-11 к эллипсу в точке D, который является биссектрисой угла между радиусами-векторами F_1D и F_2D. Точки F_1 и F_2 определим как точки пересечения дуги окружности радиусом, равным половине большой оси эллипса, описанной из точки 12. Искомая прямая D-10 располагается под прямым углом к D-11.

Точку 11 определяем как точку пересечения биссектрисы угла между прямыми G-10 и D-10 с перпендикуляром к эллипсу в точке D. Проведя через точку 11 прямую, перпендикулярную к прямой G-10, получим точку E. Отрезки D-11 и E-11 равны между собой и их длина является величиной радиуса R_x дуги окружности кулачка между точками D и E.

Построение контура отверстия со шпоночным пазом заключает выполнение чертежа кулачка.

Размеры наносят с соблюдением требований ГОСТ 2.307-68.

После тщательной проверки выполненного чертежа и заполнения основной надписи и дополнительной графы к ней, выполняется обводка. Линии обводки должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.303-68 по их толщине и назначению.

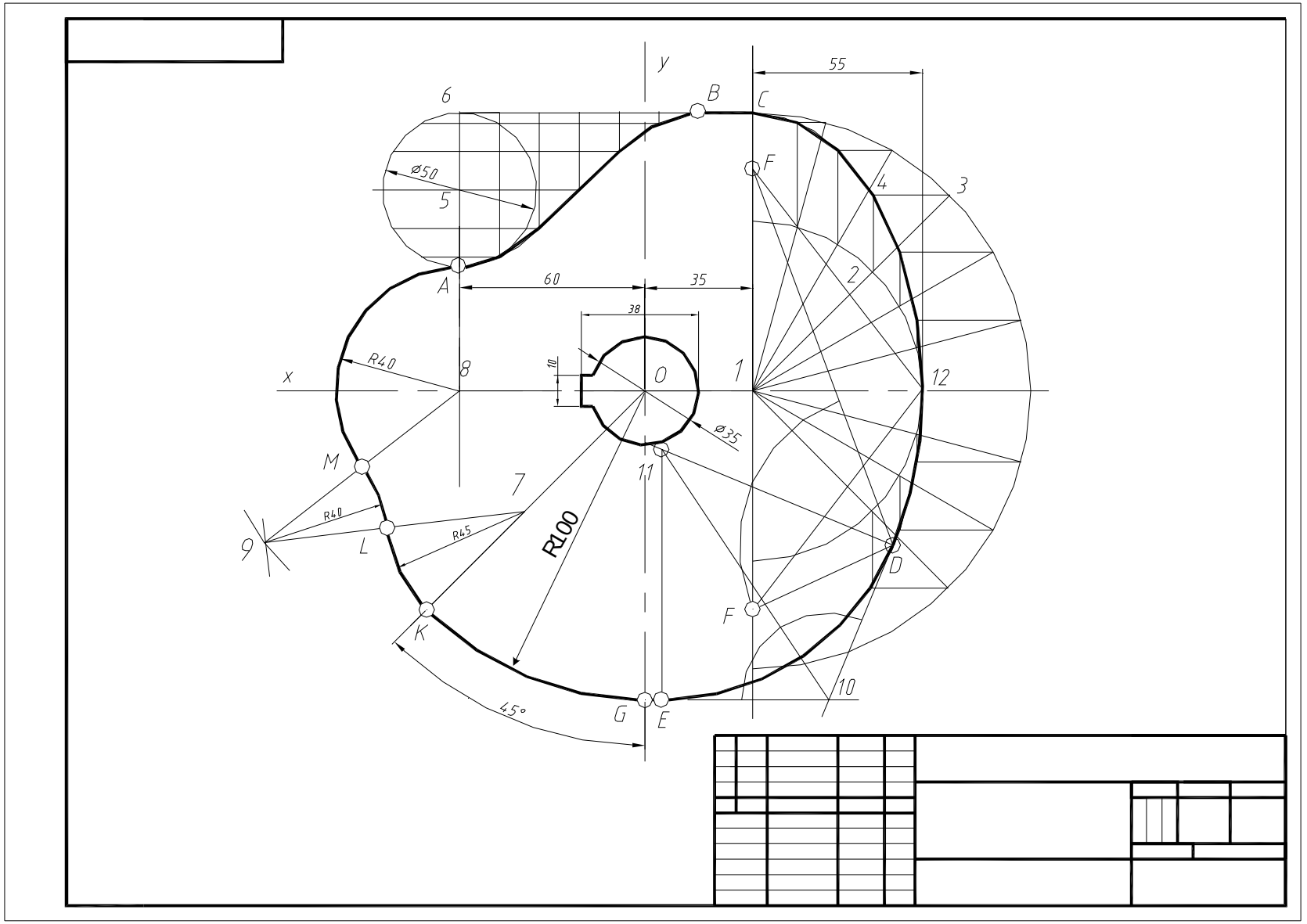
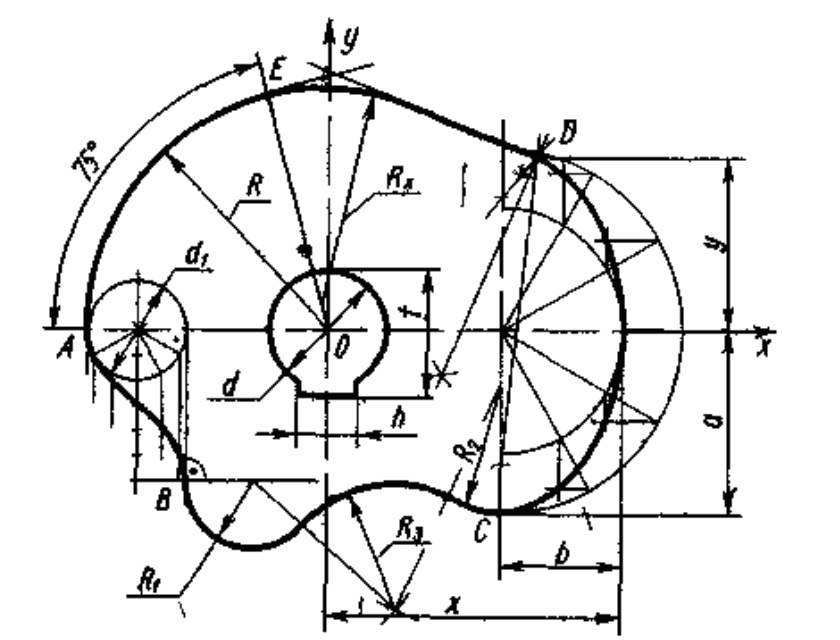


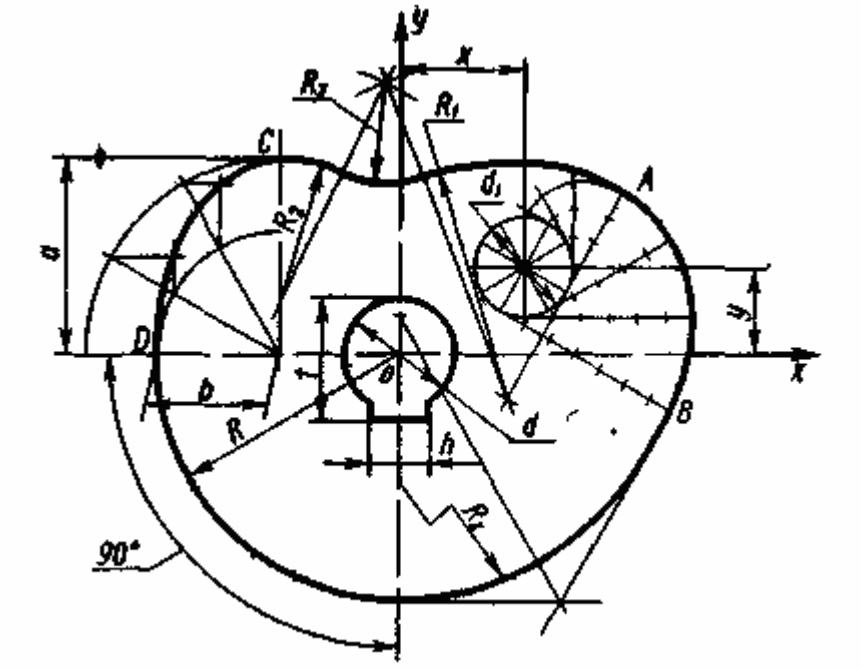
Рис. 38. Пример выполнения чертежа кулачка

Таблица 3

Данные для построения очертания кулачка, мм

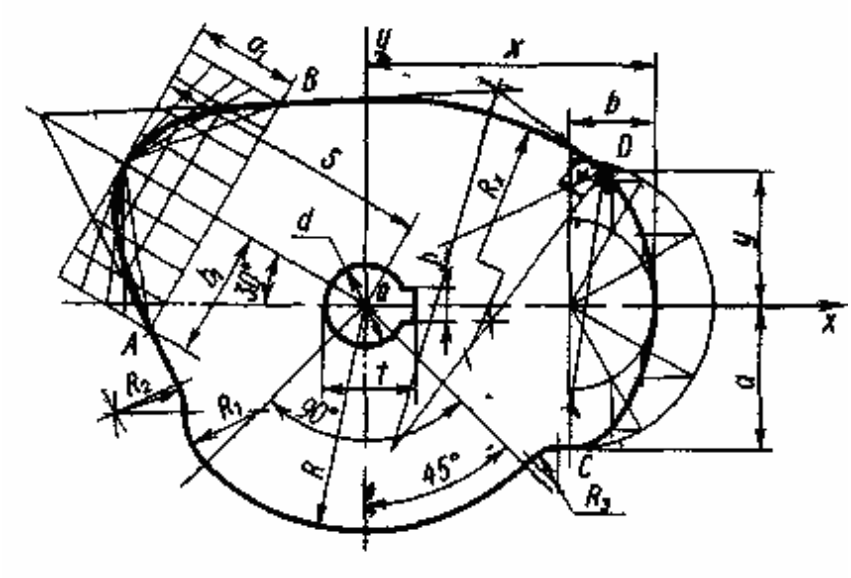


Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
1, 11, 20	120	40	60	35	80	50	45	50	14	50,5	110	70
5, 15, 24	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
9, 19	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60

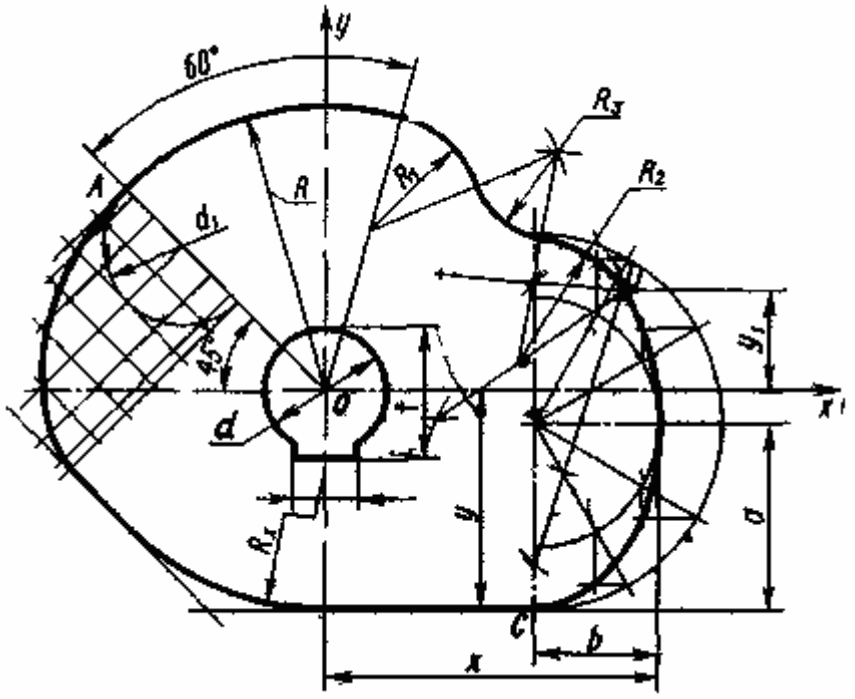


Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
2, 12, 21	120	100	50	30	80	50	45	40	14	50,5	40	35
6, 16, 25	115	110	75	40	90	55	50	45	16	56	45	40

Окончание табл. 3



Варианты	R	R_1	R_2	R_3	S	a	a_1	b	b_1	d	h	t	x	y
3, 13, 22	100	35	30	20	115	60	45	40	50	45	14	55,5	135	54
7, 17, 26	95	50	40	18	120	55	40	35	52	50	16	56	130	45



Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y	y_1
4, 14, 23	95	35	35	25	70	50	40	60	12	45	100	85	40
8, 18, 27	100	55	55	30	85	55	45	65	14	50,5	120	95	45
10	90	40	40	25	75	45	40	60	12	45	100	90	35

Вопросы для самопроверки

1. Сколько форматов А4 содержится в листе формата А1?
2. Как образуются дополнительные форматы чертежей?
3. Что такое масштаб уменьшения? увеличения?
4. Какие размеры выставляются на чертеже – размеры изделия или изображения?
5. Чем определяется размер шрифта?
6. Чему равна высота строчных букв по сравнению с прописными?
7. Допускается ли применение в чертежах прямого шрифта?
8. От чего зависит выбор толщины линии обводки видимого контура?
9. Какого начертания и какой толщины проводятся линии осевые, центровые, выносные, размерные и невидимого контура?
10. Как наносят центровые линии окружности, изображение которых имеет диаметр менее 12 мм?
11. В каких единицах измерения проставляют размерные числа линейных размеров на чертежах?
12. На каком расстоянии от контура рекомендуется проводить размерные линии?
13. В каких случаях стрелку размерной линии заменяют штрихом или точкой?
14. Как располагают цифры размеров углов?
15. В каких случаях проставляют знак ∅?
16. На каких двух положениях геометрии основано построение сопряжений?
17. Перечислите элементы сопряжения.
18. Что такое конусность? уклон?
19. Как построить конусность и уклон заданного размера?

