

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ЗАОЧНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ОГАНЕСОВ О.А., КУЗЕНЕВА Н.Н.,
РЯБИКОВА И.М., МАЛАМУТ Ю.А.**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ И
ИНЖЕНЕРНАЯ
ГРАФИКА:
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

ЧАСТЬ 2

МОСКВА 2003

УДК 514.18
ББК 22.151.3

Оганесов О.А., Кузенева Н.Н., Рябикова И.М., Маламут Ю.А. Начертательная геометрия и инженерная графика: Учебное пособие. Часть 2/МАДИ(ГТУ). -М., 2003.- 83 с.

Рецензенты: канд. техн. наук, профессор О.В.Георгиевский (МГСУ),
канд. техн. наук, доцент Г.Г.Наумов (ГИПРОДОРНИИ)

Данная работа представляет собой вторую часть единого учебного пособия по начертательной геометрии и инженерной графике для студентов заочной формы обучения Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета) и его филиалов.

Вторая часть учебного пособия предназначена для студентов-заочников механических и строительных специальностей, изучающих инженерную графику, и содержит необходимый теоретический и практический материал для выполнения расчетно-графических работ по этому предмету. В ней также даны необходимые рекомендации на конкретных примерах.

Содержание и объём расчётно-графических работ, приведенных в обеих частях пособия, соответствует рабочей программе по начертательной геометрии и инженерной графике, разработанной на кафедре начертательной геометрии и черчения МАДИ(ГТУ) на основании действующих образовательных стандартов и учебных программ для указанного контингента студентов.

© Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет), 2003г.

ВВЕДЕНИЕ

Вторая часть учебного пособия содержит варианты контрольных заданий по инженерной графике, рекомендации по их выполнению и оформлению и примеры выполнения типовых заданий по этим рекомендациям. Она предназначена для студентов механических, а также строительных специальностей заочной формы обучения МАДИ(ГТУ), и разработана с учетом действующих образовательных стандартов и рабочих программ по инженерной графике.

Главная цель учебного курса инженерной графики - научить студентов выполнять и читать чертежи различных изделий. Для этого кроме теоретических основ построения изображений пространственных объектов на плоскости, изучаемых в курсе начертательной геометрии, они должны овладеть основными положениями Государственных стандартов Единой системы конструкторской документации, устанавливающими правила и нормы оформления чертежей; выполнения технических и аксонометрических чертежей; изображений элементов деталей, стандартных деталей, оригинальных деталей и элементов конструкций деталей; нанесения на чертеже размеров и обозначений.

Следует учитывать, что инженерная графика является первой общетехнической дисциплиной, дающей знания, необходимые студенту для освоения последующих общеинженерных и специальных технических дисциплин. В связи с этим в учебном чертеже допускаются некоторые упрощения по сравнению с техническими чертежами (отсутствие указаний о шероховатости и термообработке, обозначений допусков и посадок, технических требований и т.д.).

Контрольная работа по инженерной графике для студентов механических специальностей состоит из трех расчетно-графических работ (РГР): РГР№1 - "Изображения и размеры на чертежах", РГР№2 - "Соединения деталей" и РГР№3 - "Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы".

Контрольная работа по инженерной графике для студентов строительных специальностей состоит из пяти РГР: РГР№1 - "Изображения и размеры на чертежах", РГР№2 - "Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы", РГР№3 - "Проекция с числовыми отметками", РГР№4 - "Линейная перспектива", РГР№5 - "Чертеж архитектурного сооружения". Выполнению РГР№3, РГР№4 и РГР№5 посвящена третья часть учебного пособия.

Для каждой РГР разработано по 10 вариантов заданий. Номер варианта задания студента совпадает с последней цифрой номера его студенческого билета.

Все РГР выполняются карандашом на листах ватмана стандартного формата. Чертежи оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.

1. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 “ИЗОБРАЖЕНИЯ И РАЗМЕРЫ НА ЧЕРТЕЖАХ”

1.1. Общие замечания и указания

Основными целями РГР №1 являются:

- овладение общими правилами изображения предметов на технических чертежах, которые устанавливает ГОСТ 2.305-68 “Изображения - виды, разрезы, сечения”;
- овладение общими правилами нанесения размеров на чертежах, которые устанавливает ГОСТ 2.307-68 “Нанесение размеров и предельных отклонений”;
- овладение правилами выполнения наглядных технических изображений, которые устанавливает ГОСТ 2.317-69 “АксонOMETрические проекции”.

В результате изучения ГОСТ 2.305-68 и выполнения РГР №1 студент должен усвоить следующие основные положения ГОСТ:

1. Изображения на чертежах в зависимости от их содержания подразделяют на виды, разрезы и сечения.
2. Понятия основных плоскостей проекций, главного изображения, вида, разреза и сечения.
3. Виды основные, дополнительные и местные. Обозначение вида.
4. Разрезы горизонтальные, фронтальные, профильные и наклонные; простые и сложные (ступенчатые и ломаные); продольные и поперечные; местные.
5. Обозначение разрезов.
6. Особенности разрезов предметов симметричной формы.
7. Сечения вынесенные и наложенные. Сечения наклонные. Обозначение сечений.
8. Условности и упрощения при выполнении разрезов и сечений.

Подлежащие усвоению основные положения ГОСТ 2.307-68 и ГОСТ 2.317-69 приведены в виде рекомендаций соответственно в разделах 1.2 и 1.3.

РГР №1 состоит из упражнений №1 (формат А3) и №2 (два формата А3).

В упражнении №1 строят простые разрезы предмета симметричной формы и проставляют его размеры. На рис. 1.1 приведен пример компоновки и оформления чертежного листа формата А3 с полностью выполненным упражнением №1.

В упражнении №2 на одном формате А3 строят сложные разрезы предмета, имеющего одну плоскость симметрии, проставляя его размеры, а на втором формате А3 строят наглядное аксонOMETрическое изображение этого же предмета с вырезом. На рис. 1.2 и 1.3 приведены примеры компоновки и оформления чертежных листов с полностью выполненным упражнением №2.

Студенты строительных специальностей аксонOMETрическое изображение не выполняют.

В соответствии с ГОСТ 2.303-68 “Линии” в РГР №1 (рис. 1.1 - рис. 1.3) для вычерчивания проекций линий видимого контура используется сплошная толстая основная линия; линий невидимого контура - штриховая линия; линий штриховки, размерных и выносных линий - сплошная тонкая линия; центральных и осевых линий - штрих-пунктирная линия; линий сечения - разомкнутая линия; линий, отделяющих вид и разрез - сплошная волнистая линия.

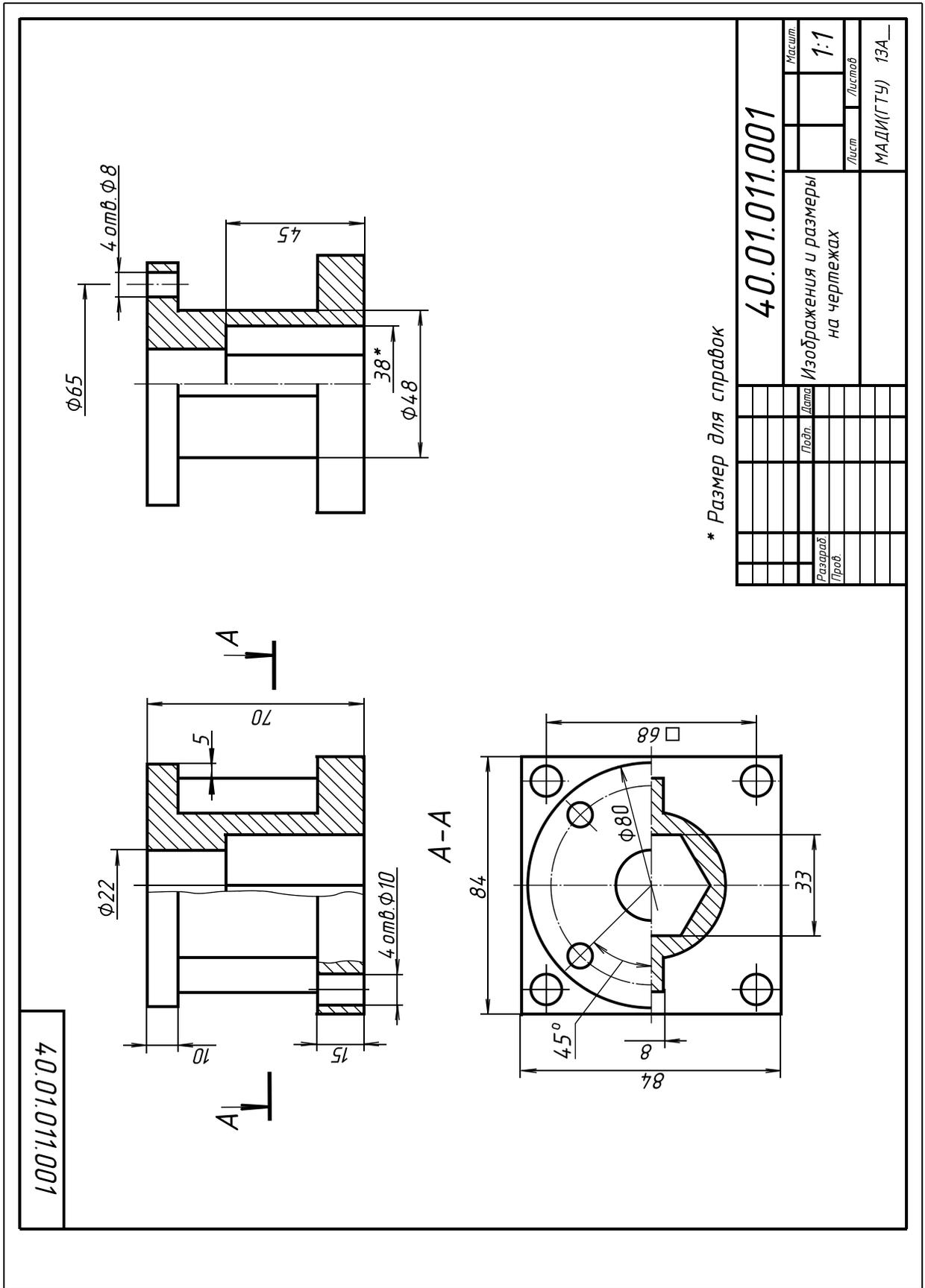


Рис. 1.1

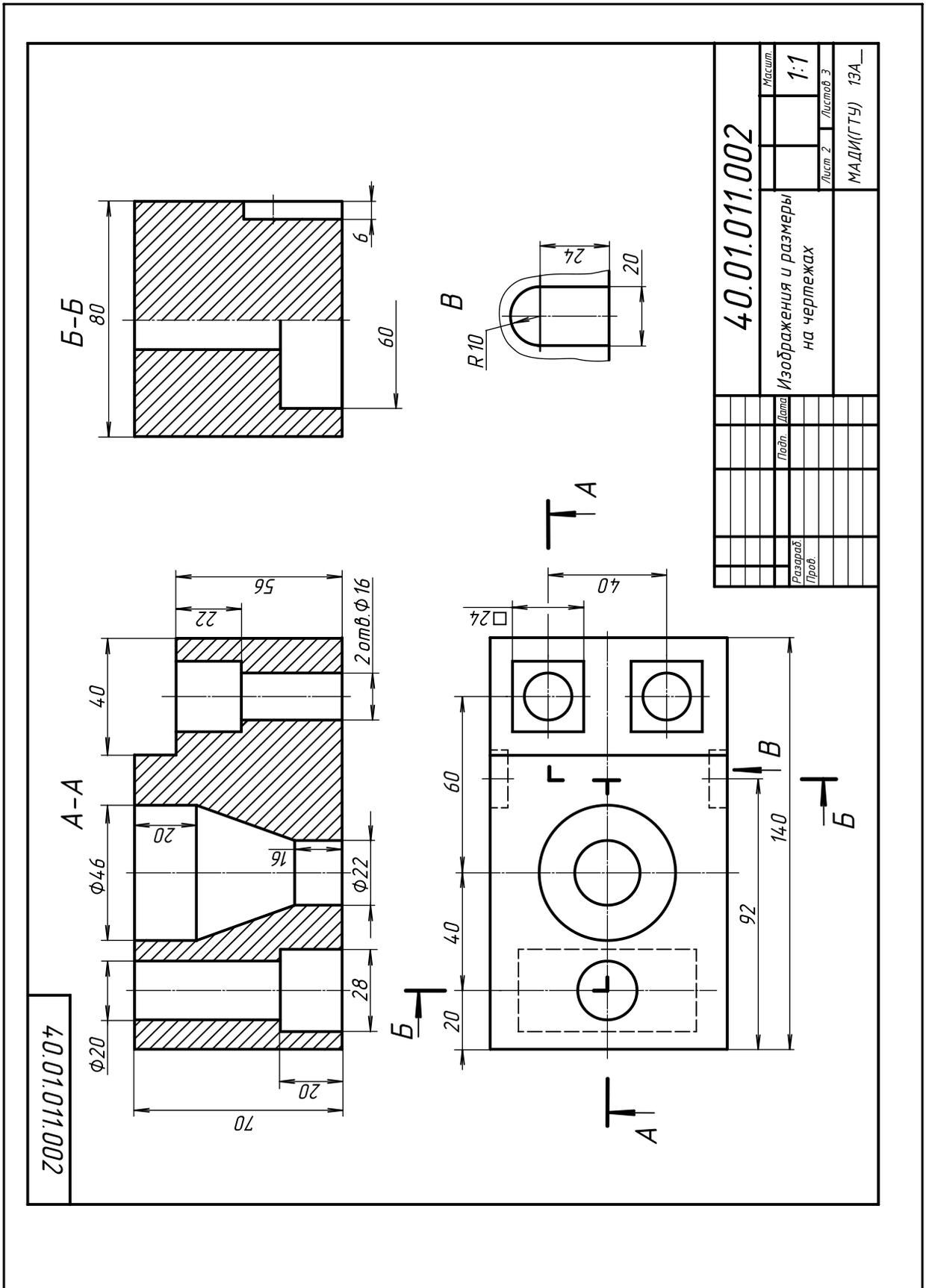


Рис. 1.2

На следующих страницах приведены 10 вариантов заданий на РГР №1. Номера вариантов состоят из 2-х цифр, первая из которых номер варианта, а вторая - номер упражнения для данной РГР. Например, запись 2.1 обозначает 2-й вариант упражнения №1, а запись 7.2 - 7-й вариант упражнения №2.

Все изображения предметов за исключением аксонометрии выполняются в масштабе 1:1.

После выполнения разрезов с чертёжой рекомендуется убрать все штриховые линии, показывающие проекции линий невидимого контура, за исключением случаев, когда их наличие облегчает чтение чертежа и избавляет от построения дополнительных изображений.

При простановке размеров размерные числа рекомендуется писать шрифтом №5.

Следует понимать, что третий вид предмета и указанные в задании разрезы строятся в учебных целях для овладения правилами построения различных изображений предмета.

1.2. УПРАЖНЕНИЕ №1 “Изображения предметов симметричной формы”

В упражнении №1 заданы виды спереди и сверху предмета симметричной формы с изображением всех проекций линий его невидимых контуров и проставленными размерами.

Требуется:

- построить вид слева предмета;
- выполнить фронтальный, горизонтальный и профильный разрезы, позволяющие представить форму предмета в целом и всех составляющих его элементов;

- проставить необходимые размеры.

Рассмотрим пример выполнения упражнения №1 для предмета, изображенного на рис. 1.4.

Упражнение №1 целесообразно выполнять, используя такие последовательность и рекомендации:

I. На 1-м этапе следует прочитать данный в условии чертеж предмета и

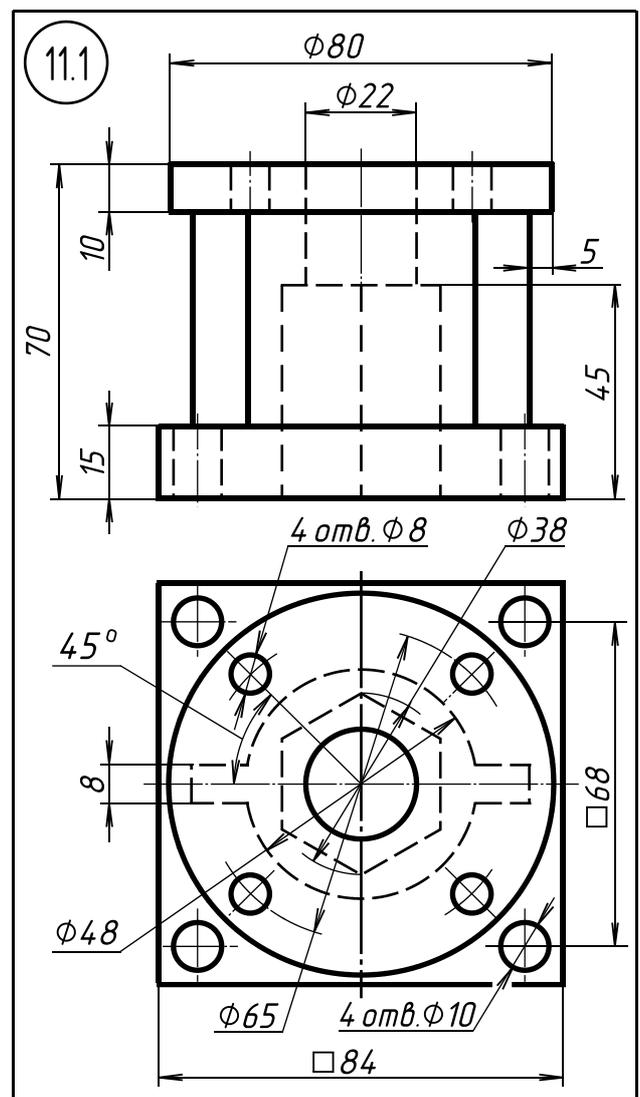
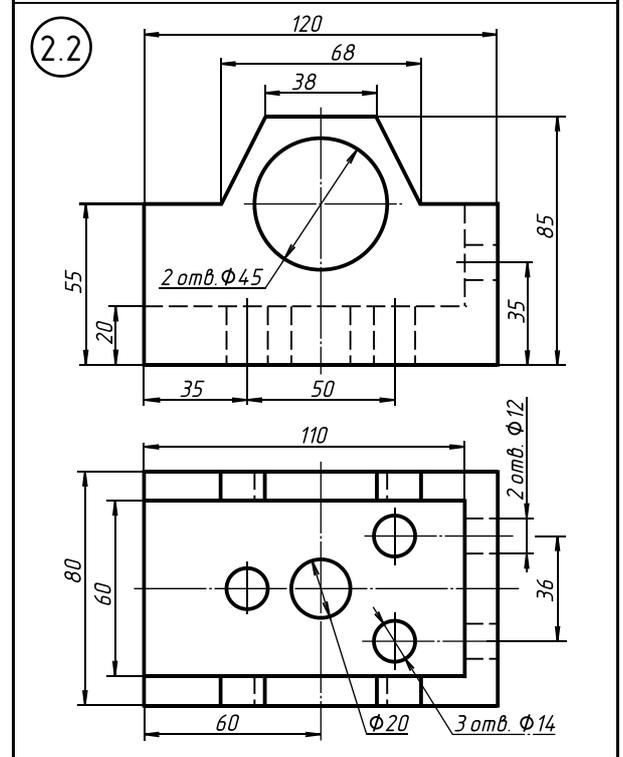
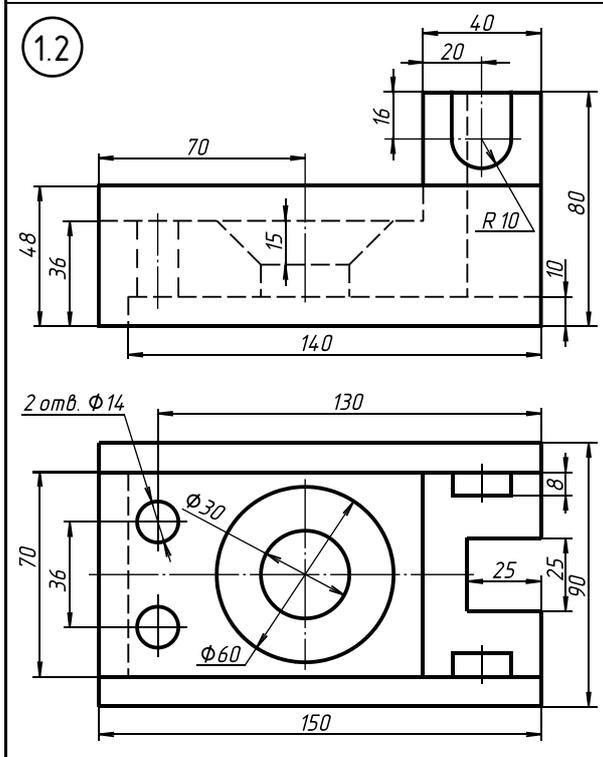
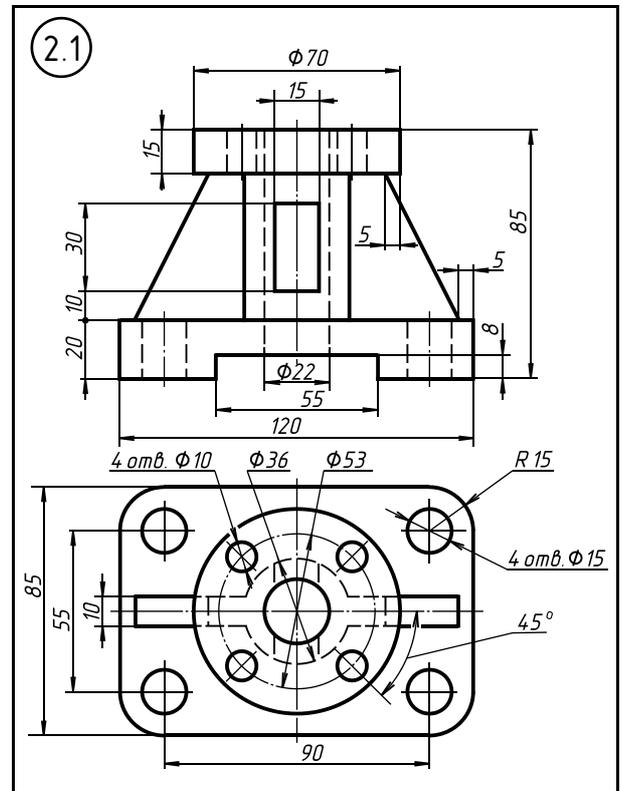
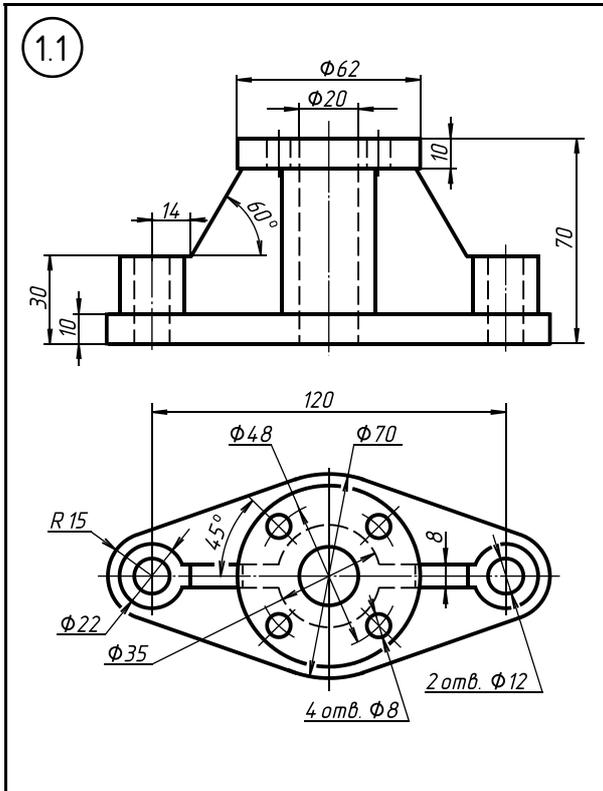
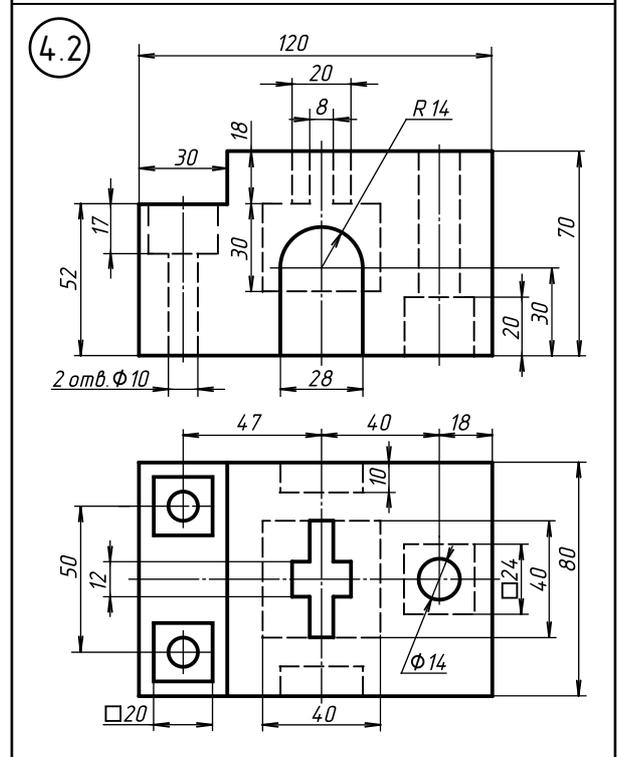
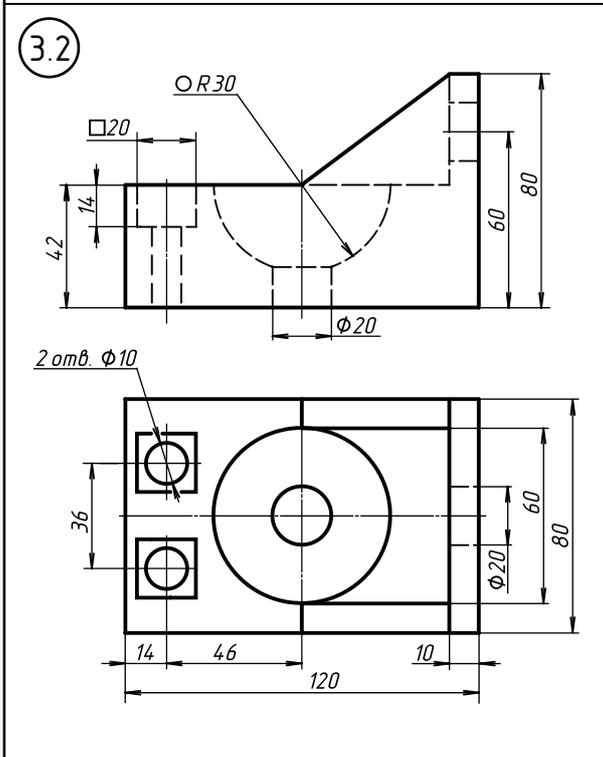
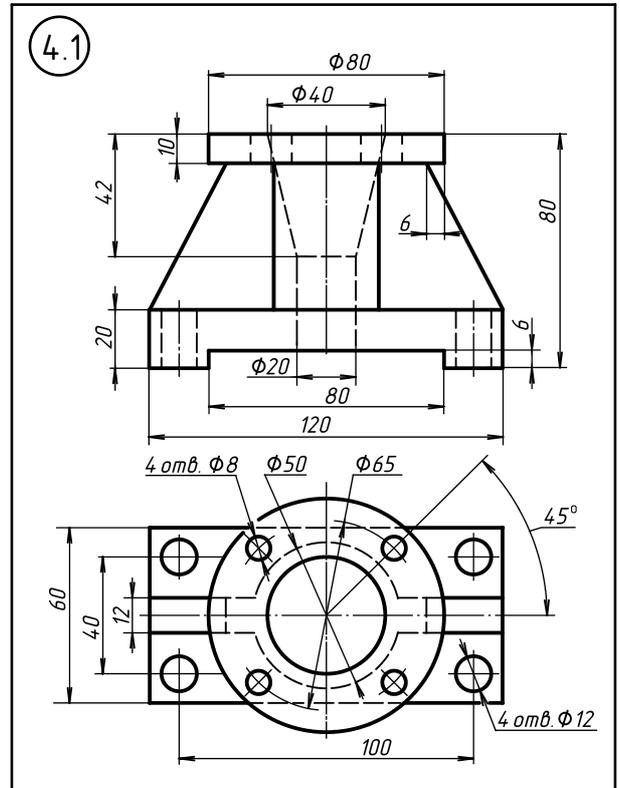
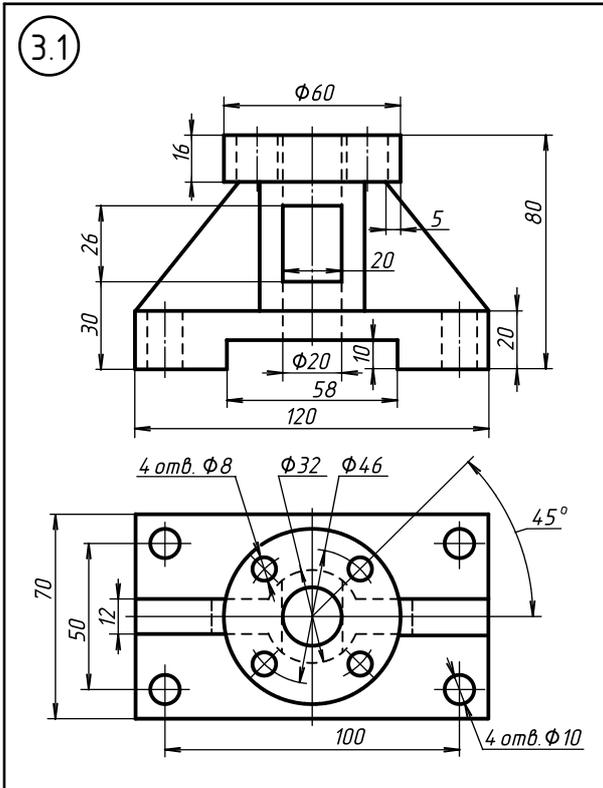
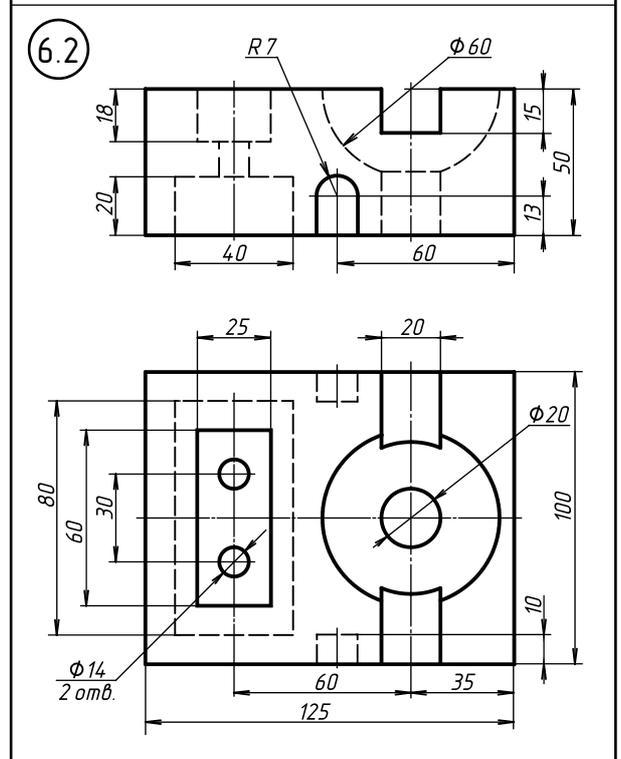
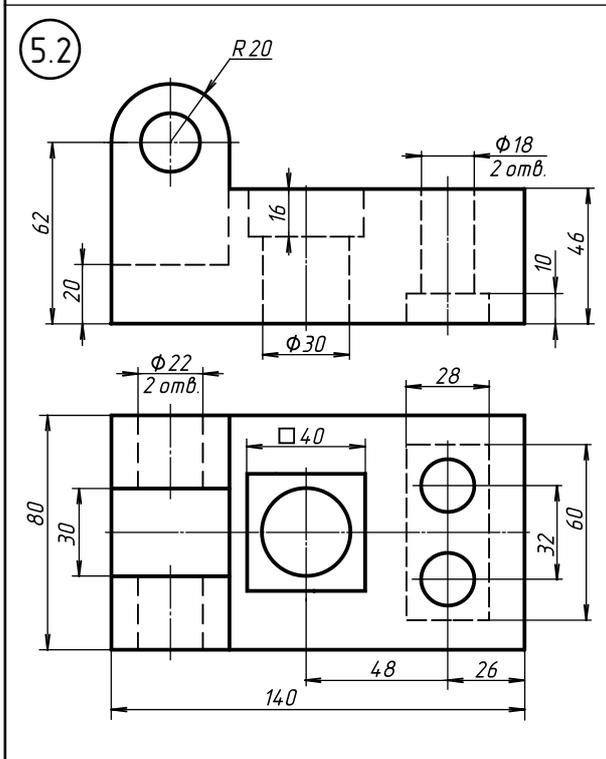
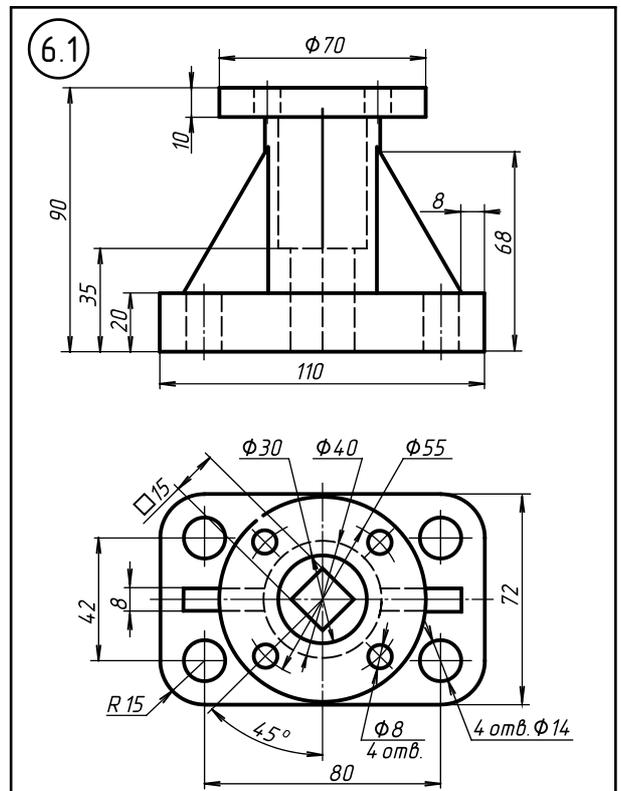
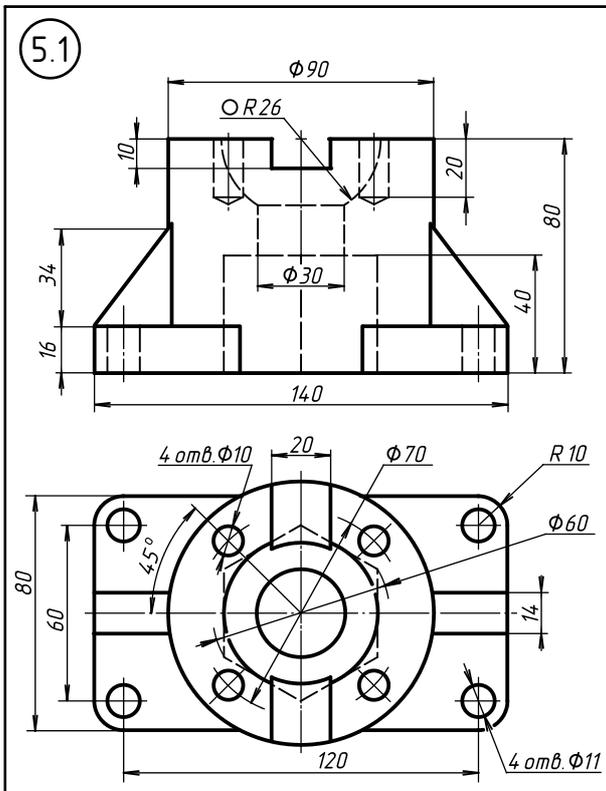