Тема 2. Изображения – виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции

По теме 2 выполняется три графические работы на листах чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Задание по теме 2 (лист 1). Построить три вида детали по данному изображению в аксонометрической проекции.

Пример выполнения дан на рис. 39. Индивидуальные задания даны в табл. 4 (слева над изображением указаны номера вариантов).

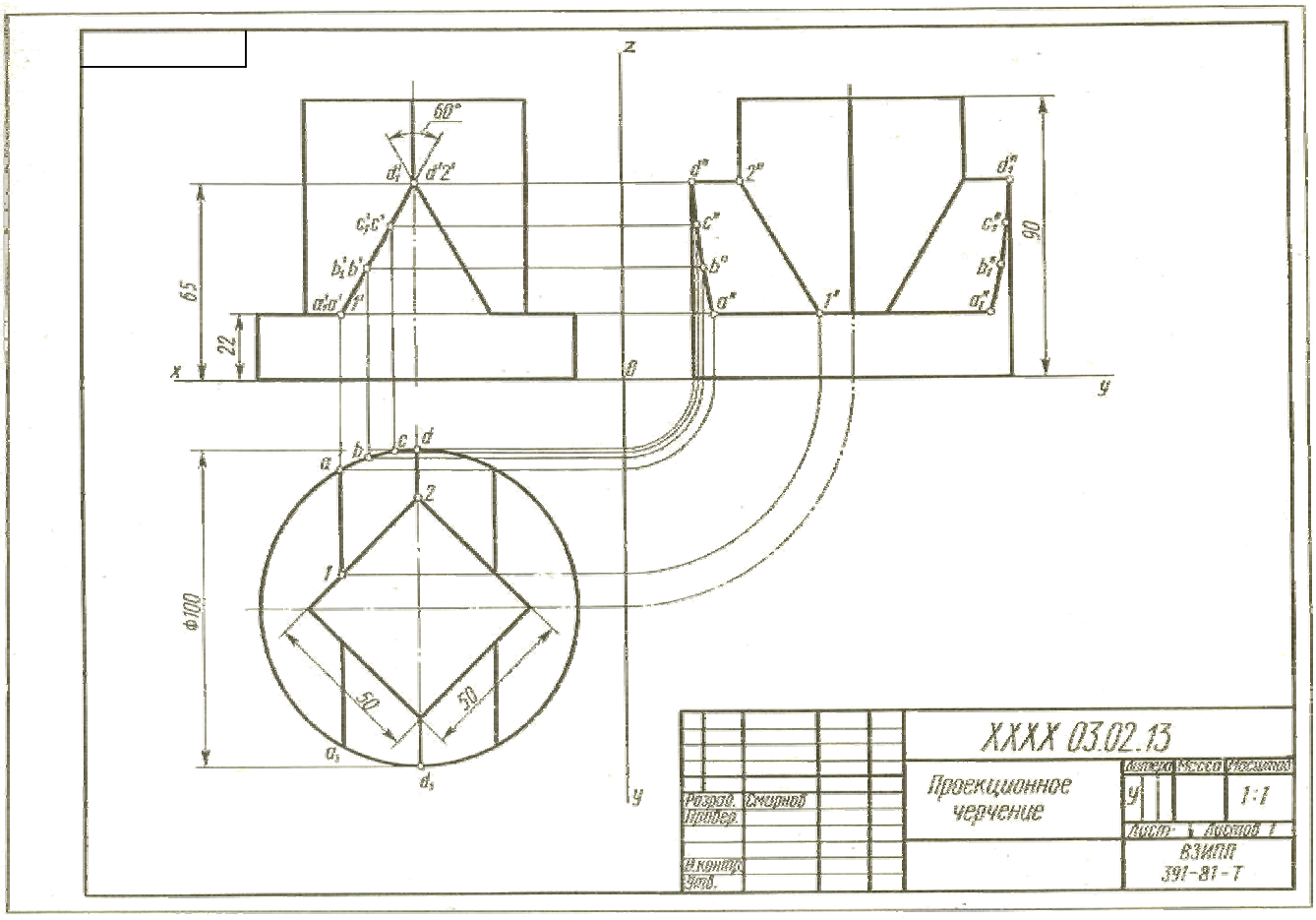
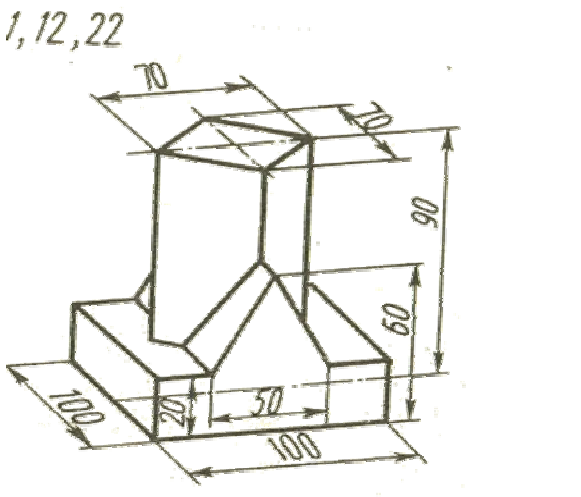
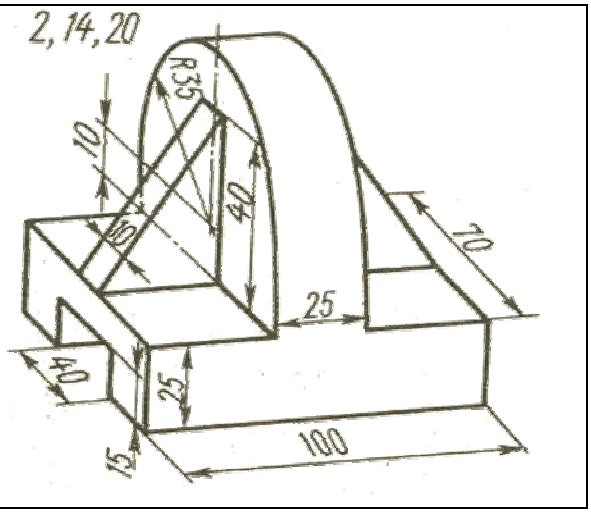
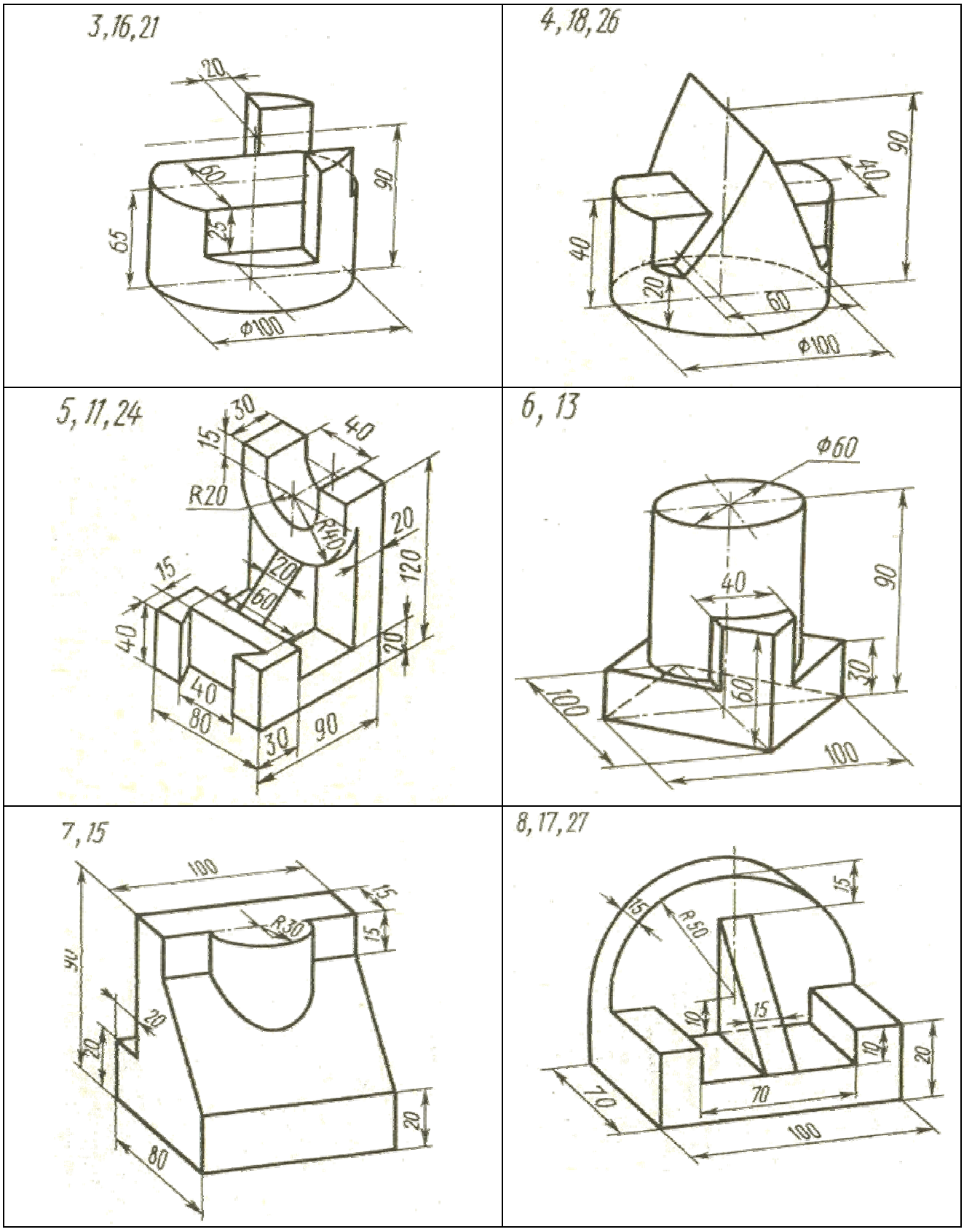


Рис. 39. Пример выполнения первого листа по теме 2

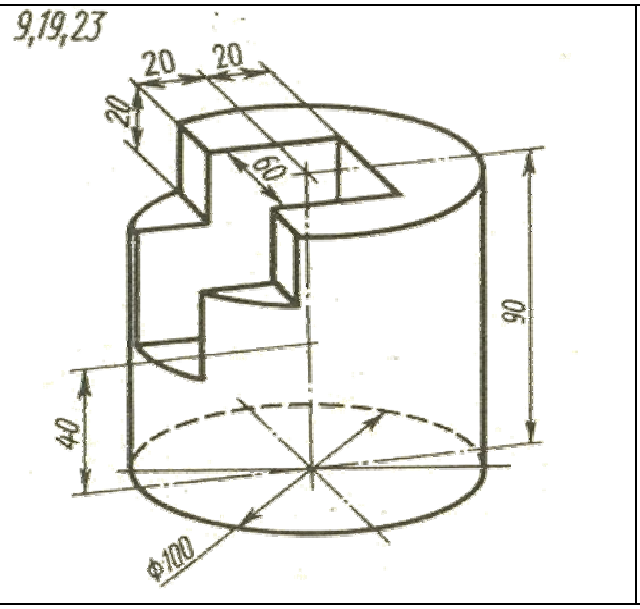
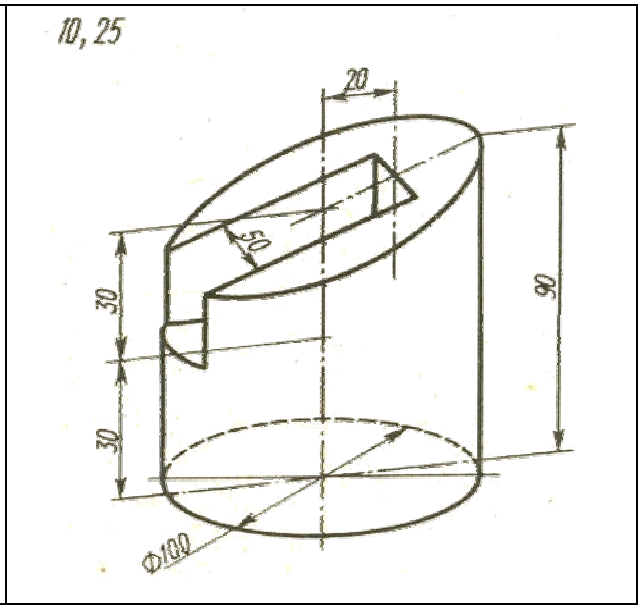
Таблица 4

Индивидуальные задания к работе по теме 2 (лист 1)


3, 16, 21
20
60
90
65
25
ф100
4, 18, 26
90
40
40
20
60
ф100
5, 11, 24
30
15
40
R20
R40
20
120
15
20
60
40
20
40
80
30
90
6, 13
ф60
40
90
30
60
100
100
7, 15
100
15
15
R30
90
20
20
20
80
8, 17, 27
15
15
R50
15
10
10
20
70
70
100

Окончание табл. 4

Для выполнения первого листа темы 2 необходимо:

1. Изучить стандарты
- ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения»;
- ГОСТ 2.317-69 «Аксонометрические проекции».