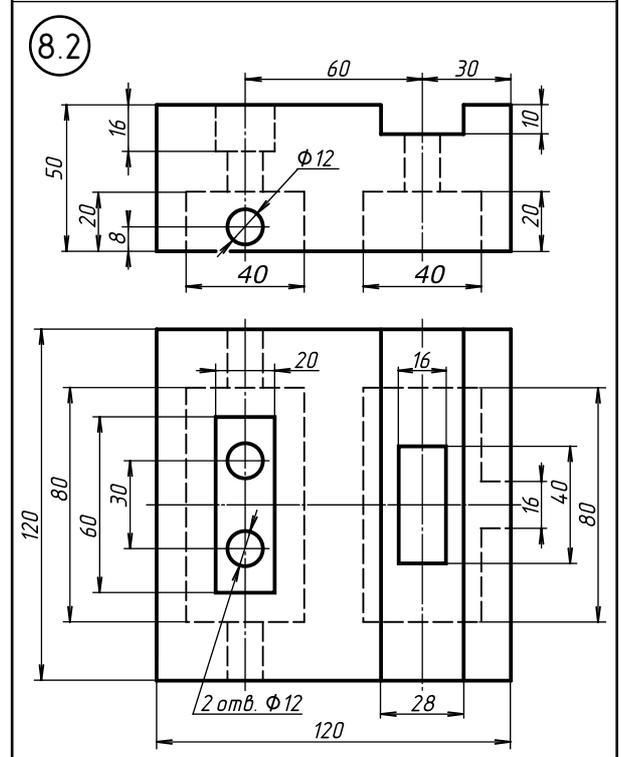
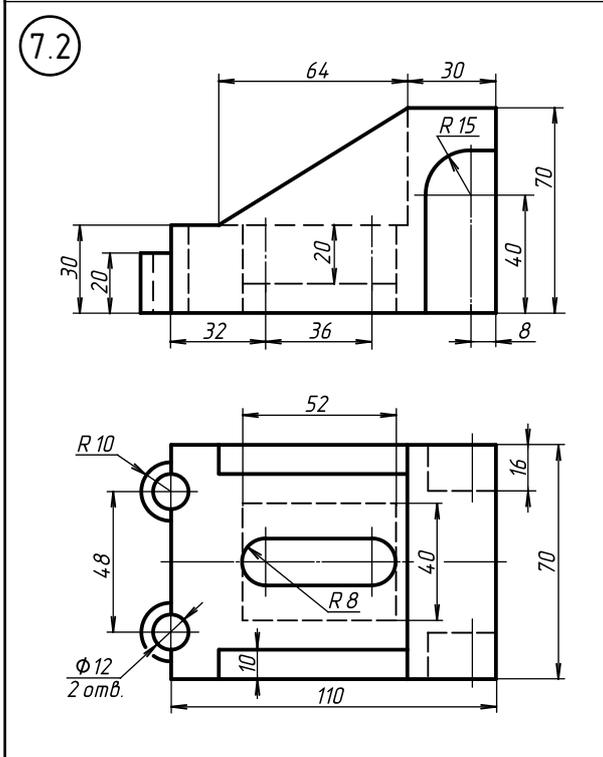
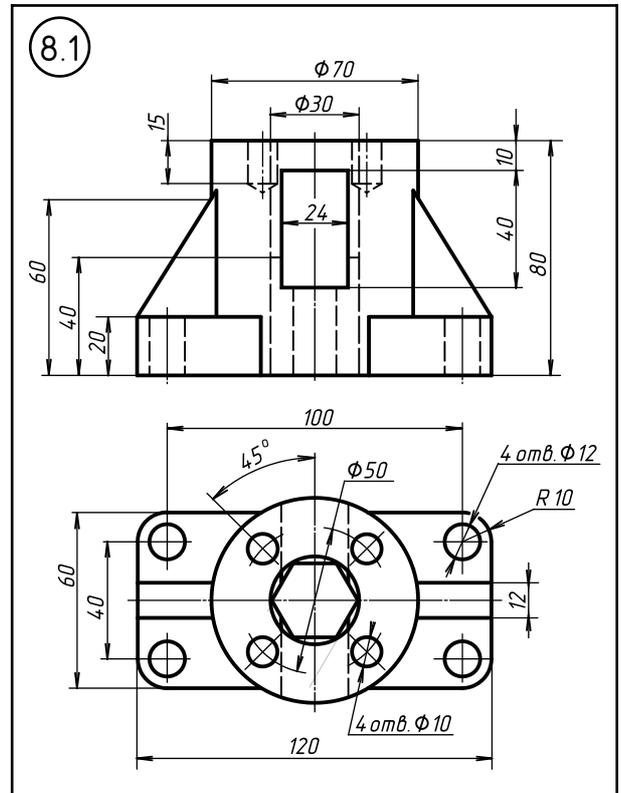
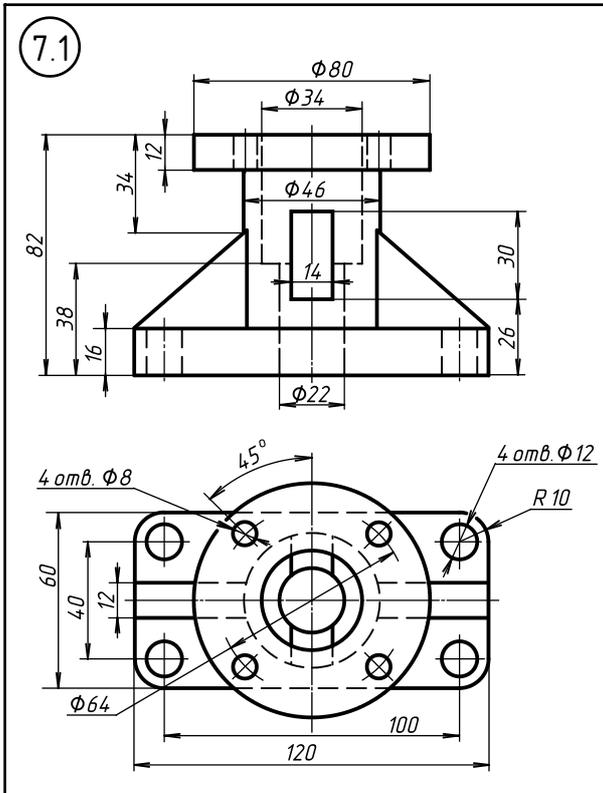
Рис. 1.4

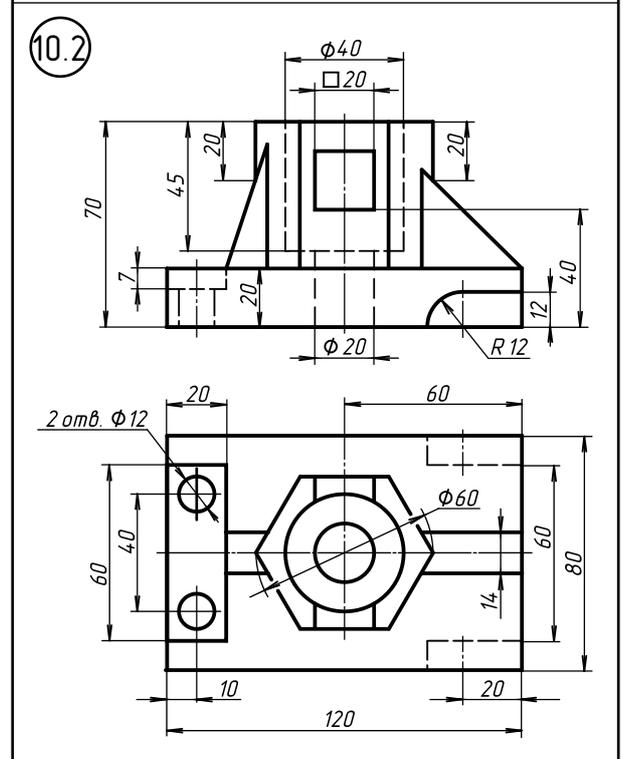
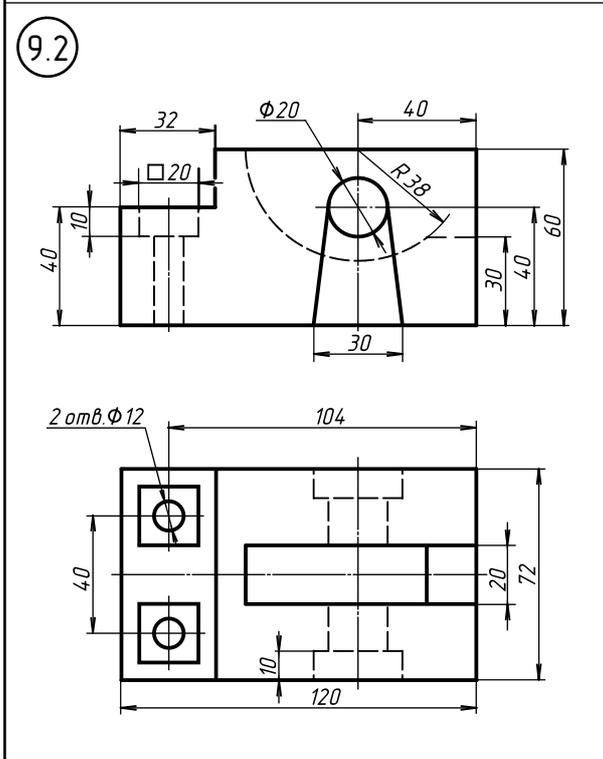
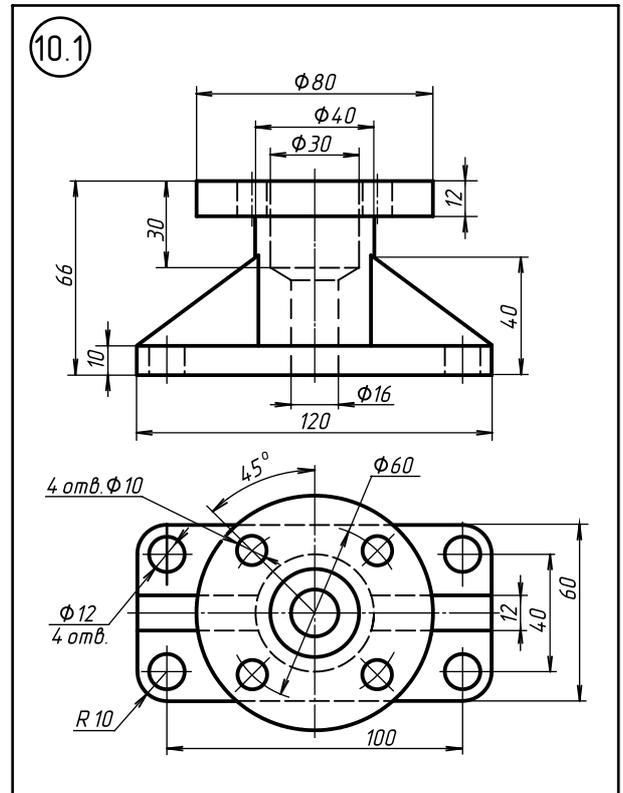
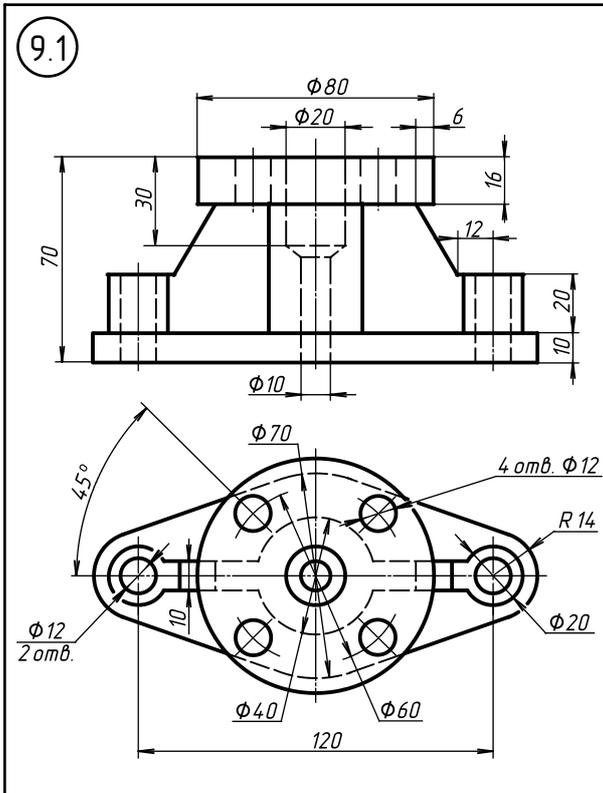
Варианты заданий на РГР №1











понять, какие поверхности или геометрические тела образуют его наружные и внутренние формы.

Изображенный на рис. 1.4 предмет имеет вертикальную ось симметрии, вдоль которой расположен цилиндр вращения с фланцами, верхний из которых также имеет форму цилиндра вращения, а нижний - параллелепипеда. Фланцы связаны между собой и расположенным между ними цилиндром ребрами жесткости призматической формы. Поверхности указанных геометрических тел и ребер жесткости образуют наружную поверхность предмета.

Вдоль оси симметрии предмета выполнено центральное сквозное отверстие, верхняя часть которого имеет цилиндрическую форму, а нижняя - шестигранную призматическую. В каждом из фланцев имеется по 4 равномерно расположенных цилиндрических отверстия, образующих совместно с центральным отверстием внутренние формы предмета.

II. На 2-м этапе на листе ватмана выполняют в тонких линиях виды предмета (рис. 1.5).

Сначала по размерам вычерчивают данные виды спереди и сверху предмета, а затем по ним строят его вид слева, располагая все виды в проекционной связи и показывая на них штриховыми линиями проекции линий невидимого контура.

Проекционную связь между видами устанавливают с помощью связанной с предметом системы координат, оси которой проецируют вместе с ним на плоскости проекций. Положение проекций координатных осей на чертеже обычно не указывают. На рис. 1.5 они приведены в учебных целях.

Виды предмета на формате рекомендуется располагать так, чтобы расстояния между ними и от видов до рамки чертежа были примерно одинаковы: $H_1 \approx H_2 \approx H_3$ и $L_1 \approx L_2 \approx L_3$.

III. На III-м этапе в тонких линиях выполняют фронтальный, профильный и горизонтальный разрезы (рис. 1.6), используя положения ГОСТ 2.305-68 и учитывая следующее:

1. Т.к. фронтальная и профильная секущие плоскости совпадают с соответствующими плоскостями симметрии предмета, а фронтальный и профильный разрезы выполнены на месте соответствующих видов, то эти секущие плоскости и разрезы не обозначают.

Горизонтальный разрез выполняется горизонтальной плоскостью (её положение задается студентом самостоятельно), которая не является плоскостью симметрии предмета, поэтому горизонтальная секущая плоскость и горизонтальный разрез обозначаются.

2. Если вид и соответствующий ему разрез симметричны относительно одной и той же оси, то симметричные их части рекомендуют соединять в одно изображение. Границей между видом и разрезом в этом случае является ось симметрии. Если ось симметрии вертикальна, то обычно левее оси показывают вид, а правее - разрез. Если ось симметрии горизонтальна, то обычно вид располагается выше оси, а разрез - ниже.

В примере вид слева и профильный разрез симметричны относительно вертикальной оси, поэтому половина вида слева соединена с половиной

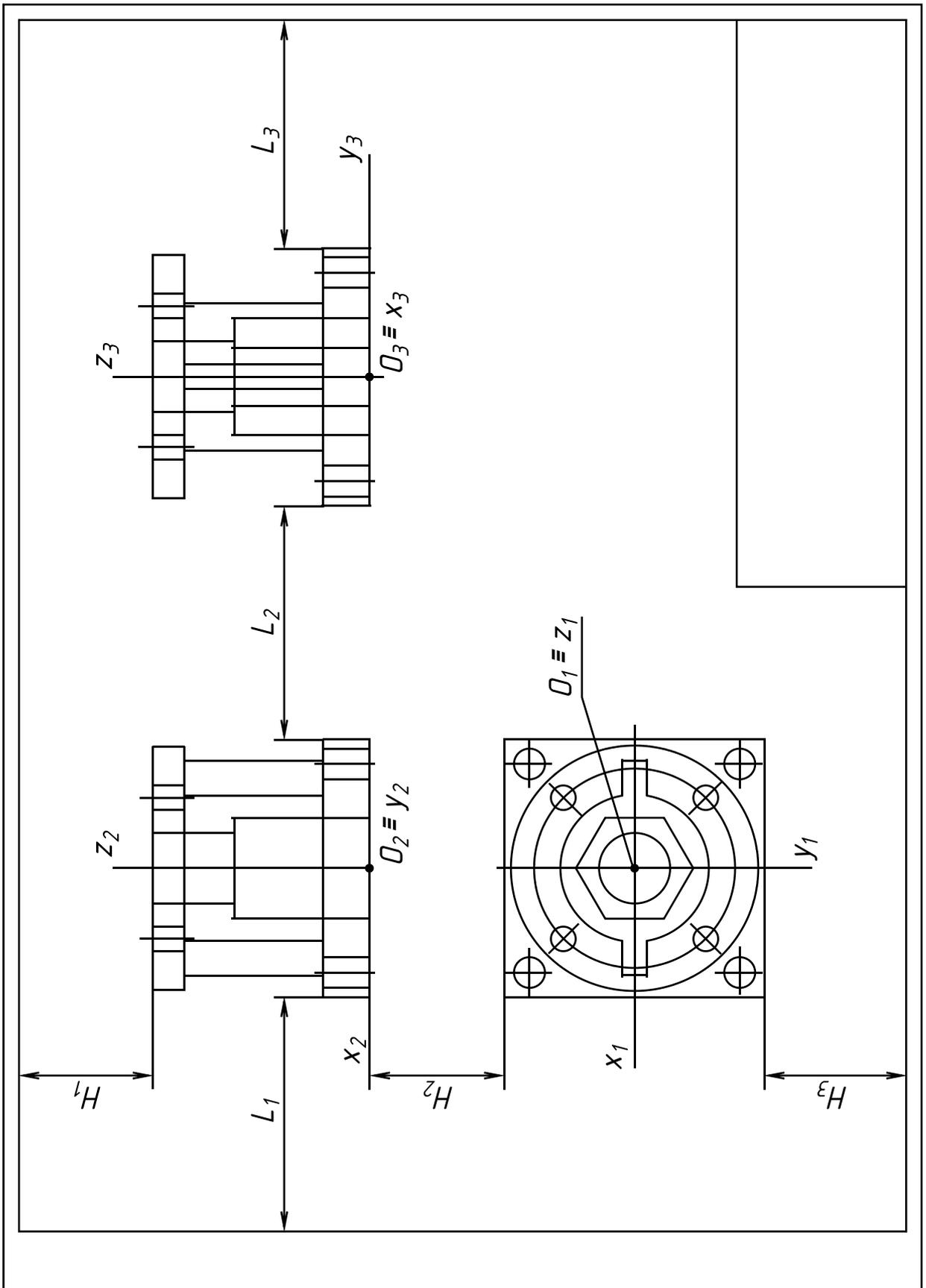


Рис. 1.5

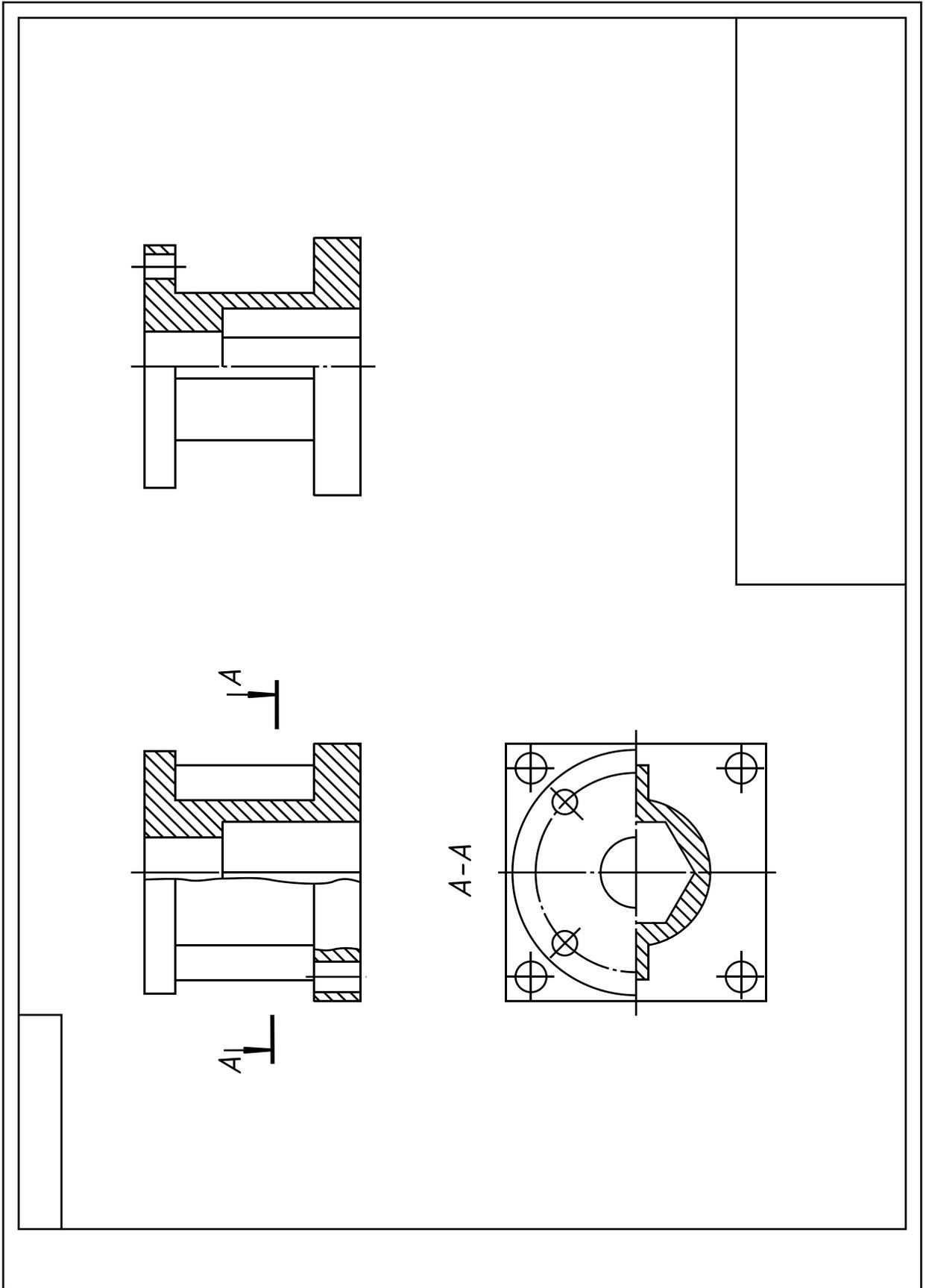


Рис. 1.6

профильного разреза (рис. 1.6). Аналогичным образом соединена половина вида сверху и половина горизонтального разреза. Заметим при этом, что вид сверху и горизонтальный разрез имеют две оси симметрии.

3. Вид спереди и фронтальный разрез также имеют общую ось симметрии, но на главном изображении соединены не половины вида и разреза, а большая часть разреза и меньшая часть вида, разделенные тонкой сплошной волнистой линией. Это связано с тем, что с осью симметрии фигуры совпала проекция ребра внутренней шестигранной призматической поверхности, которую можно показать только в разрезе. Если бы ребро относилось к наружной поверхности, то для сохранения его изображения следовало бы соединить большую часть вида и меньшую часть разреза, также разделив их сплошной волнистой линией.

4. На рис. 1.6 на фронтальном разрезе не заштриховано ребро жесткости, рассекаемое фронтальной плоскостью. На этот счет в ГОСТ 2.305-68 указано, что тонкая стенка типа ребра жесткости при рассечении её секущей плоскостью вдоль показывается незаштрихованной и отделяется от других форм детали линиями видимого контура.

Если же плоскость рассекает тонкую стенку поперек, то сечение её следует заштриховать (см. изображение того же ребра на горизонтальном разрезе на рис. 1.6 и 1.1).

5. Если на фланце цилиндрической или неполной цилиндрической формы расположены отверстия, не попадающие в секущую плоскость, то допускается изображать в разрезе одно из этих отверстий, доворачивая его до попадания в секущую плоскость (см. на рис. 1.6 отверстие на цилиндрическом фланце, показанное на профильном разрезе).

6. Если же не попадают в секущую плоскость отверстия на фланцах призматической или близкой к ней форме, то их обычно выявляют с помощью местных разрезов (см. на рис. 1.6 отверстие на призматическом фланце, показанное в местном разрезе на главном виде).

После выполнения разрезов фигуры, лежащие в секущих плоскостях, заштриховываются. В ГОСТ 2.308-68 указано, что штриховка выполняется параллельными тонкими сплошными линиями, наклоненными к горизонтальной прямой чертежа под углом 45° , на всех изображениях данного предмета в одну сторону.

Как указывалось в разделе 1.1, после выполнения разрезов рекомендуется убрать с чертежа проекции линий невидимых контуров предмета.

IV. На 4-м этапе в соответствии с положениями ГОСТ 2.307-68 на чертеже проставляются размеры. Следует стремиться к тому, чтобы размеры стояли на всех трех изображениях (рис. 1.1).

При простановке размеров следует обратить внимание на следующее:

1. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

2. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

3. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно

размерным (рис.1.1, размеры 10, 15, 70 на главном изображении).

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в вершине угла, а выносные линии - радиально (угол 45° на виде сверху) .

4. Выносные линии должны выходить за концы стрелок на 2-3 мм.
5. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм.
6. Не допускается в качестве размерных линий использовать линии контура, осевые и центровые линии.
7. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.
8. Если вид или разрез симметричного предмета изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к формам предмета, симметричным относительно этой оси, проводят с обрывом. Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва (см. на рис. 1.1 размеры $\phi 22$, $\phi 65$, 8, 38^* , $\phi 80$).
9. Допускается проводить размерные линии с обрывом при указании диаметра окружности, независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично.
10. Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и выполняют стрелки наружными (см. рис.1.1, размеры 5, 10, 15).
11. При нанесении нескольких параллельных размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.
12. Размерные линии не допускается пересекать или разделять какими бы то ни было линиями чертежа.
13. При указании размера диаметра перед размерным числом ставят знак " ϕ ", при указании размера радиуса перед размерным числом ставят букву R, при нанесении размера квадрата может использоваться знак " \square ". Высота этих знаков равна высоте цифр, которыми записывают размерные числа.
14. Не рекомендуется наносить размеры на элементы, изображенные линиями невидимого контура.