2. Повторить стандарты, рекомендованные к изучению по теме 1, обратив особое внимание на ГОСТ 2.307-68.

Литература: [1], [2], [4], [7], [8].

Порядок выполнения

1. Изучить ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.317-69 и рекомендованную литературу.
2. Внимательно ознакомиться с конструкцией детали по ее аксонометрической проекции и определить основные геометрические тела, из которых она состоит.
3. Выполнить компоновку листа с помощью габаритных прямоугольников, учитывая, что изображения должны занимать 75–80 % поля чертежа.
4. Провести осевые и центровые линии для каждого вида.
5. Нанести тонко карандашом все линии видимого и невидимого контура, расчленяя деталь на основные геометрические тела.
6. Нанести все выносные и размерные линии, учитывая требования ГОСТ 2.307-68:
- по расстоянию между параллельными размерными линиями и между линией контура изображения и размерной линии;
- по равномерному распределению размеров по всем изображениям;

- по группировке размеров, относящихся к одному и тому же конструктивному элементу и др.

7. Проставить размерные числа на чертеже.
8. Заполнить основную надпись и дополнительную графу.
9. Проверить правильность всех построений и оформления чертежа.
10. Обвести чертеж карандашом, выполняя требования ГОСТ 2.303-68.

Некоторые положения ГОСТ 2.305-68

Изучив ГОСТ 2.305-68, студент должен четко представлять себе, что изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Виды (и основные, и дополнительные) получаются в результате ортогонального (прямоугольного) проецирования изделия. Правила этого проецирования изучаются в курсе начертательной геометрии. Напомним основные положения из этого курса.

При проецировании изделия на три взаимно перпендикулярные плоскости (горизонтальную $\mathrm{p_1}$, фронтальную $\mathrm{p_2}$ и профильную $\mathrm{p_3}$) горизонтальная проекция изделия получается с помощью параллельных проецирующих лучей, проходящих через характерные точки изделия и направленных перпендикулярно плоскости $\mathrm{p_1}$; фронтальная проекция – с помощью лучей, перпендикулярных $\mathrm{p_2}$, а профильная проекция – с помощью лучей, перпендикулярных $\mathrm{p_3}$ (рис. 40). При этом изображаемое изделие предполагается расположенным между глазом наблюдателя и соответствующей плоскостью проекций.

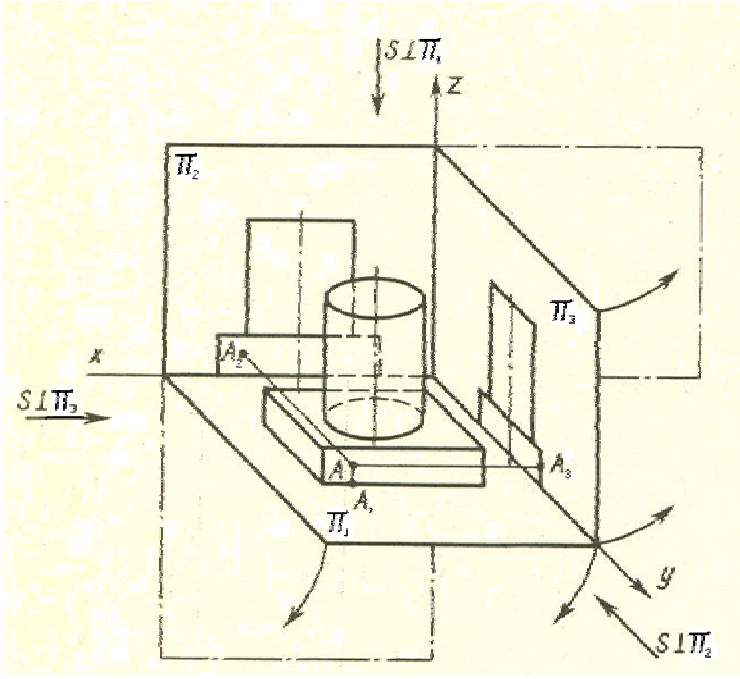


Рис. 40. Образование изображений изделия

Направления взгляда наблюдателя S на рис. 40 указаны соответствующими стрелками.

Эпюр (чертеж) получается в результате совмещения трех плоскостей проекций в одну плоскость чертежа: горизонтальную плоскость вместе с горизонтальной проекцией изделия вращают вокруг оси X вниз до совмещения с фронтальной плоскостью, а профильную плоскость вместе с профильной проекцией изделия поворачивают вокруг оси Z вправо также до совмещения с плоскостью p_2. Тогда проекции изделия расположатся так, как показано на рис. 41. Чертежи выполняют без указания границ плоскостей проекций.

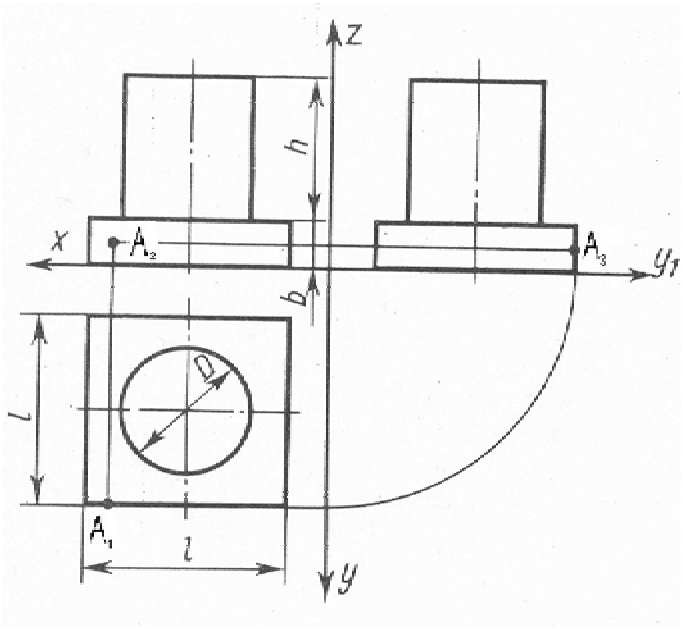


Рис. 41. Образование эпюра (чертежа) изделия

При проецировании какой-либо точки данного изделия (например, точки А на рис. 40) проекции точки располагаются на линиях связи, перпендикулярных соответствующим плоскостям проекций. Эпюр этой точки показан на рис. 41. Из этого положения вытекает основное правило чертежа – наличие проекционной связи между проекциями отдельных точек и элементов изделия.

Необходимо также четко представлять себе изображение плоскостей и геометрических тел на плоскости проекций. Так, верхнее основание цилиндрической части изделия (см. рис. 41) представляет собой горизонтальную плоскость, ограниченную окружностью диаметром D. Как часть горизонтальной плоскости на фронтальной и профильной плоскостях она изобразится отрезком прямой линии длиной, равной диаметру окружности, а на горизонтальную плоскость проекций верхнее основание цилиндра спроецируется в натуральную величину. Передняя стенка основания, на которой выделена точка А, представляет собой прямоугольник размером ***b*×*ℓ,*** который спроецируется на фронтальную плоскость в натуральную величину, а на плоскости p_1 и p_3 – в виде отрезков прямых соответствующих длин (***ℓ*** и ***b***).

Боковая поверхность цилиндрической части изделия высотой ***h*** спроецируется на горизонтальную плоскость в виде окружности, совпадающей с окружностью основания D; на фронтальную и профильную плоскости – в виде прямоугольников Dxh.

Подобный анализ элементарных поверхностей, которые ограничивают самые сложные детали, значительно облегчает составление и чтение чертежей.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы и сечения.

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части изделия.

Рассмотренные выше изображения изделия на трех плоскостях проекций (рис. 41) в черчении носят иные, чем в начертательной геометрии, названия: фронтальная проекция называется видом спереди или главным видом, горизонтальная проекция – видом сверху, профильная проекция – видом слева.

Вообще, ГОСТ 2.305-68 устанавливает шесть основных видов, получаемых в результате ортогонального проецирования предмета, помещенного внутри куба, на его грани (рис. 42). Взаимное расположение основных видов после совмещения всех граней куба с плоскостью грани вида спереди показано на рис. 43.

Полностью все шесть видов при изображении предмета используются крайне редко. Обычно количество видов предмета определяется его сложностью и в большей степени зависит от выбора главного вида.

В качестве главного вида необходимо принимать вид, дающий максимум информации о конфигурации предмета. Появление того или другого вида из оставшихся пяти вызывается необходимостью изображения конструктивных элементов предмета, которые невозможно показать на главном виде.

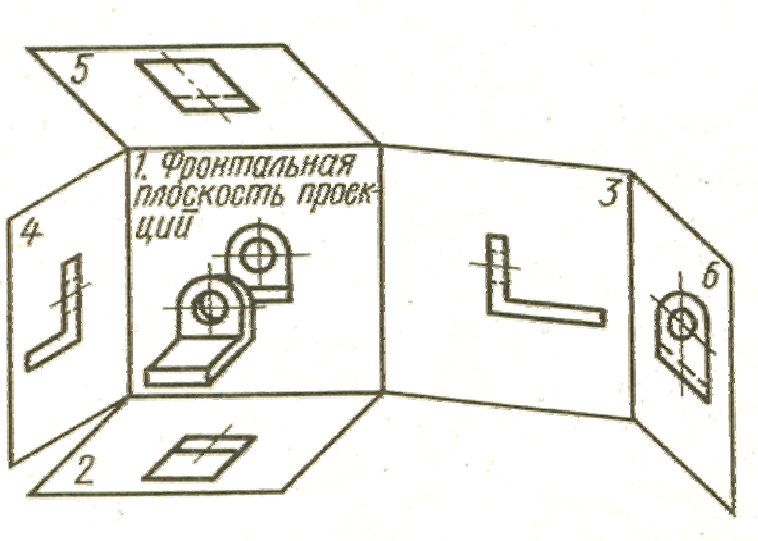


Рис. 42. Образование основных видов

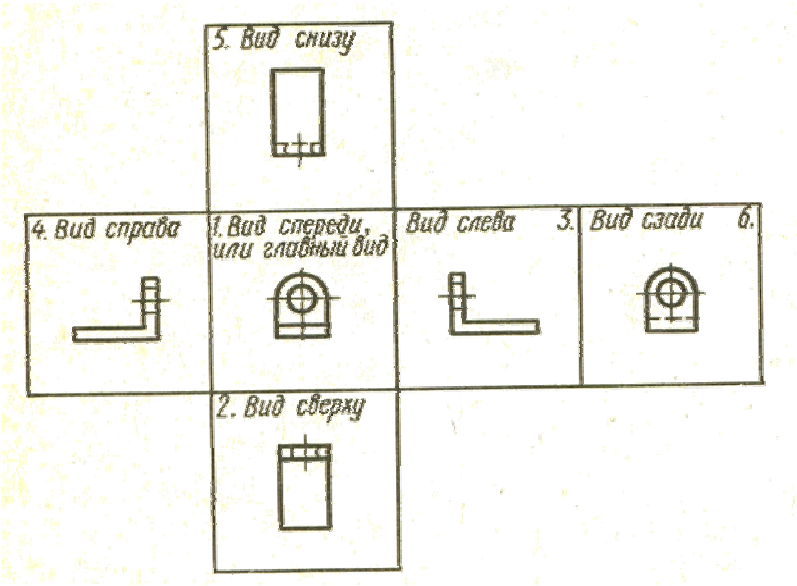


Рис. 43. Расположение основных видов

Для развития навыка в составлении и чтении чертежей полезно научиться строить по двум заданным видам третий. Так, например, если заданы главный вид и вид сверху шестигранной призмы (рис. 44, *а*), то на виде слева, который располагается справа от главного вида, наблюдателю будут видны две левые грани призмы (рис. 44, *б*). Точка А, находящаяся на передней левой грани, имеет свои проекции на соответствующих проекциях грани.