V. На заключительном 5-м этапе выполняют обводку чертежа и заполняют основную надпись (рис. 1.1).

В ряде заданий в предмете выполнен сквозной вырез призматической формы, образованный фронтально проецирующими плоскостями. При выполнении изображений такого предмета возникает необходимость в построении линий пересечения этих плоскостей с поверхностями, образующими его наружные и внутренние формы. Не смотря на то, что вопросам построения изображений геометрических тел со сквозными вырезами была посвящена одна из РГР в 1-м семестре, рассмотрим пример, чтобы напомнить этот материал, а также обратить внимание еще на некоторые нюансы.

На рис. 1.7 построены изображения предмета, наружные формы которого образуют вертикальный цилиндр, цилиндрический фланец основания и два призматических ребра, соединяющих цилиндр с фланцем.

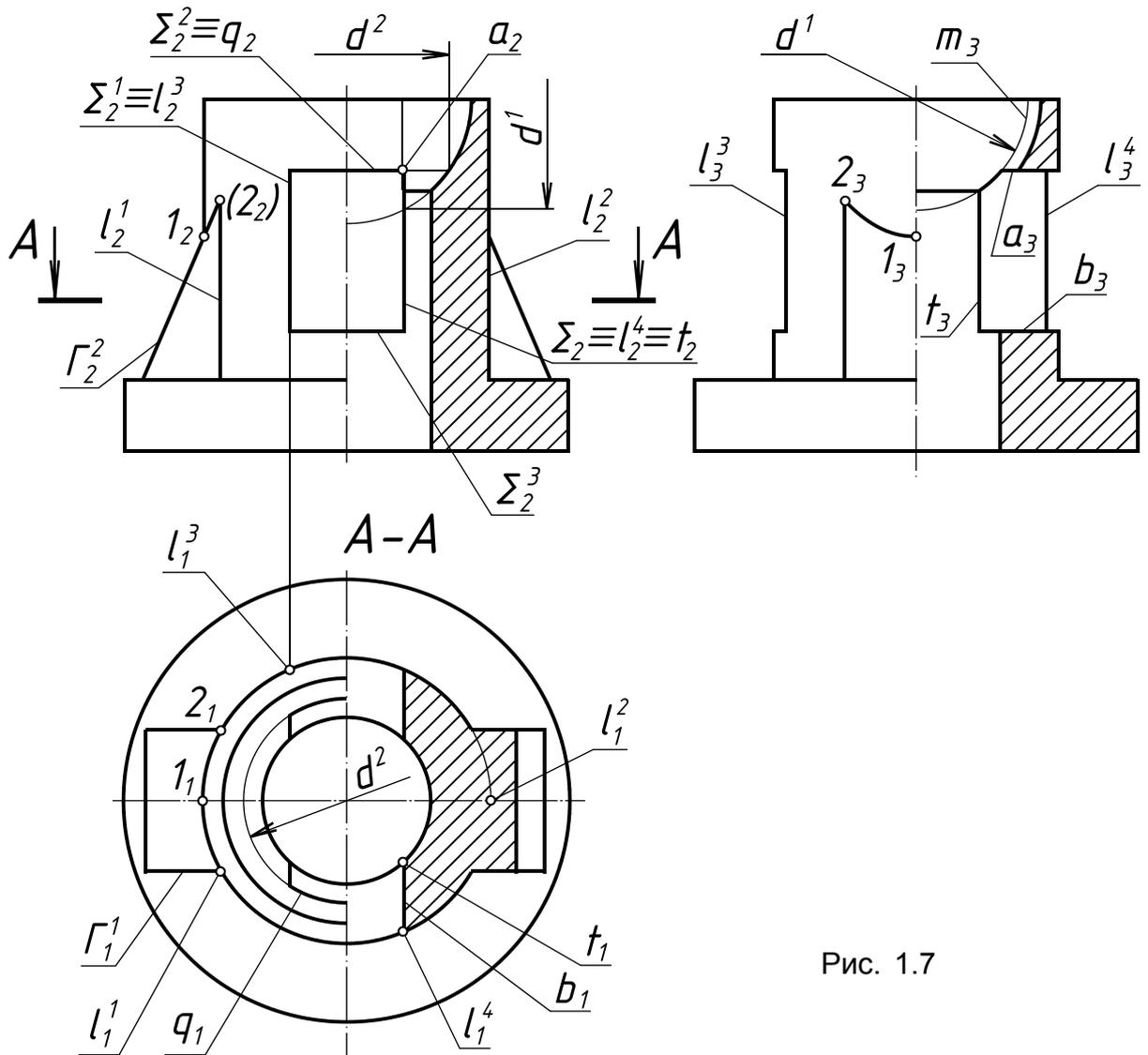


Рис. 1.7

Обратим внимание, что изображения ребра на виде спереди и на фронтальном разрезе различны: на виде границей ребра и цилиндра является проекция l_2^1 образующей l^1 цилиндра, по которой он пересекается передней гранью Γ^1 ребра; а на разрезе - проекция l_2^2 контурной образующей l^2 цилиндра, т.к. фронтальный разрез выполнен плоскостью, совпадающей с фронтальной плоскостью симметрии предмета.

При изображении ребра на виде слева следует учитывать, что его верхняя грань Γ^2 пересекает цилиндрическую поверхность по дуге эллипса, который строят по проекциям точек 1 и 2.

Сквозной вырез предмета выполнен четырьмя фронтально проецирующими плоскостями, пересекающими поверхность наружного цилиндра, а также сферу и поверхность внутреннего цилиндра, образующих центральное сквозное отверстие предмета.

Т.к. вырез образован фронтально проецирующими плоскостями, то изображения выреза на виде спереди и фронтальном разрезе одинаковы.

На виде слева контурной образующей наружного цилиндра на месте выреза является проекция l_3^3 образующей l^3 , по которой его поверхность пересекается плоскостью Σ^1 , а на профильном разрезе - проекция l_3^4 образующей l^4 , по которой цилиндрическая поверхность пересекается плоскостью Σ .

При выполнении профильного разреза строится фигура, лежащая в плоскости Σ . Её границами являются:

- проекция l_3^4 образующей l^4 наружного цилиндра;
- проекция a_3 отрезка a , по которому пересекаются плоскости Σ и Σ^2 ;
- проекция m_3 дуги окружности m диаметра d^1 , по которой сфера пересекается плоскостью Σ ;
- проекция t_3 образующей t , по которой внутреннюю цилиндрическую поверхность пересекает плоскость Σ ;
- проекция b_3 отрезка b , по которому пересекаются плоскости Σ и Σ^3 .

На виде сверху показываются проекция q_1 дуги окружности Q диаметра d^2 , по которой сфера пересекается плоскостью Σ^2 .

В горизонтальном разрезе показывается фигура, лежащая в плоскости Σ^3 .

1.3 УПРАЖНЕНИЕ №2

“Сложные разрезы. Аксонометрические проекции”

В упражнении №2 заданы виды спереди и сверху предмета, имеющего фронтальную плоскость симметрии, с изображением проекций линий его невидимых контуров и проставленными размерами. Требуется:

1. Построить вид слева предмета.
2. Выполнить его фронтальный ступенчатый разрез и профильный разрез, который в зависимости от заданного предмета может быть как простым, так и ступенчатым.
3. Проставить необходимые размеры.
4. Построить стандартную прямоугольную диметрию предмета с вырезом его части.

Первые три пункта задания представляют собой 1-ю часть упражнения №2, а четвертый пункт - его вторую часть. Каждая из частей упражнения №2 выполняется на отдельном формате А3 (рис. 1.2 и рис. 1.3).

Рассмотрим пример выполнения упражнения №2 для предмета, изображенного на рис. 1.8.

Рекомендации по выполнению 1-й части упражнения №2 во многом совпадают с приведенными в разделе 1.2 рекомендациями по выполнению упражнения №1:

I. На первом этапе устанавливают, какие поверхности или геометрические тела образуют наружные и внутренние формы предмета.

II. На листе ватмана формата А3 тонкими линиями вычерчивают данные виды спереди и сверху предмета, а затем по ним строят вид слева. При вычерчивании видов следует провести компоновку листа так, как это делалось на рис. 1.5 в упражнении №1.

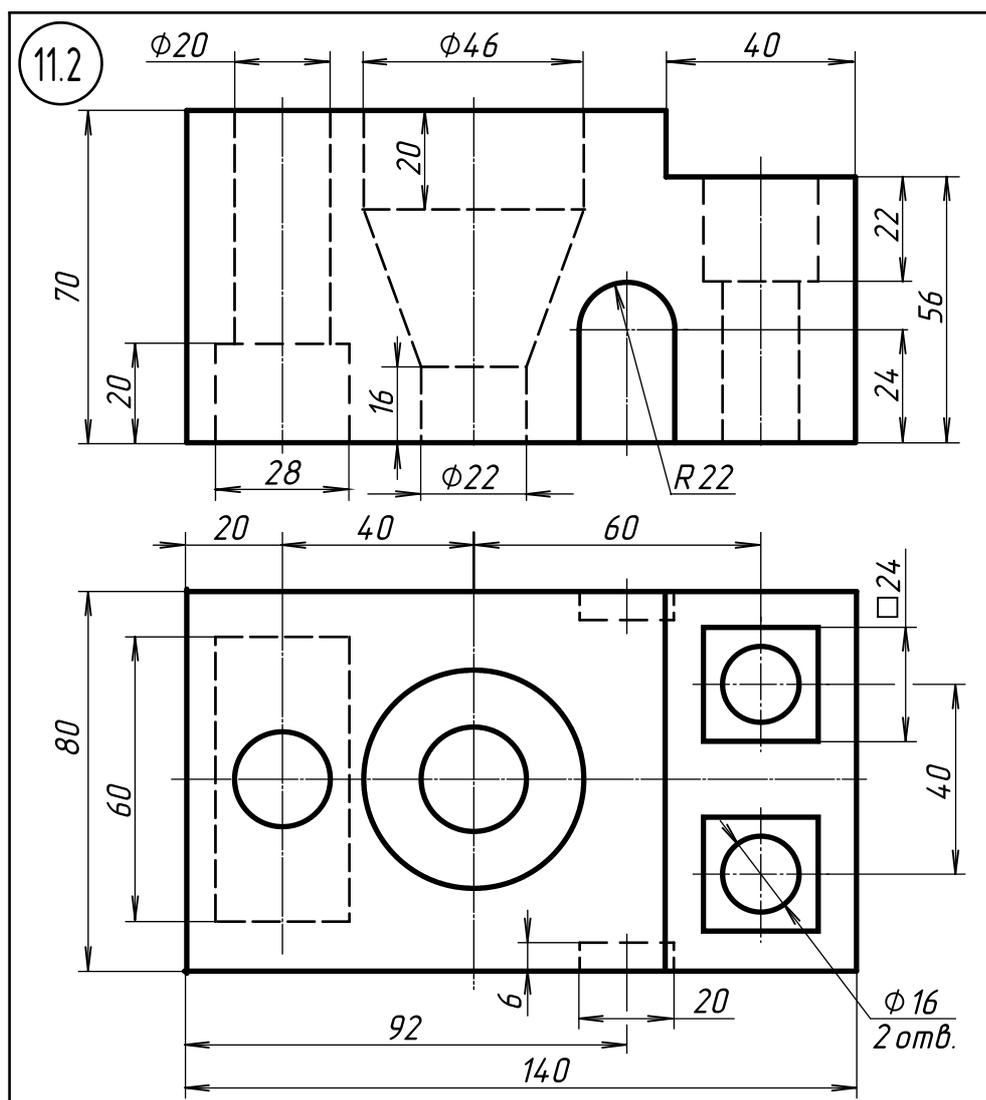


Рис. 1.8

III. Фронтальный разрез во всех вариантах выполняют ступенчатым двумя параллельными плоскостями, рассекающими предмет так, чтобы на разрезе были максимально раскрыты внутренние формы предмета (рис. 1.2).

Обозначение ступенчатого разреза и показ положения секущих плоскостей, образующих этот разрез, осуществляется в соответствии с ГОСТ 2.305-68.

Необходимо обратить внимание, что плоскости разреза, образующие ступенчатый разрез, должны быть совмещены, и линия разграничения плоскостей на разрезе не обозначается.

Если во фронтальном разрезе раскрыты все формы предмета, показанные в задании штриховыми линиями, или не раскрыты те из них, которые можно показать в простом разрезе, то профильный разрез рекомендуется выполнять простым, соединяя его половину с половиной вида слева (варианты 1, 2, 3, 4, 9).

Для раскрытия форм предметов, данных в вариантах 5, 6, 7, 8 и 10, целесообразно профильный разрез выполнить ступенчатым.

В некоторых вариантах (1, 4, 6, 7, 9 и 10), как и в рассматриваемом примере, после выполнения фронтального разреза пропадают отдельные наружные формы предмета. Эти формы должны быть показаны на местном виде (вид В на рис. 1.2).

После выполнения разрезов фигуры, лежащие в секущих плоскостях, заштриховываются с учетом рекомендаций ГОСТ 2.305-68.

IV. На 4-м этапе в соответствии с ГОСТ 2.307-68 и рекомендациями, отмеченными в разделе 1.2, проставляются размеры различных форм предмета.

V. На заключительном 5-м этапе 1-й части упражнения №2 осуществляют обводку чертежа и его оформление (рис. 1.2).

Часто в практике проецирования наряду с техническим чертежом предмета (рис. 1.2), строящимся в системе ортогональных проекций, возникает необходимость в построении наглядных изображений (рис. 1.3).

В начертательной геометрии рассматривается построение наглядного обратимого чертежа предмета, по которому можно проводить измерения и который называют аксонометрическим чертежом. Напомним, что аксонометрической проекцией (аксонометрией) называют изображение проецируемого предмета вместе с координатными осями, к которым он отнесен, на плоскость проекций, называемую аксонометрической. Соответственно проекции координатных осей называют аксонометрическими осями координат.

В ГОСТ 2.317-69, учебниках по начертательной геометрии и черчению, справочниках по машиностроительному черчению подробно изложены вопросы, связанные с построением аксонометрии объекта. Поэтому здесь мы ограничимся только общими рекомендациями и советами по выполнению 2-й части упражнения №2.

Для построения наглядных технических изображений ГОСТ 2.317-69 рекомендует стандартные аксонометрии, обладающие хорошей наглядностью. Наибольшее распространение из них получили прямоугольные диметрия и изометрия.

Предмет удлиненной формы, у которого длина превышает ширину и высоту, чтобы не терялось представление о форме предмета и соотношении его размеров, рекомендуется показывать в диметрии. При этом предмет размещают так, чтобы направление его длины было параллельно оси X. Практически все предметы, приведенные в вариантах заданий на упражнение №2, можно отнести к предметам удлиненной формы, поэтому в упражнении рекомендуется строить их диметрию.

Аксонометрия предмета обычно строится по координатам его характерных точек, которые определяют по техническому чертежу предмета. Для предмета, диметрия которого построена на рис. 1.3, исходным являлся его технический чертеж, приведенный на рис. 1.2. Для построения аксонометрического изображения предмет связывался с системой координат подобно тому, как это сделано, правда для других целей, на рис. 1.5. При построении аксонометрических проекций используют свойство параллельных проекций, согласно которому проекции прямых, параллельных натуральным осям координат (на рис. 1.2),

параллельны соответствующим аксонометрическим осям (на рис. 1.3) и имеют такие же коэффициенты искажения.

Построение аксонометрии следует начинать с проведения аксонометрических осей, в которые при выбранном типе аксонометрии проецируются оси натуральной системы координат (рис. 1.9). При построении осей стандартной диметрии ось z проводят вертикально, а для построения осей x и y обычно используют не углы их наклона к горизонтальной прямой, проходящей через начало координат (соответственно $7^{\circ}10'$ и $41^{\circ}25'$), а их уклоны к этой прямой (соответственно 1:8 и 7:8).

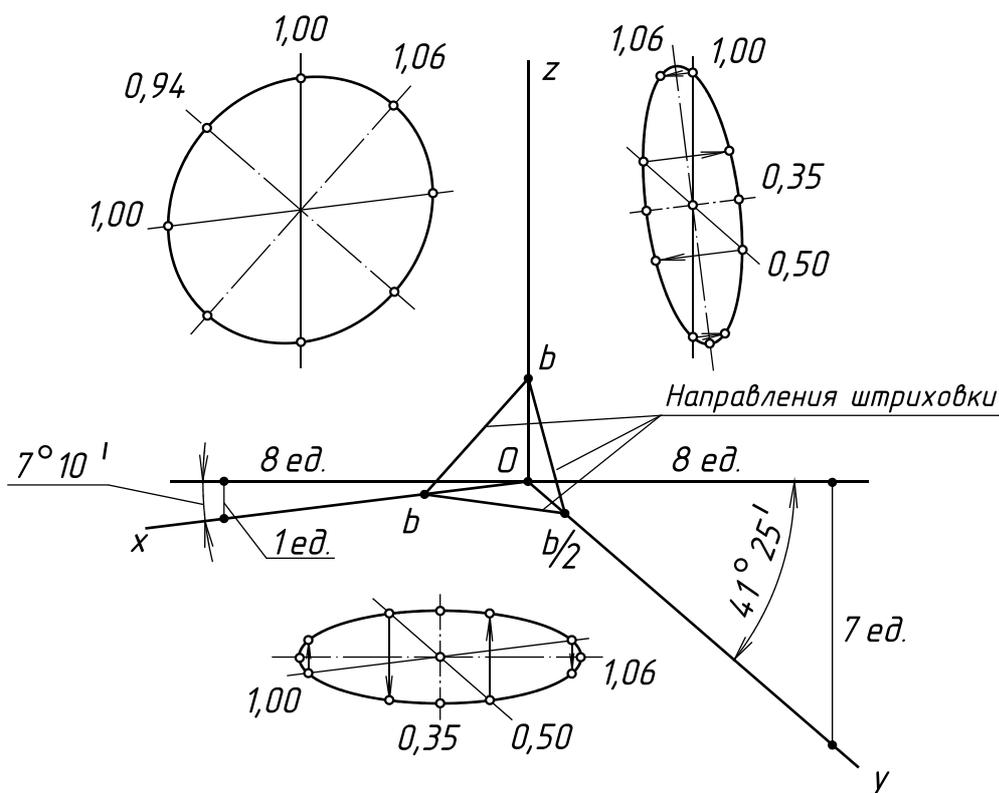


Рис. 1.9

Для упрощения процесса построения аксонометрии ГОСТ 2.317-69 рекомендует использовать приведенные показатели искажения по осям. В стандартной диметрии они равны 1 (вместо 0,94) по осям x и z и 0,5 (вместо 0,47) по оси y . Использование приведенных показателей искажения увеличивает масштаб аксонометрического изображения. Масштаб стандартной диметрии в этом случае принимает величину $M=1,06:1$.

При ортогональном проецировании окружность в общем случае проецируется эллипсом. Окружность, лежащая в плоскости, параллельной плоскости проекций, проецируется в эллипс, большая ось которого перпендикулярна той аксонометрической оси, которая перпендикулярна плоскости окружности, а малая ось ей параллельна. Так для окружности, лежащей в горизонтальной плоскости (плоскости параллельной xOy), большая ось эллипса перпендикулярна оси z , а малая ей параллельна. В прямоугольной диметрии при

построении её по приведенным показателям искажения большая ось эллипса равна $1,06d$ (d - диаметр окружности), малая для плоскости xOz - $0,94d$, а для плоскостей xOy и yOz - $0,35d$.

Построение эллипса начинают с определения его центра, после чего находят его вершины, строя большую и малую оси эллипса, и четыре точки, принадлежащие диаметрам, параллельным координатным осям. На рис. 1.9 показаны диметрические проекции окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных координатным. Эллипсы в плоскостях xOy и yOz подобны. Около осей и изображенных диаметров эллипсов записаны приведенные показатели искажения для этих направлений. Эллипсы рекомендуется вычерчивать с помощью лекал по точкам, найденным на их осях и указанных диаметрах. В плоскостях xOy и yOz для построения эллипсов желательно использовать их симметрию относительно осей. На рис. 1.9 выделены точки, используемые для построения эллипсов, в том числе точки, полученные благодаря симметрии.

Для отображения внутренней формы детали строят её аксонометрию с вырезом, осуществляемым двумя, тремя или большим числом секущих плоскостей, параллельных координатным плоскостям, причем эти секущие плоскости могут отличаться от тех плоскостей, которые использовались на техническом чертеже этого предмета (рис. 1.2). В аксонометрии, как правило, не применяются полные разрезы, при которых пропадает хотя бы одно из трех главных измерений предмета (длина, ширина, высота), что лишает изображение наглядности - главного преимущества аксонометрии. Невидимые части предмета штриховыми линиями в аксонометрии показывать не рекомендуется.

Фигуры сечения, лежащие в плоскостях разреза, штрихуются. Для определения направления штриховки на осях x и z откладывают какой-то отрезок b , а на оси y - половину этого отрезка. Линии, соединяющие концы отрезков, определяют направление штриховки для соответствующих плоскостей (рис. 1.9).

Заметим в заключение, что в аксонометрических чертежах не имеют место условности, которые используют при выполнении технических чертежей: не производят поворот в плоскость разреза отверстий, расположенных на круглых фланцах; делается штриховка в продольных разрезах тонких стенок - ребер жесткости.

2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 “СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ”

2.1. Цель и содержание РГР №2

Данная РГР выполняется только студентами механических специальностей.

Работа затрагивает инженерные вопросы, касающиеся применения резьб и резьбовых соединений. Она предусматривает изучение конструктивных особенностей некоторых крепежных резьбовых деталей и их соединений, зависящих от назначения и эксплуатации.

Цель данной работы:

1. Изучить правила изображения и обозначения метрической резьбы.
2. Изучить правила изображения крепежных деталей и их соединений.
3. Приобрести умения и навыки по оформлению, выполнению и чтению сборочных чертежей соединений деталей.

В таблице 2.1 приведены одиннадцать вариантов заданий на РГР №2. Одиннадцатый вариант будет в дальнейшем использоваться как задание для примера выполнения РГР №2.

РГР №2 выполняется на двух форматах А3, расположенных горизонтально. На первом листе формата А3 выполняется чертеж болта и соединения болтом, на втором листе формата А3 выполняется чертеж шпильки, соединения шпилькой и изображения, показывающие последовательность изготовления глухого резьбового отверстия под шпильку в детали. Оба чертежа рекомендуется выполнять в масштабе 1:1. Примеры выполнения листов показаны на рис. 2.11 и рис. 2.15.

Перед выполнением задания необходимо изучить стандарты ЕСКД: ГОСТ 2.311-68, ГОСТ 2.312-68, ГОСТ 2.313-68, ГОСТ 2.315-68, а также учебные материалы, касающиеся видов резьб, их образования и изготовления; элементы резьбы; условное изображение и обозначение стандартных резьб.

2.2. Резьба и резьбовые соединения

В машиностроении и строительстве широкое применение имеют резьбы. Они предназначены для преобразования движения (вращательного в поступательное или наоборот) и для соединения отдельных деталей в сборочные единицы.

ГОСТ 11708-82 устанавливает термины и определения основных понятий для цилиндрических и конических резьб.

Резьба - поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Цилиндрическая резьба - резьба, образованная на цилиндрической поверхности. Коническая резьба - резьба, образованная на конической поверхности.

Резьба наружная - резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности.

Резьба внутренняя - резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью и выполняется на поверхности отверстия.

Варианты заданий на РГР №2 “Соединения деталей”

Таблица 2.1

№ вар.	Соединение болтовое				Соединение шпильчное					
	Болт		Детали		Диаметр резьбы d	Шпилька		Шаг резьбы гаечн. конца P_2	Детали	
	Диаметр резьбы d	Шаг резьбы P	B_1	B_2		Шаг резьбы винч. конца P_6	Шаг резьбы гаечн. конца P_2		B	Материал станыны
1	14	мелкий	20	30	27	крупный	мелкий	75	сталь	
2	16	крупный	25	35	24	мелкий	крупный	60	чугун	
3	18	мелкий	35	40	22	крупный	мелкий	65	бронза	
4	20	крупный	25	40	18	мелкий	крупный	70	латунь	
5	22	мелкий	40	35	16	крупный	мелкий	55	чугун	
6	24	крупный	35	20	14	мелкий	крупный	75	сталь	
7	27	мелкий	30	35	22	мелкий	крупный	85	чугун	
8	18	крупный	40	25	20	крупный	мелкий	60	бронза	
9	20	мелкий	45	20	27	мелкий	крупный	70	латунь	
10	16	мелкий	20	40	24	крупный	мелкий	65	сталь	
11	24	крупный	20	30	20	крупный	мелкий	50	чугун	

Профиль резьбы - плоский контур выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения (на рис. 2.1 профиль резьбы треугольный).

Сбеги резьбы x - участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на которой резьба имеет неполный профиль (рис. 2.1).

Номинальный диаметр резьбы d - диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее образовании (рис. 2.1).

Шаг резьбы p - расстояние по линии параллельной оси резьбы, между средними точками ближайших одноименных сторон ее профиля, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (рис. 2.1).

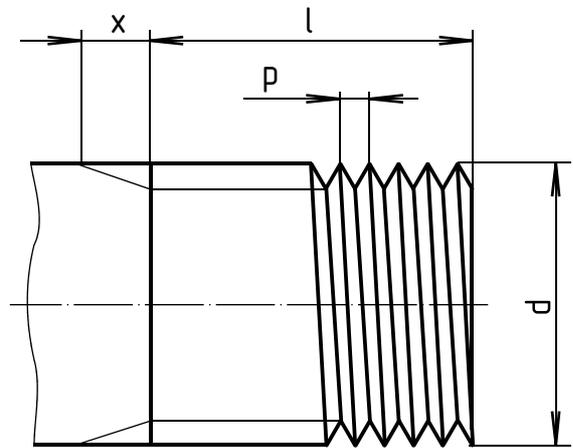


Рис. 2.1

Обычно на конце стержня или в начале отверстия с резьбой делается *фаска* - поясик конической поверхности (рис. 2.3 - рис. 2.5). Фаска улучшает “забор” металла режущим инструментом вначале резания резьбы, предохраняет начало резьбы от смятия ее витков и придает направление ввертываемой или наворачиваемой детали.

Резьба, образованная одним выступом резьбы, называется *однозаходной*, а двумя или более равномерно расположенными выступами - *многозаходной*.

Резьба предназначена для соединения двух деталей, условно называемых винтом и гайкой. Цель соединения - либо перемещать одну деталь в направлении оси винта путем вращения другой, либо создавать в этом направлении значительное усилие. В ряде случаев эти цели объединяются. Обычно профиль резьбы на гайке делается таким же, как и на винте. При соединении деталей витки винтового выступа винта заполняют пространство между витками выступа гайки и наоборот. Вращение винта, удерживаемого при этом от поступательного перемещения вдоль оси, создает силу, перемещающую гайку (удерживаемую от вращательного движения) вдоль этой оси. Вращение гайки, наоборот, дает поступательное движение винту.

Чем больше шаг винта, тем на большее расстояние при одном обороте перемещается гайка. Чем меньше шаг, тем меньше усилие надо приложить к винту для перемещения гайки и тем больше давление окажет гайка на деталь, пришедшую с ней в соприкосновение.

Резьбы классифицируются по разным признакам:

- *по направлению* - левая (резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя), и правая (резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя);

- по профилю резьбы последние подразделяются на: треугольную (рис.2.2,а), трапецидальную равнобочную (рис. 2.2,б), трапецидальную неравнобочную (рис. 2.2,в), прямоугольную (рис. 2.2,г) и круглую (рис. 2.2д);

- по назначению - крепежные и ходовые. Крепежные резьбы применяют для соединения деталей конструкций машин и механизмов. Ходовые резьбы используют для передачи движения.

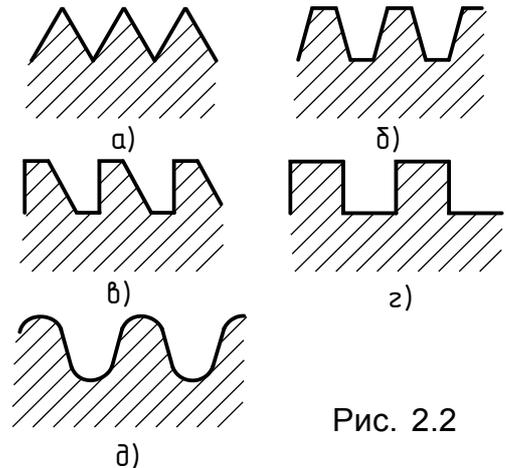


Рис. 2.2

Наиболее распространенная крепежная резьба - метрическая. Она стандартизована (ГОСТ 9150-81 и 8724-81) и имеет профиль равностороннего треугольника. Основные параметры метрической резьбы - *наружный диаметр* и *шаг* в мм. При одном и том же наружном диаметре резьба может иметь различный шаг. Наибольший шаг резьбы называют *крупным*. Резьба с крупным шагом подвергается меньшему износу. Резьба с мелким шагом позволяет тоньше регулировать силу затяжки крепежа и может нарезаться на тонкостенных деталях.

В трубопроводах используют трубную цилиндрическую резьбу (ГОСТ 6357-81), имеющую профиль равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° и выполняемую со скругленными выступами и впадинами. В системах с повышенным давлением применяют трубную коническую резьбу (ГОСТ 6211-79).

Трапецидальная резьба (ГОСТ 9483-75) и прямоугольная (не стандартизована) резьба применяются в грузоподъемных машинах при передаче усилия (трапецидальная) или движения (прямоугольная). Резьба упорная (ГОСТ 10177-72) используется для передачи винтом усилия в одном направлении. Обычно она имеет профиль неравнобочной трапеции.

2.3. Изображение и обозначение резьбы на чертежах

На чертежах резьба, как правило, изображается условно, так как изображение ее действительной формы очень трудоемко.

По ГОСТ 2.311-68 резьба на стержне изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями - по внутреннему (рис. 2.3). Тонкую линию на виде, полученном проецированием вдоль оси винта, проводят не полностью (приблизительно $3/4$ длины окружности). На этом же виде не изображается фаска.

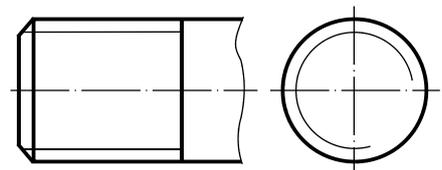


Рис. 2.3

Окончание резьбы показывается основной линией, соответствующей концу резьбы полного профиля, т.е. без сбега. При необходимости длину сбега показывают, как на рис. 2.5,а.

Резьба в отверстии изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими - по наружному (рис. 2.4). Тонкую линию на виде, полученном проецированием вдоль оси, изображают не полностью (приблизительно 3/4 длины окружности). На этом виде фаска не изображается.