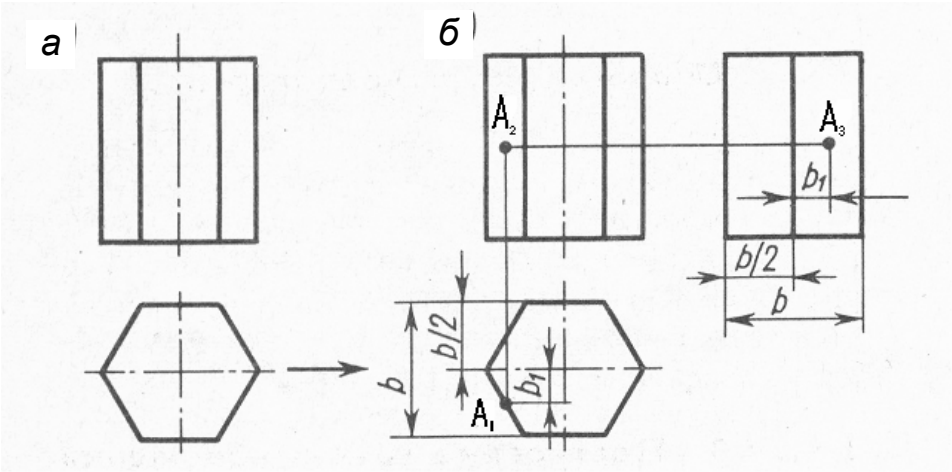


Рис. 44. Построение вида слева по двум данным

Обычно чертежи выполняются без указания осей проекций, при этом базой (начальной линией) для построения третьей проекции может служить плоскость симметрии (для симметричных деталей, рис. 44) или одна из поверхностей детали. Базой для построения третьей проекции детали, изображенной на рис. 45, является фронтальная плоскость полки уголка.

При выполнении чертежей сложных деталей не всегда соблюдают расположение видов, указанное на рис. 43. В целях рационального использования поля чертежа некоторые виды (вид справа, вид снизу, вид сзади, рис. 46) смещают, нарушая проекционную связь с главным видом. Эти виды будут называться видами по стрелке и обозначаться соответственно А и т. д.

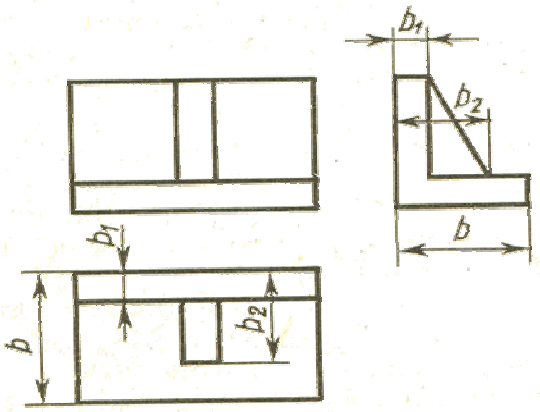


Рис. 45. База для построения вида слева

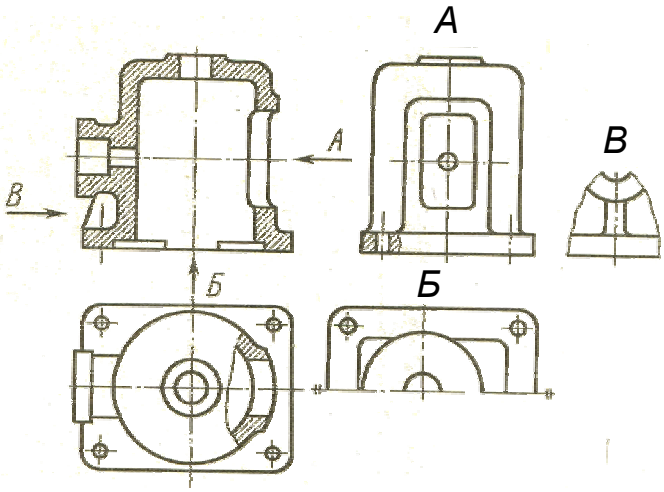


Рис. 46. Виды по стрелкам

На рис. 46 показан вид по стрелке А – вид справа, расположенный на месте вида слева. Вид снизу по стрелке Б расположен не над главным видом, а на свободном месте чертежа. Более того, т.к. вид Б симметричен, то изображена только половина его.

Кроме основных видов, расположенных на определенных местах по отношению к главному виду, на чертежах встречаются **дополнительные и местные** виды.

Части детали, которые проецируются на плоскости основных видов с искажением, проецируют на плоскости, которые не параллельны ни одной из основных плоскостей проекций. Такие виды называются **дополнительными.**

Изображение отдельного, узкоограниченного места поверхности предмета называется **местным** видом.

Дополнительные и местные виды должны быть отмечены на чертеже надписью типа А (рис. 47), а у связанного с дополнительным или местным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда с соответствующим буквенным обозначением.

Когда дополнительный или местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку не показывают и не делают надписи над видом (рис. 48).

В целях лучшего использования поля чертежа допускается изображать дополнительный и местный вид не так, как он проецируется на дополнительную плоскость, а поворачивать его. В этом случае обозначение дополнительного или местного вида А следует дополнить знаком (повернуто) (рис. 49).

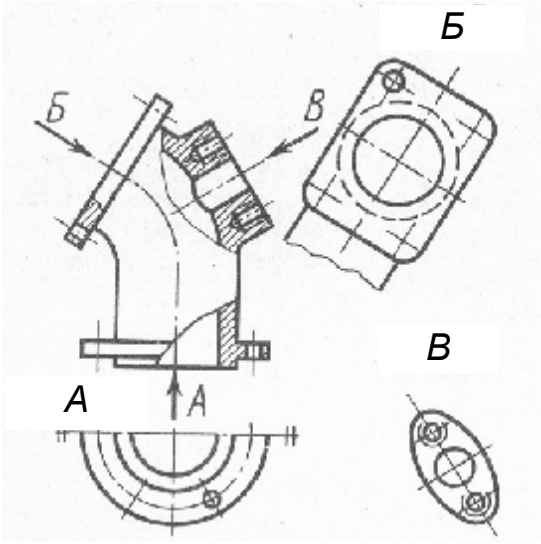


Рис. 47. Вычерчивание видов:
дополнительных А и Б, местного В

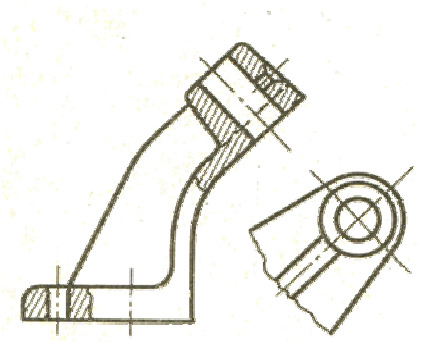


Рис. 48. Вычерчивание дополнительного вида, расположенного в проекционной связи

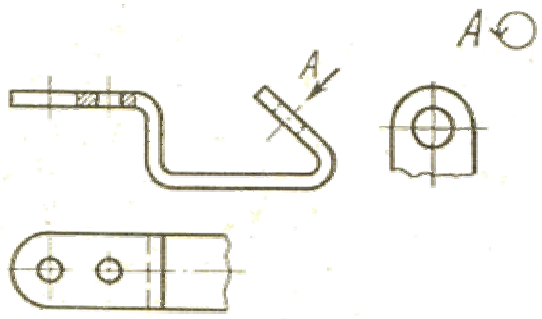


Рис. 49. Поворачивание дополнительного вида

Указания на выполнение задания

В данной работе необходимо выполнить три основных вида – вид спереди (главный), вид сверху и вид слева.

При выборе главного вида детали по ее аксонометрической проекции необходимо знать, что оси аксонометрического изображения являются параллельными проекциями координатных осей основных видов (аксонометрическое изображение относительно главного вида не разворачивается).

Рассматривая наглядное изображение детали согласно своему варианту (для чертежа, данного на рис. 39, наглядное изображение приведено на рис. 50), необходимо установить вид аксонометрической проекции (ГОСТ 2.317-69), решить вопрос о направлении аксонометрических осей и расчленить деталь на простейшие геометрические тела, образующие данную деталь.

В данном случае изображение детали, представленное на рис. 50, выполнено в прямоугольной изометрической аксонометрии. Деталь образована прямым круговым цилиндром диаметром 100 мм и четырехгранной прямой призмой, в основании которой квадрат 50×50 мм. Оси цилиндра и призмы совпадают. Цилиндр срезан двумя фронтально-проецирующими плоскостями, угол между которыми 60°, и горизонтальной плоскостью, проходящей на высоте 22 мм.

Для выполнения чертежа данной детали на подготовленном формате (на листе формата А3 наносят рамку поля чертежа; в правом нижнем углу отмечают место для основной надписи – 55×185 мм; в левом верхнем углу – дополнительную графу основной надписи 14×70 мм) необходимо выполнить компоновку листа.

Компоновка листа выполняется с помощью габаритных прямоугольников (для главного вида – 90×100 мм, для вида сверху – квадрат со стороной 100 мм, для вида слева – прямоугольник 90×100 мм при масштабе изображения 1:1), которые располагают на поле чертежа в проекционной связи, добиваясь, чтобы свободные поля между вертикальной левой линией рамки поля чертежа, габаритным прямоугольником главного вида, габаритного прямоугольника вида слева и правой вертикальной линией рамки поля чертежа были примерно одинаковыми.

Габаритный прямоугольник вида сверху располагают в проекционной связи под габаритным прямоугольником главного вида таким образом, чтобы расстояние между этими прямоугольниками и расстояние от них до верхней и нижней линии рамки поля чертежа были тоже примерно одинаковыми.

Разделив габаритные прямоугольники главного вида и вида слева по ширине пополам, проводим осевые линии этих видов.

На габаритном прямоугольнике вида сверху проводим центровые линии.

На построенных осевых и центровых линиях, по размерам, взятым с аксонометрического изображения, строим главный вид, вид сверху и вид слева. Так как поверхности геометрических тел, образующих деталь, являются проецирующими (цилиндр и четырехгранная призма – горизонтально-проецирующие; плоскости, пересекающиеся под углом 60° и горизонтальная плоскость среза цилиндра – перпендикулярны фронтальной плоскости проекций), то линии пересечения геометрических тел друг с другом на главном виде и виде слева совпадают с соответствующими очерковыми линиями. На виде слева эти линии пересечения строятся по правилам начертательной геометрии.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое аксонометрическая проекция?
2. Какие виды аксонометрических проекций устанавливает ГОСТ 2.317-69?
3. Перечислите названия шести основных видов и укажите, как их располагают на чертежах?

4. Что называют главным видом?
5. Когда на чертеже делают надпись названий основных видов?
6. Какой вид называют дополнительным? Как его изображают на чертеже?
7. Какой вид называют местным?

Задание по теме 2 (лист 2)

По двум данным видам построить вид слева, выполнить разрезы, построить натуральный вид наклонного сечения. Пример выполнения листа дан на рис. 51. Индивидуальные задания взять из рис. 52.