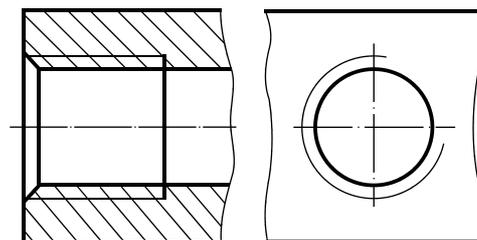


Рис. 2.4

Конец резьбы в отверстии (без сбега) показывается линией видимого контура, которая доводится до линий наружного диаметра резьбы (до тонких линий). При необходимости длину сбега показывают как на рис. 2.5, б).

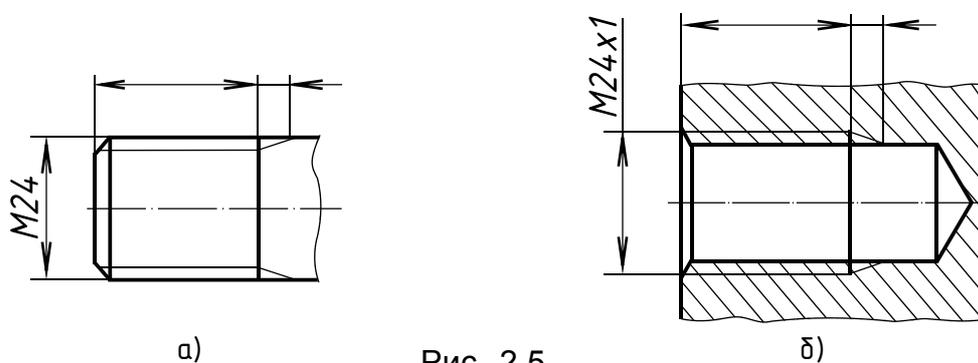


Рис. 2.5

В резьбовых соединениях резьба также показывается условно так, как она выполняется на стержне (винте). Поэтому на разрезах резьбовых соединений резьба на стержне показывается полностью, а в отверстиях показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 2.6). При изображении резьбового соединения в разрезе стержень, не имеющий полостей, не штрихуют (рис. 2.6).

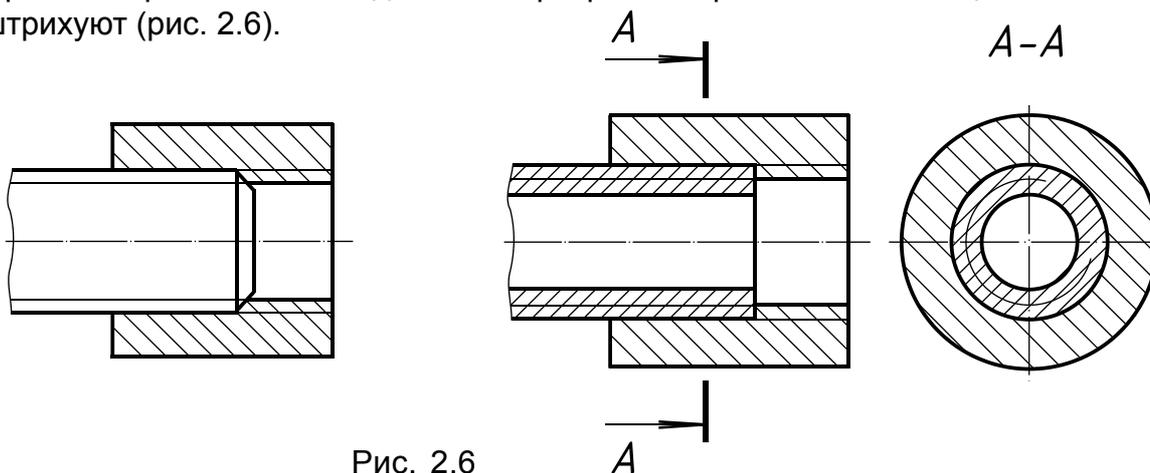


Рис. 2.6

На чертеже метрическая резьба задается своим основным параметром - наружным диаметром. Перед числом пишется буква "М". Крупный шаг резьбы не наносится (рис. 2.5, а). В обозначении резьбы с мелким шагом указывают помимо наружного диаметра также и величину шага, поскольку у мелкой резьбы шаг может быть различным при одном и том же диаметре резьбы, например, M24x1, как на рис. 2.5, б).

2.4. Соединения крепежными резьбовыми деталями

Стандартными основными крепежными деталями резьбовых соединений являются болт, винт, шпилька, гайка и шайба.

Болты применяют для соединения двух или более деталей.

В соединяемых деталях выполняют соосные отверстия, в которые свободно проходит стержень болта (рис. 2.7). Детали зажимаются с одной стороны головкой болта, с другой - гайкой и шайбой. Шайба служит для защиты поверхности детали от повреждений при завинчивании гайки или для предотвращения самопроизвольного отвинчивания гайки в процессе эксплуатации соединения (стопорные шайбы).

На рис. 2.7 изображено болтовое соединение, которое может рассматриваться как простейший сборочный узел. На сборочных чертежах и чертежах общего вида в зависимости от масштаба болтовые соединения изображаются упрощенно (рис. 2.8) или условно. При упрощенном изображении зазоры между стержнем и отверстием не показывают. Дуги скругления фасок на головке болта и гайки, а также фаски на стержне не вычерчивают. Линию границы резьбы на стержне не показывают, а тонкую линию внутреннего диаметра резьбы проводят по всей длине стержня болта. В учебных целях в РГР №2 для проработки конструктивных элементов болта и болтового соединения они показываются без упрощения.

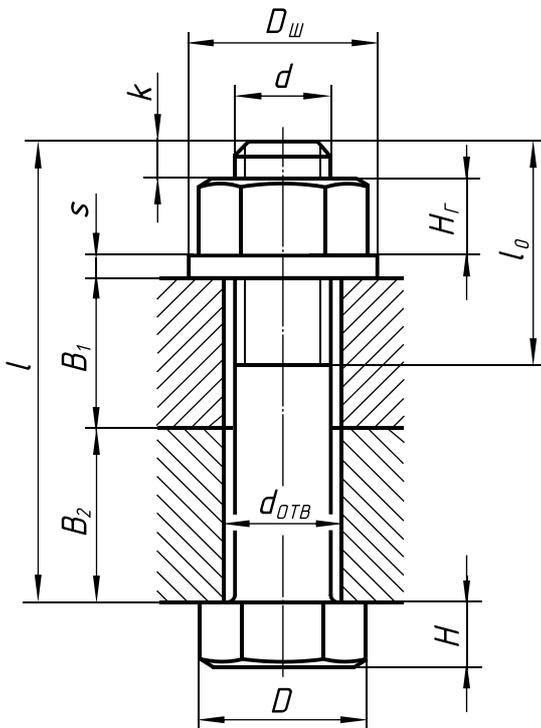


Рис. 2.7

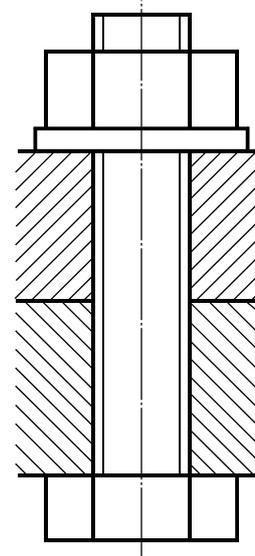


Рис. 2.8

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Одним нарезанным концом, называемым *посадочным*, шпилька ввинчивается в гнездо детали, а на резьбу другого конца навинчивается гайка.

Шпилька соединяет две детали, в одной из которых имеется сквозное гладкое отверстие, в другой - глухое резьбовое, резьба которого соответствует резьбе винчиваемого конца шпильки (рис. 2.9). Соединение шпилечное применяется в случае конструктивной нецелесообразности или невозможности применения соединения болтового (например, невозможно выполнение сквозного отверстия в одной из деталей).

На сборочных чертежах и чертежах общего вида в зависимости от масштаба шпилечное соединение также показывают упрощенно (рис. 2.10) или условно. В учебных целях в РГР №2 для проработки конструктивных элементов шпильки и шпилечного соединения они показываются без упрощения.

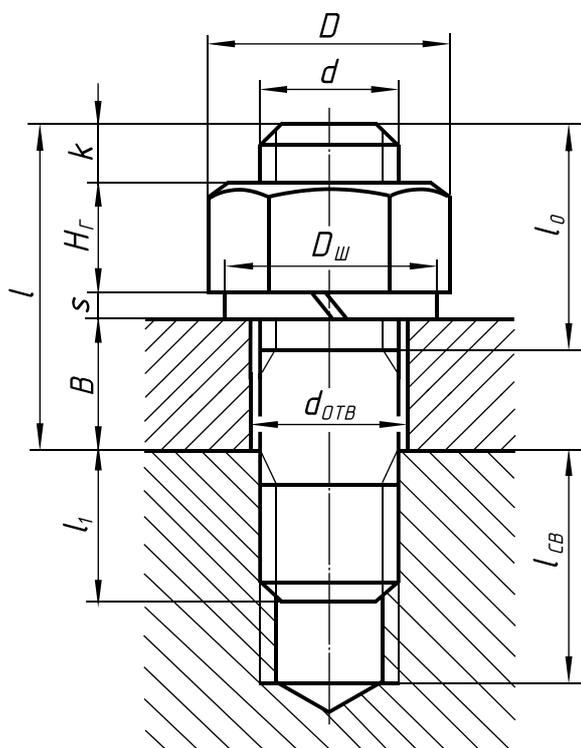


Рис. 2.9

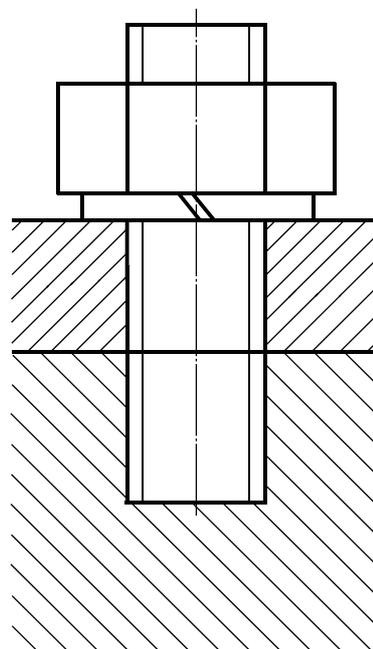


Рис. 2.10

2.5. Пример выполнения соединения болтового

Рассмотрим пример выполнения соединения болтового, используя данные варианта №11 (табл. 2.1), в котором все числа приведены в мм.

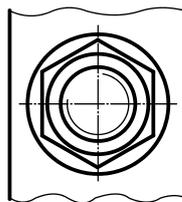
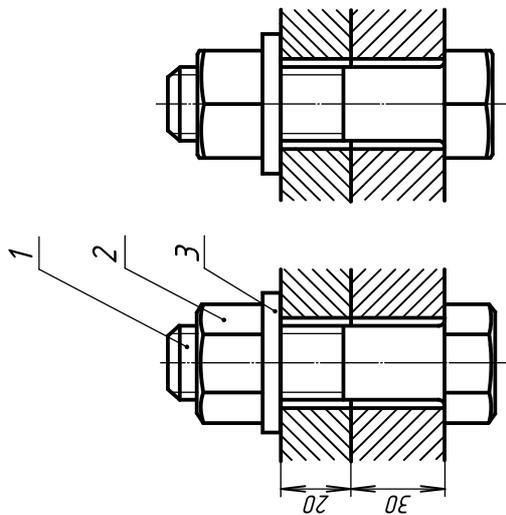
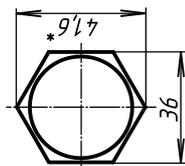
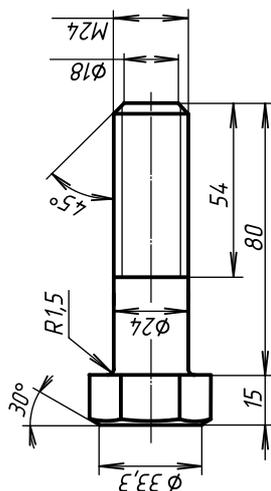
Согласно заданию в болтовое соединение входят:

- болт по ГОСТ 7798-70*;
- гайка по ГОСТ 5915-70* исполнения 2;
- шайба нормальная по ГОСТ 11371-78* исполнения 1.

Заданными параметрами для каждого варианта являются диаметр резьбы болта d , указание о шаге этой резьбы p и толщины соединяемых деталей B_1 и B_2 (рис. 2.7). Для 11-го варианта $d = 24$, шаг резьбы p - крупный, $B_1 = 20$, $B_2 = 30$ (см. табл. 2.1).

40.02.011.001

Обозначение	БОЛТ										ГАЙКА		ШАЙБА			
	d	d ₁	p	d _{вн}	d ₂	l	l ₀	S	D	D ₁	H	r	H _г	d _ш	D _ш	S
Размер по ГОСТ	24	24	3	20,75	18	80	54	36	41,6	33	15	1,5	19	25	44	4



1. Болт М24х80 ГОСТ 7798-70*
2. Гайка 2М24 ГОСТ 5915-70*
3. Шайба 24 ГОСТ 11371-78*

* Размер для справок

40.02.011.001		Масштаб		1:1	
Соединение болтовое		Лист 1		Листов 2	
Разработ.		Провер.		МАДИ(ГТУ) 13А_	

Рис. 2.11

Работа начинается с заполнения таблицы (рис. 2.11), в которой в мм приведены стандартные параметры крепежных изделий, входящих в болтовое соединение. Значения этих параметров приведены в справочниках по машиностроительному черчению, а некоторые из них в данном пособии.

Из таблицы “Основные размеры болтов с шестигранной головкой по ГОСТ 7798-70* (см. справочник) по заданному диаметру резьбы $d = 24$ подбирают и заносят в таблицу значения следующих параметров: крупного шага резьбы $p = 3$, диаметра стержня $d_1 = 24$, размера “под ключ” головки болта $S = 36$, высоты головки болта $H = 15$, радиуса скруглений под головкой болта $r = 0,8-2,2$ (обычно берется среднее значение, которое в примере составляет 1,5). “Скругление” под опорной поверхностью болта повышает его прочность.

Внутренний диаметр метрической резьбы $d_{ВН} = 20,75$ определяется в зависимости от наружного диаметра резьбы d и шага p (табл. 2.2 пособия, ГОСТ 12414-81) или по формуле $d_{ВН} = d - 1,08p$.

Размеры фасок на концах болтов, винтов и шпилек рекомендуется проставлять так, как показано на рис. 2.12. Диаметр d_2 окружности фаски зависит от наружного диаметра резьбы d . Его значения также устанавливает ГОСТ 12414-81 (см. табл. 2.3 пособия). В нашем случае $d_2 = 18$.

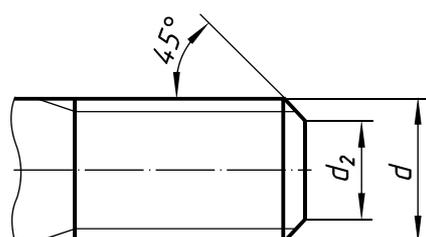


Рис. 2.12

Таблица 2.2

d	$d_{ВН}$ (крупный шаг)	$d_{ВН}$ (1-й мелкий шаг)
6	4,92	5,19
8	6,65	6,92
10	8,33	8,65
12	10,11	10,38
14	11,84	12,38
16	13,84	14,38
18	15,29	15,84
20	17,29	17,84
22	19,29	19,84
24	20,75	21,84
27	23,75	24,84
30	26,21	26,75
33	29,21	29,75
36	31,67	32,75
39	34,67	35,75
42	37,13	37,67
45	40,13	40,67
48	42,59	43,67

Таблица 2.3

d	d_2
6	4,0
8	5,5
10	7,0
12	8,5
14	10,0
16	12,0
18	13,0
20	15,0
22	17,0
24	18,0
27	21,0
30	23,0
33	26,0
36	28,0
39	30,0
42	32,0
45	35,0
48	38,0

Для построения изображения шестигранной головки болта необходимо знать диаметр D описанной вокруг головки болта окружности и диаметр D_1 окружности основания конической фаски (рис. 2.11 и рис. 2.13). Значение D определяется из выражения $D = 2S/\sqrt{3}$ ($D = 41,61$), а величина D_1 лежит в пределах $(0,9-0,95)S$. Для упрощения построений можно рекомендовать брать диаметр D_1 , равный целому числу: $D_1 = 33$.