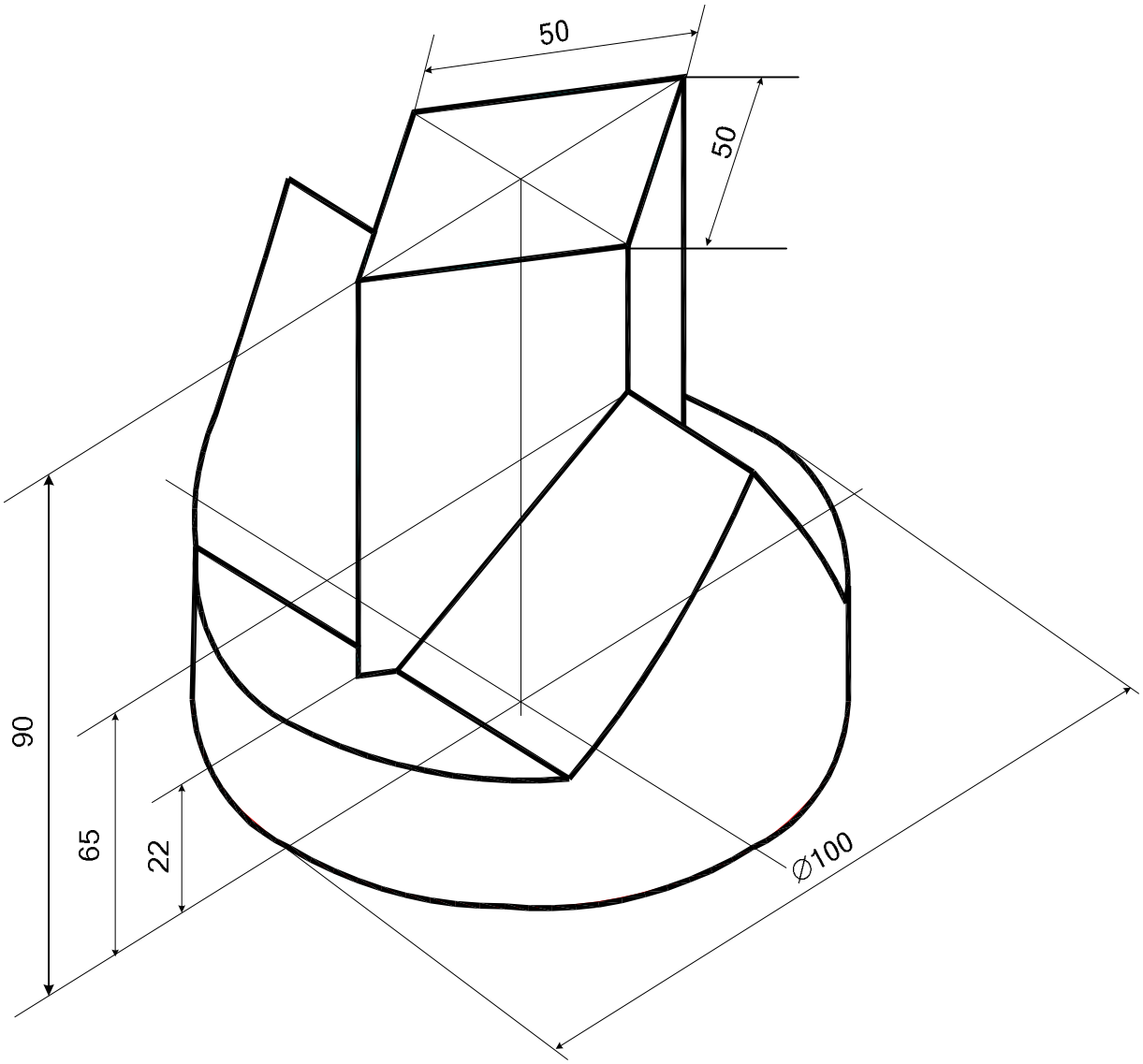
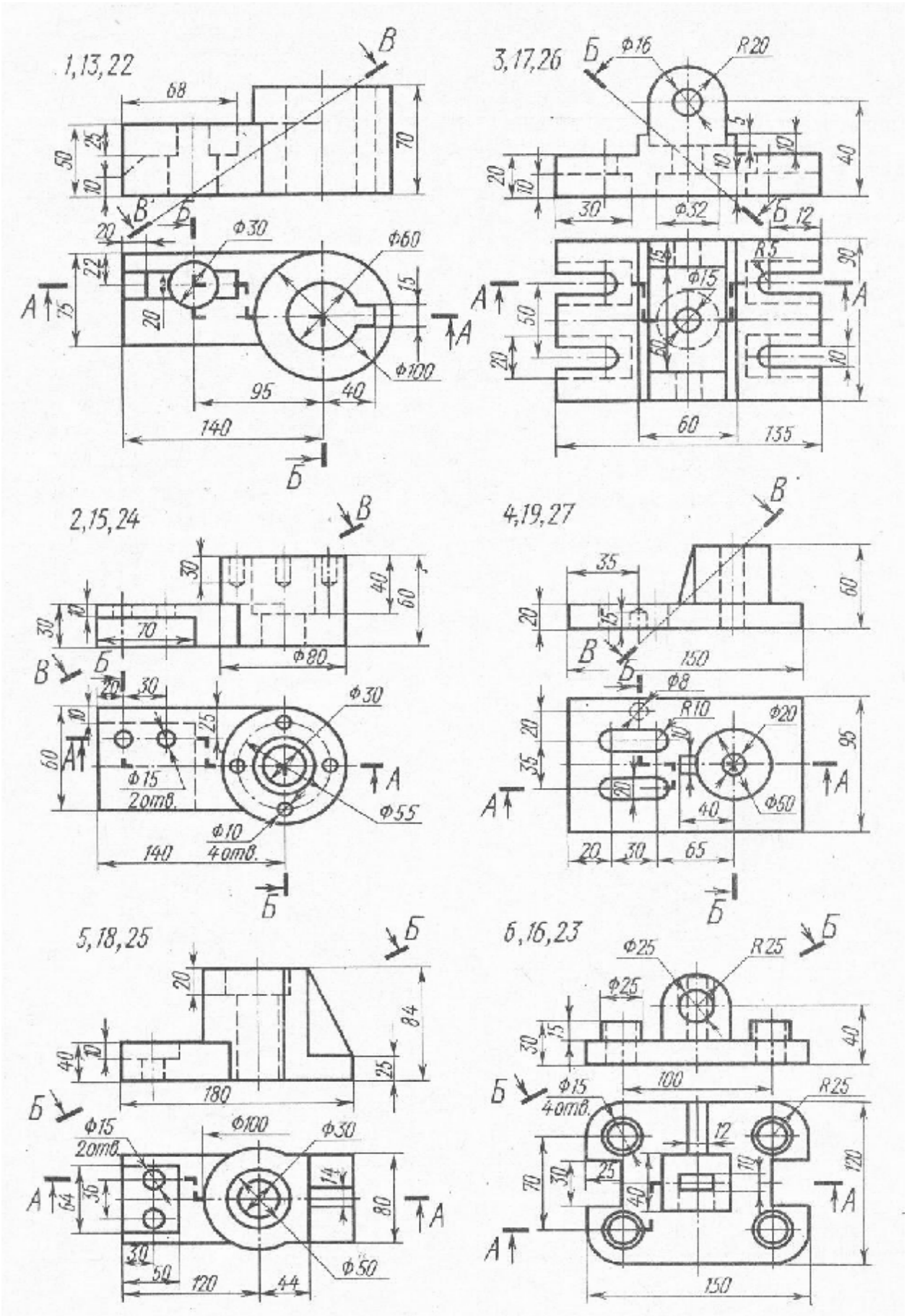


Рис. 50. Аксонометрическая проекция детали к чертежу на рис. 39


1,13,22
3,17,26
2,15,24
4,19,27
5,18,25
6,16,23

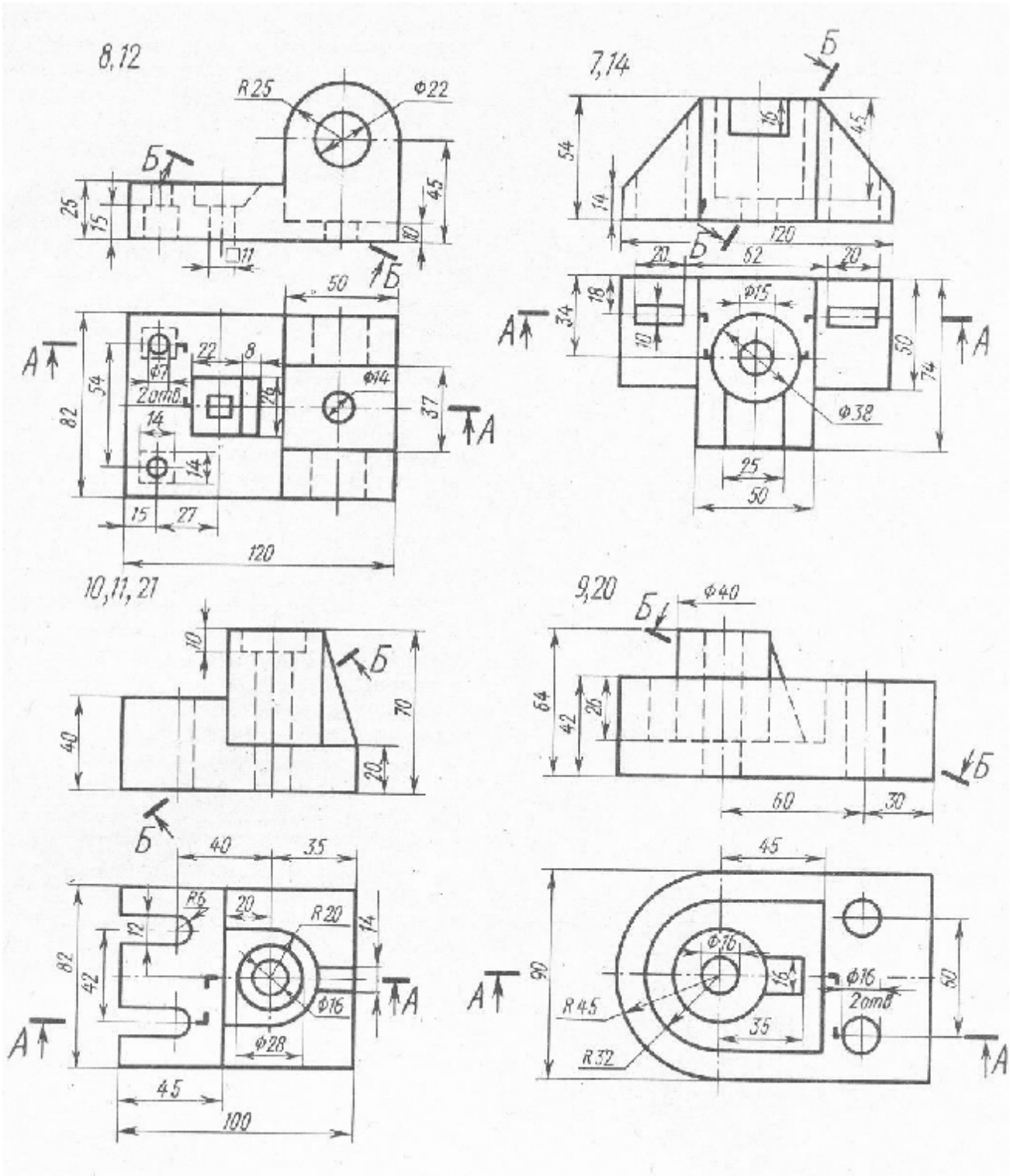


Рис. 52. Варианты заданий для второго листа по теме 2

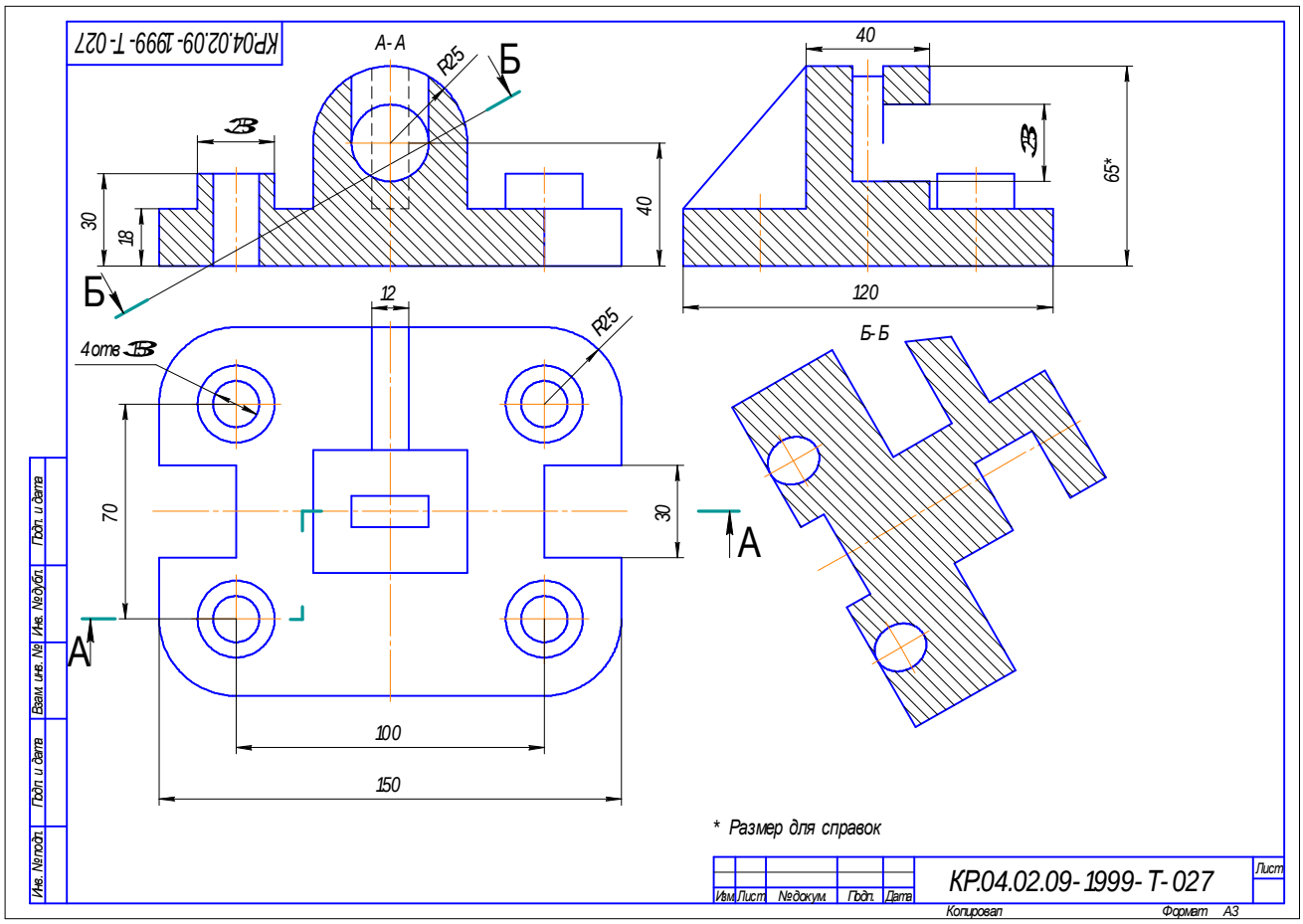


Рис. 51. Пример выполнения второго листа по теме 2

Порядок выполнения

Последовательность выполнения сохраняется та же, что и на предыдущем листе.

По заданным изображениям (рис. 53) устанавливаем размеры габаритных прямоугольников и размечаем расположение трех видов (главного, вида сверху и вида слева) таким образом, чтобы расстояния от рамки поля чертежа до вида и между видами были примерно равными (по горизонтали около 42 = (395 – (150 + 120))/3 мм; по вертикали – примерно 34 = (287 – – (120 + 65))/3 мм).

Далее в габаритных прямоугольниках проводим осевые и центровые линии. Опираясь на эти линии по заданным размерам перечерчиваем главный вид и вид сверху, а затем строим вид слева. Чтобы не было затруднений при построениях, необходимо по данным изображениям четко представить конфигурацию детали в целом и геометрические тела, составляющие эту деталь.

Основой детали, представленной на рис. 53, является плита призматической формы (длина 150 мм, ширина 120 мм и высота 15 мм). Углы призмы скруглены прямыми цилиндрами радиусом 25 мм. Слева и справа пли-

та имеет прорези прямоугольной формы шириной 30 мм и глубиной 25 мм.

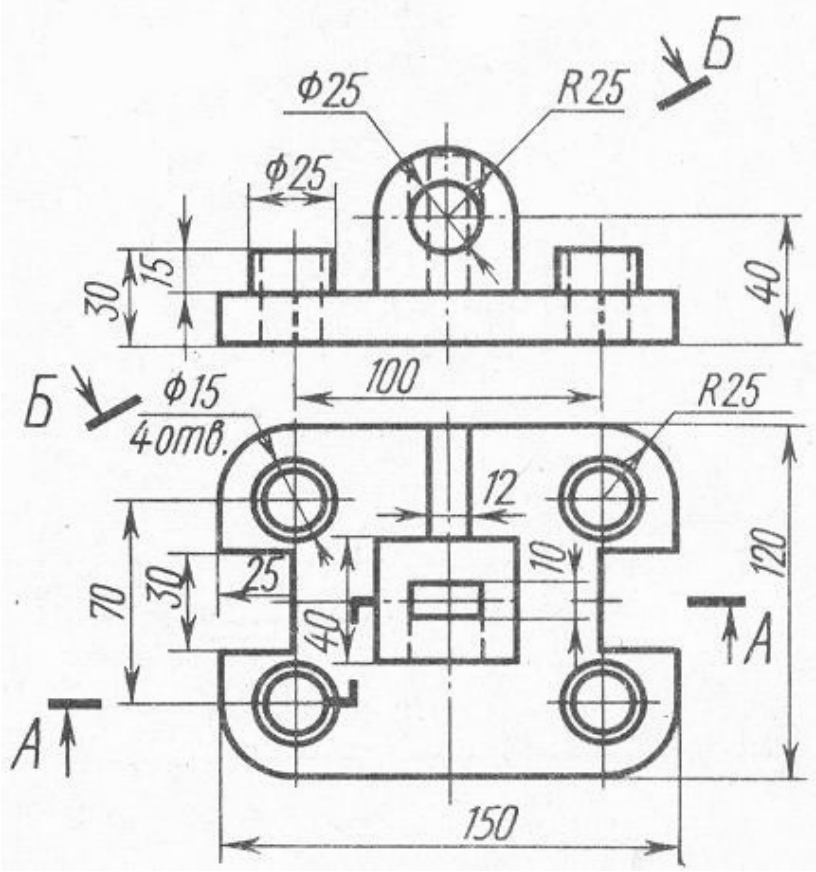


Рис. 53. Исходные данные для чертежа на рис. 51 и рис. 54

По углам плиты располагаются четыре бобышки в виде прямых круговых цилиндров диаметром 25 мм каждый. В этих бобышках просверлены сквозные отверстия диаметром 15 мм. В центре плиты располагается стойка, состоящая из четырехгранной прямоугольной призмы 50×40 мм, высотой 25 мм (40–15 = 25) и половины прямого кругового цилиндра, радиус которого равен 25 мм. В стойке с центром на высоте 40 мм просверлено горизонтальное цилиндрическое отверстие диаметром 25 мм на глубину 25 мм (40:2 + 10:2). Сверху в стойке выполнено отверстие в виде четырехгранной прямоугольной призмы 25×10 мм. Сзади стойка усилена ребром жесткости, толщина которого 12 мм.

Имея представление о геометрической форме составляющих элементов детали, строим вид слева.

Чтобы освободиться от невидимых элементов (на главном виде – отверстия в бобышках, прорези в основании и прорезь в стойке; на виде слева – цилиндрическое отверстие и прорезь в стойке), выполняем разрезы.

На главном виде выполняется заданный ступенчатый разрез А-А, на виде слева – профильный разрез, плоскость которого совпадает с плоскостью симметрии детали. Учитывая также, что изображения выполнены на

одном листе в проекционной связи и не разделены другими изображениями, плоскость профильного разреза не наносим и разрез не надписываем.

При построении вынесенного сечения Б-Б необходимо четко представлять, какие плоские фигуры получаются в сечении заданной плоскостью геометрических тел, составляющих данную деталь.

В основе построения натуральной величины сечения (это и будет вынесенным сечением) лежит метод перемены плоскостей проекций, изучаемого в курсе начертательной геометрии.

При нанесении размеров на выполненном чертеже учитывайте, что размеры распределяются по всем трем видам.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое разрез?
2. Для какой цели применяют разрезы?
3. Что такое полный разрез, простой и сложный разрезы?
4. Какой разрез называют горизонтальным, вертикальным, наклонным?
5. Какими бывают вертикальные разрезы?
6. Где могут быть расположены горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы?
7. В каком случае можно соединять половину вида с половиной разреза?
8. При соединении половины вида и половины разреза как следует выявлять внешнее или внутренне ребро, совпадающее с осью симметрии?
9. Как обозначаются простые? сложные разрезы?
10. Каковы соотношения размеров стрелки, указывающей направление взгляда?
11. В каких случаях для простого разреза не указывается плоскость разреза и разрез не надписывается?
12. Какие разрезы называют ступенчатыми? ломанными?
13. Что такое «местный» разрез?
14. Что такое сечение?
15. Как обводят линии контура наложенного и вынесенного сечений?
16. Как обозначают сечения?
17. Какие элементы деталей режутся, но не штрихуются?
18. Какие детали не режутся?

Задание по теме 2 (лист 3)

Построить наглядное изображение в аксонометрической проекции детали, выполненной на листе 2.

Пример выполнения листа дан на рис. 54.

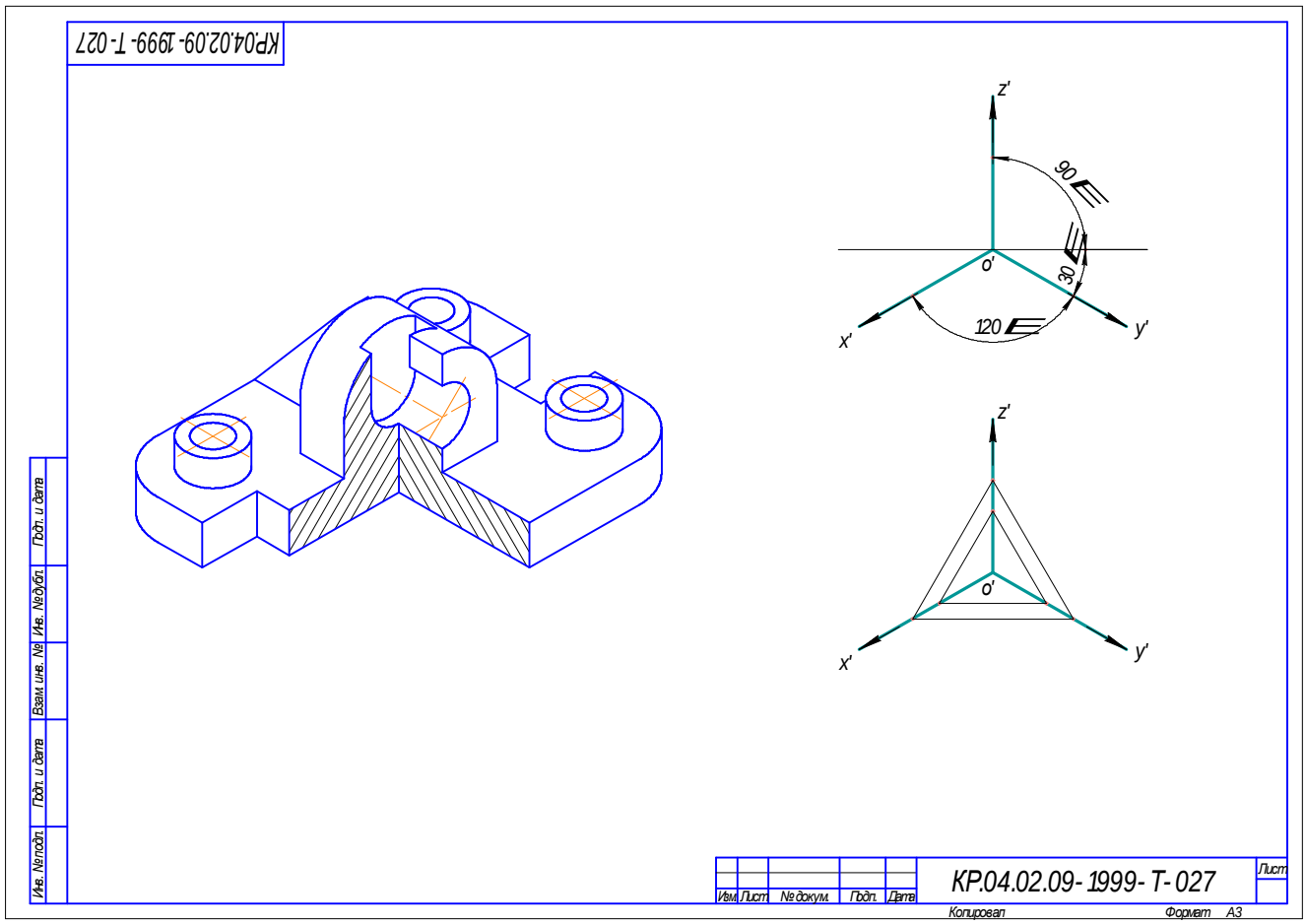


Рис. 54. Пример выполнения третьего листа по теме 2

Порядок выполнения

Выбрав один из пяти видов стандартных аксонометрических проекций ГОСТ 2.317-69), тонкими линиями вычерчивается изображение детали. Для выявления формы невидимых элементов выполняется разрез. Секущие плоскости направляют только параллельно координатным плоскостям. То, что расположено в плоскостях разреза, должно быть заштриховано. Необходимо обратить внимание на особенности нанесения линий штриховки разрезов. В правом верхнем углу формата необходимо указать систему координатных осей для выбранной аксонометрической проекции. Ниже – показать определение направления линий штриховки. Напоминаем, что на аксонометрическом изображении невидимые линии не показываются.

Литература. ГОСТ 2.317-69 «Аксонометрические проекции», [2, 3, 8].

Указания на выполнение задания

Для наглядного изображения изделий или их составных частей применяют аксонометрические проекции. ГОСТ 2.317-69 устанавливает пять видов стандартных аксонометрических проекций, из которых чаще всего используются две прямоугольные – изометрическая и диметрическая.

Схема расположения осей и величины приведенных коэффициентов искажения для прямоугольной изометрической проекции изображена на рис. 55, для прямоугольной диметрической проекции – на рис. 56. Тут же на схемах указаны величины уклонов, которыми можно пользоваться для определения направления аксонометрических осей при отсутствии транспортира или угольников.

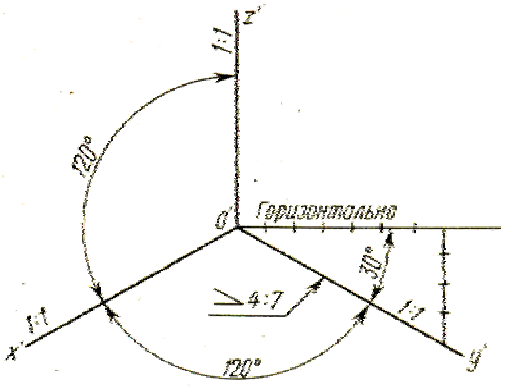


Рис. 55. Схема осей прямоугольной изометрической аксонометрии

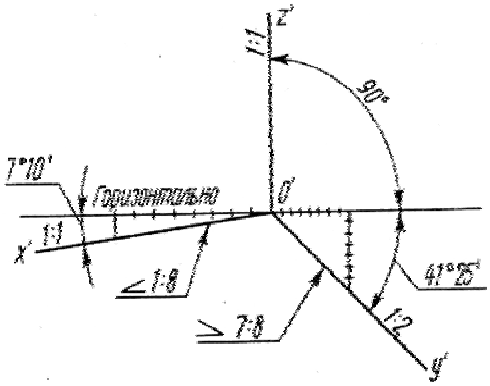


Рис. 56. Схема осей прямоугольной диметрической аксонометрии

Окружности в аксонометрии в общем случае проецируются в виде эллипсов. Величина осей эллипсов, их расположение и вид эллипсов для изометрии показаны на рис. 57, для диметрии – на рис. 58. В числителе даны величины для приведенных коэффициентов искажения, для действительных

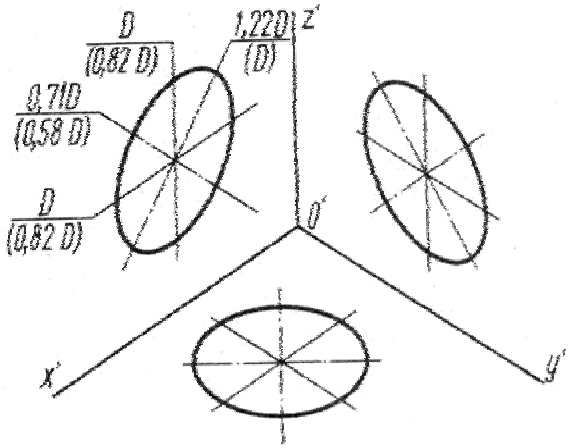


Рис. 57. Расположение и величины осей эллипсов в изометрии

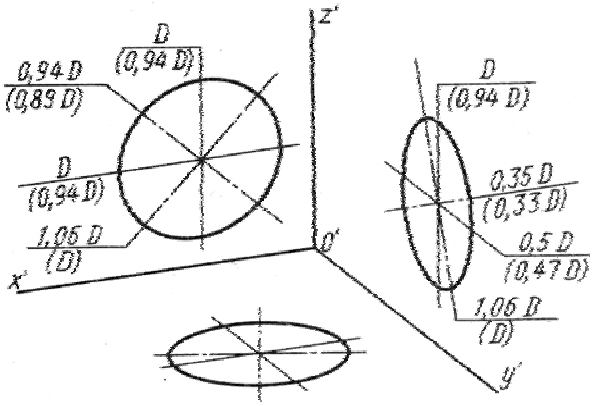


Рис. 58. Расположение и величины осей эллипсов в диметрии

Следует обратить внимание на то, что большая ось эллипса, расположенного в горизонтальной плоскости (xOy), в изометрической и диметрической проекциях расположена горизонтально (перпендикулярно оси Oz).

Построение эллипса (рис. 59, 60) следует начинать с определения его

центра O^I, затем отметить вершины эллипса (концы большой и малой оси – точки 1, 2, 3, 4) и четыре точки, принадлежащие диаметрам, параллельным аксонометрическим осям (5-6 и 7-8). Для построения эллипсов в изометрии найденных восьми точек достаточно (рис.59).

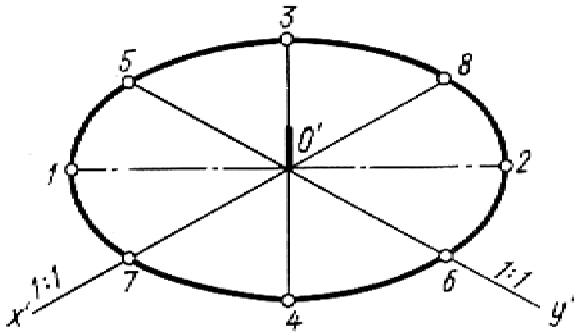


Рис. 59. Построение эллипса в изометрии

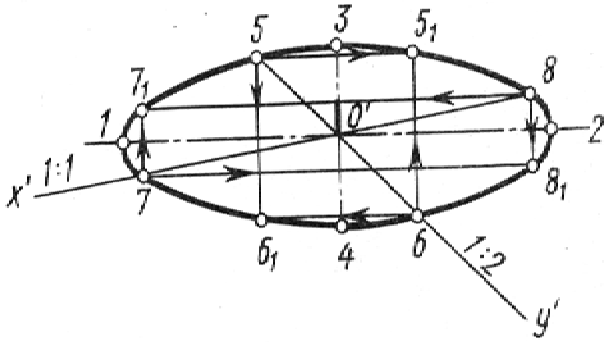


Рис. 60. Построение эллипса в диметрии

В диметрии указанные восемь точек распределены неравномерно (рис. 60), поэтому следует использовать точки 5_1, 6_1, 7_1, 8_1, расположенные симметрично найденным точкам 5, 6, 7, 8.

Обычно аксонометрическую проекцию предмета строят по ортогональному чертежу. Положение детали относительно осей координат X, Y и Z остается таким же, как и на ортогональном чертеже. Главный вид предмета следует располагать на плоскости xOz.

Для выявления внутреннего контура детали, также как и на ортогональном чертеже, в аксонометрии выполняют разрезы, но ***эти разрезы могут не повторять разрезы ортогонального чертежа.*** Чаще всего на аксонометрических проекциях, когда деталь представляет симметричную фигуру, вырезают одну четвертую часть детали. На аксонометрических проекциях, как правило, не применяют полные разрезы, так как такие разрезы уменьшают наглядность изображения.

При выполнении разрезов секущие плоскости направляют **только** параллельно координатным плоскостям (xOz, yOz, xOy).

При выполнении аксонометрических изображений с разрезами линии штриховки наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 61 – для изометрии, рис. 62 – для диметрии).

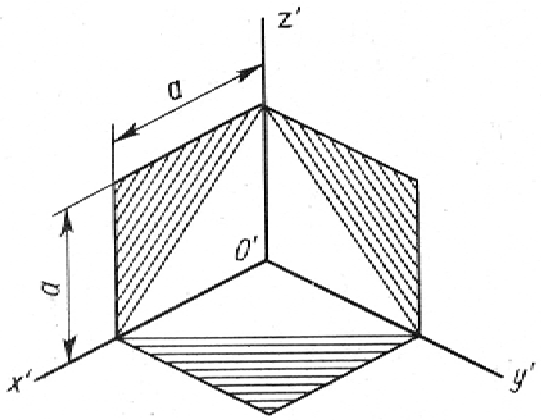


Рис. 61. Направление линий штриховки разрезов для изометрии

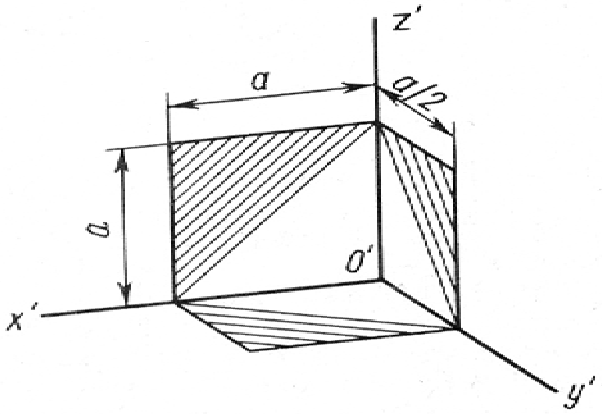


Рис. 62. Направление линий штриховки разрезов для диметрии

Вопросы для самопроверки

1. Что такое аксонометрическая проекция?
2. Что такое прямоугольная аксонометрическая проекция, косоугольная?
3. Сколько стандартных аксонометрических проекций устанавливает ГОСТ 2.317-69?
4. Какие виды стандартных аксонометрических проекций используются чаще всего?
5. Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических изображениях?
6. Как направлены линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях?

Тема 3. Линии «среза»

Задание по теме 3

Построить три изображения детали и проекции линий «среза», полученные от сечения поверхностей вращения плоскостями, параллельными оси вращения. Пример выполнения дан на рис. 63, индивидуальные задания – рис. 64. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

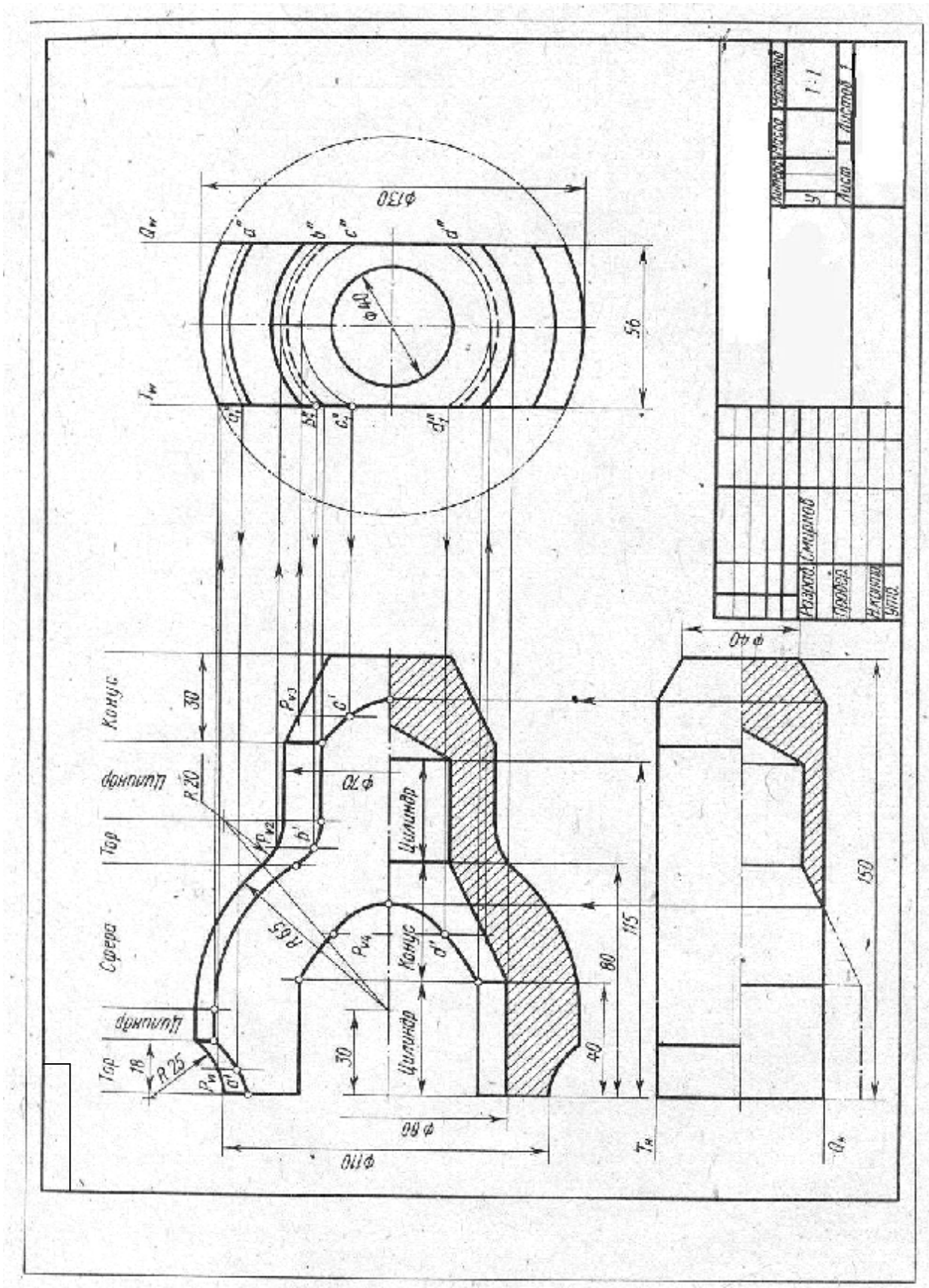
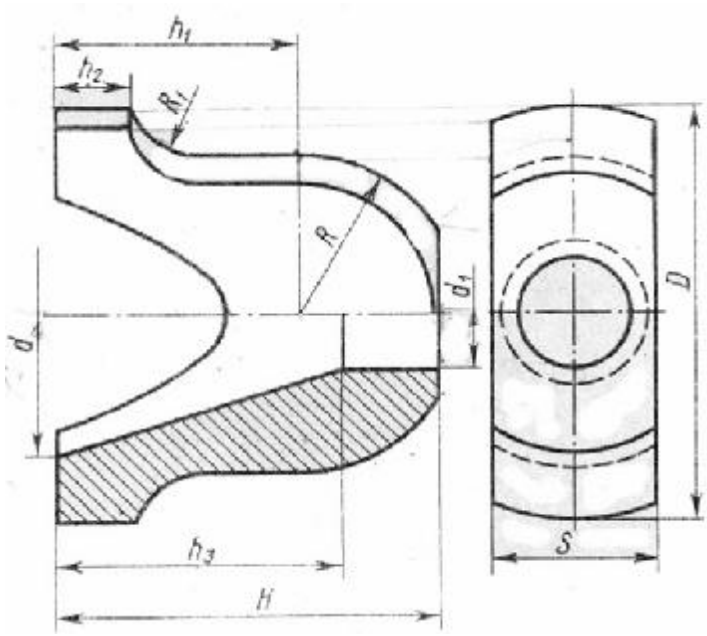
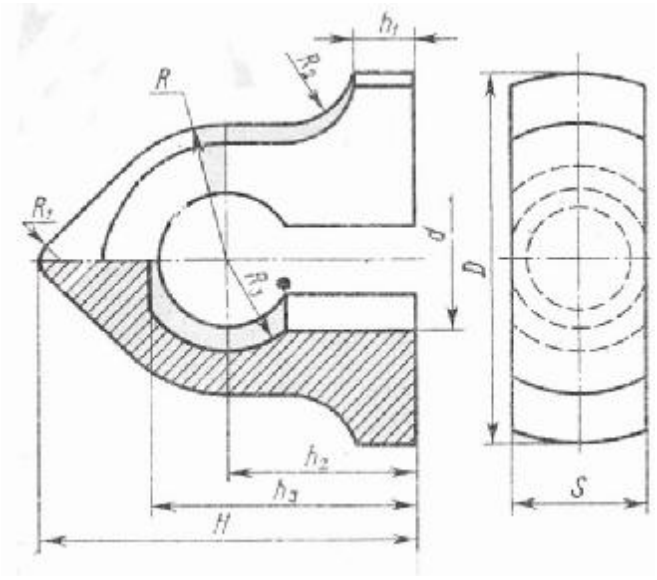


Рис. 63. Пример выполнения чертежа по теме 3

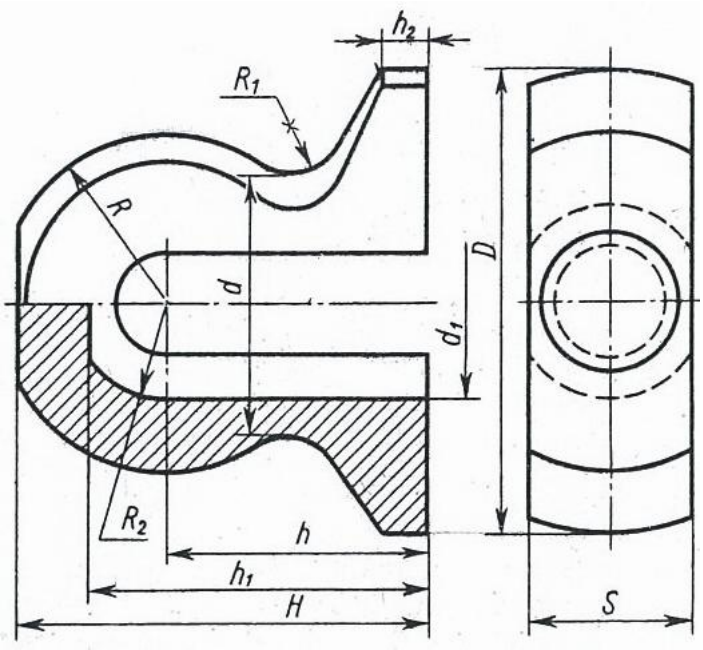


Варианты	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	d	d_1
1, 5, 13	100	110	50	65	20	75	40	15	70	30
9, 14, 20,	115	120	55	78	22	85	45	20	85	32
18, 13, 26	120	125	56	80	25	90	46	22	86	35

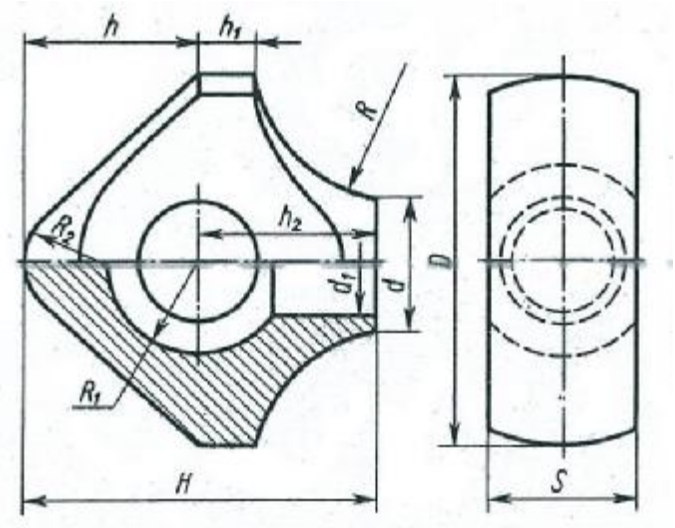


Варианты	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	R_2	R_3	d
3, 6, 25, 10, 15	100 110	110 130	45 52	15 20	46 60	70 90	40 45	8 10	18 22	30 35	50 60

Рис. 64. Индивидуальные задания для чертежа по теме 3 (начало)



Варианты	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
2, 7, 21	120	125	52	78	100	12	48	18	30	75	60
11, 16, 27	105	120	50	68	92	10	45	15	28	70	56



Варианты	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
4, 8	100	ПО	48	50	15	45	50	30	25	40	30
12, 19	105	120	50	55	18	48	45	32	20	45	25
17, 24	115	125	52	60	20	50	48	35	22	46	28

Рис. 64. Индивидуальные задания для чертежа по теме 3 (окончание)

Порядок выполнения

1. Ознакомиться с индивидуальным заданием и примером выполнения работы.
2. Изучить методические указания и рекомендованную литературу.
3. Вычертить в тонких линиях все три изображения детали.
4. Определить тела вращения, из которых составлена деталь, и наметить их границы.
5. Выделить вершины и характерные точки линии «среза», лежащие на границах поверхностей.
6. Построить промежуточные точки линии «среза».
7. Нанести размеры.
8. Обвести чертеж, принимая толщину линий видимого контура равной 0,8–1,0 мм.
9. Оформить все надписи.
10. Проверить чертеж.

Литература. Гордон В.О., Семенцов-Огневский М.А. Курс начертательной геометрии. – М.: Наука, 1988 (гл. IX).

Указания на выполнение задания

Многие детали машин и механизмов (станины, головки шатунов, рычаги, вилки, рукоятки и др.), образованные телами вращения, имеют срезы одной или несколькими параллельными плоскостями. Кривая линия, получающаяся при пересечении тел вращения плоскостью, называется линией «среза». На рис. 63 приведен пример такой детали, представляющей собой тело вращения сложной формы, срезанное двумя плоскостями до толщины S = 56 мм.

Для построения линии среза прежде всего необходимо определить границы элементарных геометрических тел, образующих деталь и пересекаемых плоскостями. Границы тел определяются по точкам сопряжений контуров этих тел. Приступая затем к построению линии среза, следует помнить, что плоскость, проходящая параллельно оси, пересекает цилиндр по образующим (прямым), прямой круговой конус – по гиперболе, сфера всегда рассекается плоскостью по окружности, тор пересекается по кривой, называемой в общем случае кривой Персея.

Рассмотрим построение линии среза по детали, приведенной на рис. 63. Прежде всего разбиваем деталь на элементарные геометрические тела и определяем их границы. По внешнему контуру тело детали ограничено тором, образуемым вращением дуги R25, цилиндром Ø130, сферой Ø130, сопрягающейся с тором, образованным вращением дуги R20; тор переходит в цилиндр Ø70. Заканчивается деталь усеченным конусом. Границы поверхностей при плавном переходе их определены точками сопряжений.

Внутренне очертание детали состоит из соосных поверхностей цилиндра Ø80, усеченного конуса, цилиндра Ø40 и конуса.

Две параллельные фронтальные плоскости T и Q в пересечении с поверхностями указанных тел дают линии среза. На виде сверху и слева эти линии проецируются в виде отрезков прямых, совпадающих со следами $T_нQ_н$ и T_wQ_w плоскостей T и Q. На главном виде линию среза надо построить.

Поверхность цилиндра диаметром 130 мм рассекается плоскостями T и Q по образующим (прямым) линиям, профильные проекции которых проецируются в виде точек пересечения профильных T_w и Q_w следов секущих плоскостей с профильной проекцией цилиндра (окружность Ø130). Также определяется линия среза на цилиндре диаметром 70 мм. Поверхность сферы рассекается по окружности, радиус которой определяем на профильной проекции как отрезок по T_w или Q_w от горизонтальной оси до точки пересечения с очерком сферы (окружность Ø 130).

Для построения промежуточных точек линий среза на участках торов и усеченного конуса на главном виде нужно воспользоваться вспомогательными секущими плоскостями, перпендикулярными оси вращения.

На рис. 63 дано построение точек a, b, c. Проведены плоскости P_{v1}, P_{v2}, P_{v3}, перпендикулярные оси вращения. Эти плоскости рассекают поверхности торов и конусов по окружностям, проекциями которых на главном виде и виде сверху будут отрезки прямых, совпадающих со следами плоскостей P, а на виде слева – окружности.

Профильные проекции (a”, b”, c”) искомых точек лежат на пересечении соответствующих окружностей сечений с профильными следами плоскостей T и Q. Проекции точек на главном виде (a′, b′, c′) лежат на пересечении линий связи со следом соответствующей секущей плоскости P.

Внутреннее очертание детали плоскостями T и Q пересекаются в части цилиндра диаметром 80 мм и усеченного конуса. Цилиндр Ø80 пересекается по образующим (прямым), а усеченный конус – по гиперболе. Вершина гиперболы лежит на следе $Q_н$ плоскости Q. Промежуточные точки гиперболы (по примеру точки d) строятся с помощью вспомогательных плоскостей, подобных P_{v4} аналогично точкам a, b, c.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ....3
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА ИЗУЧЕНИЕ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» ....
1.1. Порядок изучения курса 4
1.2. Контрольные работы....4
1.3. Зачет по курсу....5
1.4. Рекомендации по выполнению чертежей 5
2. ЛИТЕРАТУРА....7
3. ПРОГРАММА ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ 8
4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ 8
4.1. Контрольная работа № 4....8
Тема 1. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД к выполнению чертежей. Построение очертаний и обводов технических форм....8
Извлечения из стандартов:
ГОСТ 2.301-68 «Форматы»....9
ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» 9
ГОСТ 2.303-68 «Линии»....9
ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные»....10
ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений 11
Построение сопряжений и лекальных кривых 15
Указания на выполнение чертежа кулачка....22
Вопросы для самопроверки 27
Тема 2. Изображения – виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции....27
Задание по теме 2 (лист 1)....27
Порядок выполнения 30
Некоторые положения ГОСТ 2.305-68 31
Указания на выполнение задания 36
Вопросы для самопроверки 37
Задание по теме 2 (лист 2)....38
Порядок выполнения 41
Вопросы для самопроверки 43
Задание по теме 2 (лист 3)....43
Порядок выполнения 44
Указания на выполнение задания 44
Вопросы для самопроверки 47
Тема 3. Линии «среза» 47
Задание по теме 3....47
Порядок выполнения 51
Указание на выполнение задания....51

Учебное издание

Вялков Владимир Иванович
Клименко Ольга Григорьевна
Соколова Ольга Васильевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 1

Методическое пособие на выполнение
контрольной работы № 4
для студентов механических специальностей

Отпечатано методом прямого репродуцирования

Технический редактор *Н.В. Ларионова*

План 2007 г. Поз. 9.54.
Сдано в набор 15.07.2007. Подписано в печать 09.08.2007.
Формат 60x84$^{1}/_{16}$. Бумага тип. № 2. Гарнитура Arial. Печать плоская.
Усл. печ. л. 3,1. Зак. 309. Тираж 225 экз. Цена 22 руб.

Издательство ДВГУПС
680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47.

КАФЕДРА «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

В.И. ВЯЛКОВ О.Г. КЛИМЕНКО О.В. СОКОЛОВА

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 1

Методическое пособие на выполнение
контрольной работы № 4
для студентов ИИФО
механических специальностей

Хабаровск – 2007