Значения параметров d_{BH} , d_2 , D и D_1 также заносятся в таблицу на рис.2.11.

Длина болта l (рис. 2.7) определяется по формуле: $l = B_1 + B_2 + H_r + s + k$, где: H_r - высота гайки; s - толщина шайбы; k - запас длины резьбы ($k \approx 0,3d = 0,3 \times 24 = 7,2$).

Высоту гайки H_r находят по справочнику из таблицы “Гайки шестигранные по ГОСТ 5915-70*” ($H_r = 19$). Необходимые для вычерчивания гайки параметры S - размер “под ключ”, D - диаметр описанной окружности и D_1 - диаметр основания конической фаски равны соответствующим параметрам головки болта и поэтому в таблицу на рис. 2.11 не заносятся.

Для шайбы исполнения 1 по данному параметру $d = 24$ по справочнику из таблицы “Шайбы нормальные по ГОСТ 11371-78*” помимо толщины шайбы $s = 4$ находят внутренний диаметр шайбы $d_1 = 25$ и наружный ее диаметр $d_2 = 44$. Чтобы не путать эти параметры с диаметром стержня болта d и диаметром d_2 фаски на конце болта в таблице на рис. 2.11 внутренний диаметр шайбы обозначен $d_{ш}$, а наружный - $D_{ш}$.

После нахождения значений параметров H_r и s определяем длину болта $l = 20 + 30 + 19 + 4 + 7,2 = 80,2$. Однако длина болта - величина стандартная, поэтому окончательно длина l берется из таблиц ГОСТов по справочнику как ближайший размер к рассчитанному. В нашем случае принимаем $l = 80$.

Длина нарезки резьбы l_0 (рис. 2.7) зависит от диаметра резьбы d и длины болта l и находится по справочнику из таблиц ГОСТов, по которым определялась длина болта l . Для $d = 24$ и $l = 80$ длина $l_0 = 54$.

Заполнив таблицу на рис. 2.11, под ней выполняют два изображения болта, после чего на них в соответствии с ГОСТ 7798-70* и ГОСТ 2.307-68 про-ставляют его размеры. При выполнении чертежа болта независимо от его рабочего положения болт располагают так, чтобы его ось была параллельна основной надписи.

На этом этапе работы могут возникнуть сложности, связанные с построением проекций головки болта. Поэтому рассмотрим этот вопрос подробнее, используя для этого рис. 2.13, на котором в увеличенном масштабе показаны три проекции головки болта.

Будем считать, что головка болта имеет форму правильной шестигранной призмы высотой H и построим три ее проекции. Эту часть построений начинают с построения вписанного в окружность диаметром D правильного шестиугольника, в который проецируется призма на плоскость проекций, перпендикулярную

оси болта (на рис.2.13 это изображение на профильную плоскость проекций Π_3). Окружность используют для нахождения вершин шестиугольника путем деления ее циркулем на 6 равных частей с расположением вершин (точек деления) так, как это показано на рис. 2.13. В вершины шестиугольника проецируются ребра призмы головки болта.

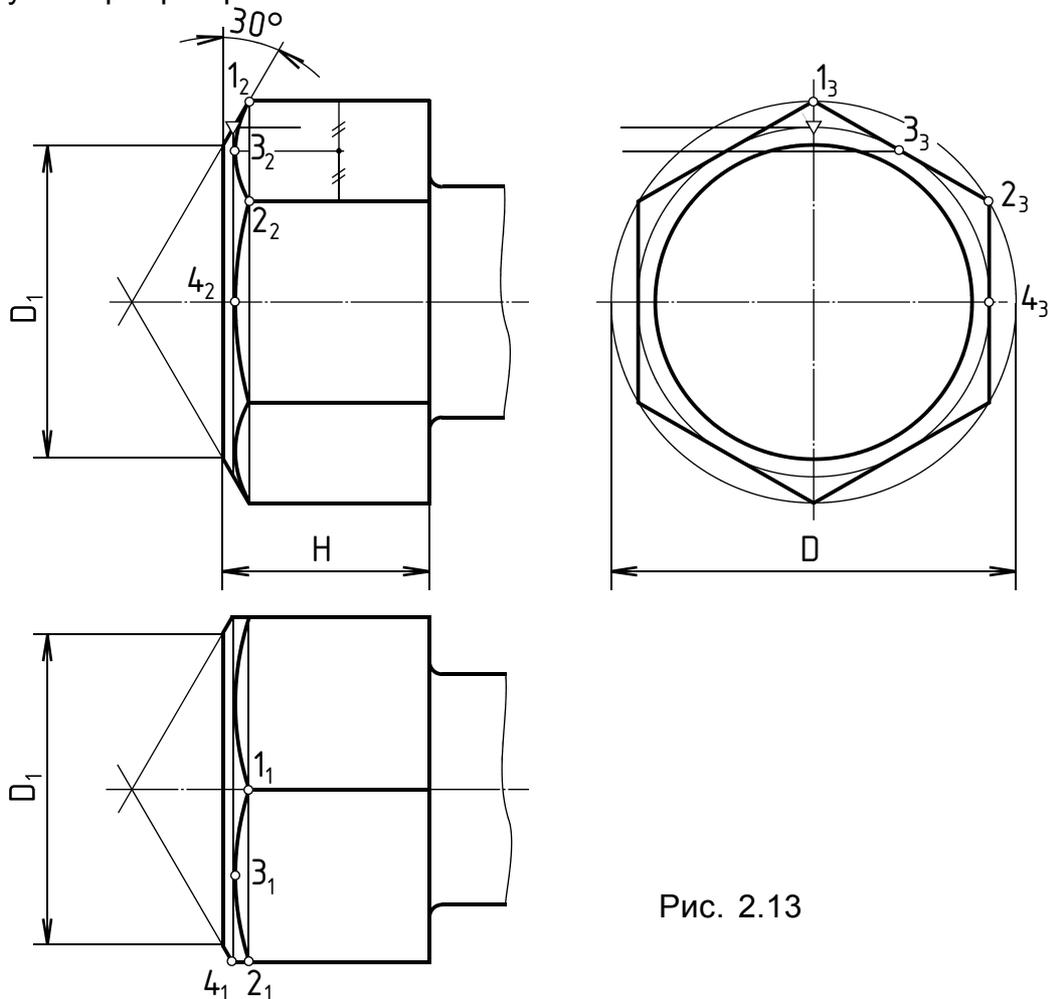


Рис. 2.13

Однако на головке болта с внешней стороны выполняется коническая фаска, основанием которой является окружность диаметром D_1 . Поэтому строим проекции этой окружности, которая проецируется на Π_3 в окружность, а на Π_2 и Π_1 - в отрезки (рис. 2.13). Из концов этих отрезков проводим проекции контурных образующих конуса фаски под углом 30° .

Поверхность конуса фаски пересекается гранями призмы, параллельными оси конуса, по дугам гипербол. Проекция каждой из дуг строятся по трем точкам: двум на ребрах призмы (точки 1 и 2) и вершин (точка 3) на средней линии каждой грани. Положение точек на ребрах определяется положением проекции 1_2 точки 1 - точки пересечения ребра призмы и контурной образующей конуса. Положение вершин проекций дуг гипербол может быть определено по положению проекции 4_1 точки 4 - точки пересечения проекции контурной линии конуса с передней гранью призмы, проецирующейся на Π_1 в прямую (на середине каждой грани на одной линии связи с точкой 4_1 лежат вершины проекций дуг гипербол на Π_2 и Π_1).

Положение вершин проекций дуг гипербол может быть также определено по проекциям 3_3 или 4_3 точек гипербол 3 или 4 - точек, лежащих на серединах граней призмы, проекции которых ищутся с помощью проекций окружности конуса, касающейся граней призмы и проецирующейся на Π_3 в окружность, а на Π_2 и Π_1 - в отрезки.

Построив по три точки для проекций дуги каждой гиперболы, с помощью лекал проводят через эти точки указанные проекции. Дуги гипербол могут быть заменены дугами окружностей, проходящих через три найденные точки.

Проекции шестигранной гайки строятся аналогично.

На заключительном шаге вычерчивают сборочный чертеж узла - соединения болтового. Все размеры для вычерчивания соединения приведены в таблице (рис.2.11). Заметим, что отверстия под болт $d_{отв}$ в соединяемых деталях делаются несколько большего диаметра, чем диаметр болта: $d_{отв} = 1,1 \times d = 26,4$ (рис. 2.7 и рис. 2.11). На главном виде крепежные изделия располагают так, чтобы на нем изображались по три грани болта и гайки (рис.2.11).

В заключении на свободном месте чертежа в виде спецификации в алфавитном порядке записывают условные обозначения вошедших в соединение болта, гайки и шайбы, а на одном из изображений сборочного чертежа (желательно на главном) проставляют на полках выносных линий номера их позиций в соответствии с их номерами в спецификации.

1. Болт $M24 \times 80$ ГОСТ 7798-70* - болт исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 24$ мм, с крупным шагом, длиной $l = 80$ мм.

2. Гайка $2M24$ ГОСТ 5915-70* - гайка исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 24$ мм, с крупным шагом.

3. Шайба 24 ГОСТ 11371-78* - шайба исполнения 1, с диаметром крепежной детали $d = 24$ мм.

2.6. Пример выполнения соединения шпилечного

Рассмотрим пример выполнения шпилечного соединения, используя данные варианта №11 (табл. 2.1).

Согласно заданию в шпилечное соединение входят:

- шпилька общего применения нормальной точности;
- гайка по ГОСТ 5915-70* исполнения 2;
- шайба пружинная нормальная по ГОСТ 6402-70*.

Заданными для каждого варианта также являются диаметр резьбы шпильки d , указание о шаге резьбы ввинчиваемого и гаечного концов шпильки, толщина соединяемой детали B (рис. 2.9), материал детали, в которую ввинчивается шпилька. Для 11-го варианта диаметр резьбы: $d = 20$; шаг резьбы ввинчиваемого конца шпильки - крупный, гаечного - мелкий; толщина соединяемой детали $B = 50$; материал детали, в которую ввинчивается шпилька - чугун.

В зависимости от точности и материала детали, в которую ввинчивается шпилька, конструкция и размеры шпилек общего применения приведены в ГОСТ 22032-76 - 22038-76.

В данной работе ограничимся рассмотрением шпилек нормальной точности по ГОСТ 22032-76, вворачиваемых в детали из стали, бронзы, и латуни; по ГОСТ 22034-76, вворачиваемых в детали из чугуна; по ГОСТ 22038-76, вворачиваемых в детали из легких сплавов. Шпильки по этим ГОСТам при прочих равных условиях отличаются друг от друга длиной ввинчиваемого (посадочного) резьбового конца l_1 (рис. 2.14):

$l_1 = d$ - шпилька вворачивается в деталь из стали, бронзы или латуни;

$l_1 = 1,25d$ - шпилька вворачивается в деталь из чугуна;

$l_1 = 2d$ - шпилька вворачивается в деталь из легких сплавов.

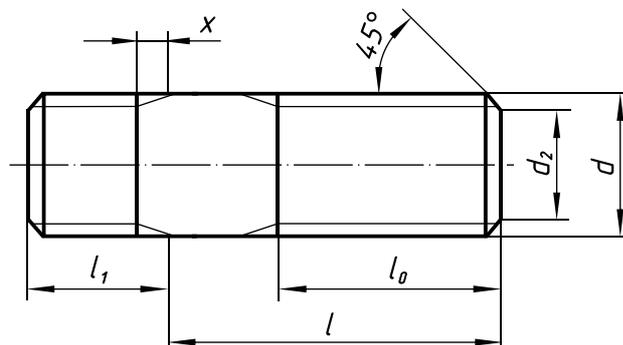


Рис. 2.14

Необходимо отметить, что для рассматриваемых шпилек длина посадочного конца l_1 включает в себя сбеги резьбы x (рис. 2.14).

Остальные основные размеры шпилек по указанным ГОСТам могут браться по ГОСТ 22032-76, данные по которому обычно приводятся в справочниках.

Таким образом, в примере используется шпилька по ГОСТ 22034-76, так как по условию она вворачивается в деталь из чугуна.

После того, как установлен ГОСТ для шпильки, следует заполнить таблицу (рис. 2.15).

Для шпильки записываем данный в условии диаметр резьбы $d = 20$ и из справочника по таблице "Основные размеры шпилек общего назначения по ГОСТ 22032-76" находим значения шагов резьбы ввинчиваемого конца шпильки $p_B = 2,5$ и гаечного $p_r = 1,5$, диаметр стержня $d_1 = 20$.

Внутренний диаметр метрической резьбы d_{BH} определяется в зависимости от наружного диаметра резьбы d и шага p по таблице 2.2 пособия (ГОСТ 12414-81) или по формуле $d_1 = d - 1,08p$. Для крупного шага ввинчиваемого конца $d_{BH} = 17,29$ и для мелкого шага гаечного конца $d_{BH} = 17,84$.

Диаметр окружности фаски d_2 (рис. 2.14) зависит от наружного диаметра резьбы d и находится из таблицы 2.3 (ГОСТ 12414-81): $d_2 = 15$.

Длина посадочного конца шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается. Для чугуна - $l_1 = 1,25d = 1,25 \times 20 = 25$. Величина сбегов резьбы x зависит от ее шага и рассчитывается по формуле $x = 2p$: $x = 5$ для

ввинчиваемого конца и $x = 3$ для гаечного.

Длина шпильки l считается без длины ее посадочного конца (рис. 2.9 и рис. 2.14) и определяется по формуле:

$$l = B + H_f + s + k,$$

где: B - заданная толщина присоединяемой детали, H_f - высота гайки и s - толщина шайбы, $k = 0,3d$ - запас резьбы.

Поэтому далее по ГОСТ 5915-70* "Гайки шестигранные (нормальной точности)" по значению наружного диаметра резьбы $d = 20$ находим высоту гайки $H_f = 16$, размер "под ключ" гайки $S = 30$ и рассчитываем величины D и D_1 по формулам, как и на головке болта. Диаметр описанной окружности $D = 34,6$, а диаметр конической фаски $D_1 = 27$.

Затем по ГОСТ 6402-70* "Шайбы пружинные" (см. справочник) выбираем параметры нормальной шайбы: номинальный (внутренний) ее диаметр $d_{ш} = 20,5$ (в ГОСТ он обозначен d), толщину $s = 5$ и параметр $b = s = 5,0$, а также максимальную величину прорези $m_{MAX} = 0,7s = 3,5$ (наружный диаметр шайбы $D_{ш}$ может быть определен так: $D_{ш} = d_{ш} + 2b = 30,5$).

Найденные параметры гайки и шайбы заносим в таблицу и находим расчетную длину шпильки $l = 50 + 16 + 5,5 + 6 = 77,5$. Сравнив расчетную длину шпильки со стандартной длиной ГОСТ 22032-76 (см. справочник), равной длине ближайшего к расчетному стандартного значения: $l = 80$. В зависимости от значений величин $d = 20$ и $l = 80$ из ГОСТ определяем длину резьбы на гаечном конце шпильки $l_p = 46$.

Отверстие (или гнездо) под шпильку обычно бывает глухим. Предварительно сверлом диаметром $d_{св}$ оно сверлится на глубину $l_{св}$, и в нем делается направляющая фаска (см. левое изображение гнезда на рис. 2.15), а затем в отверстии с помощью метчиков на глубину l_p нарезается резьба (правое изображение гнезда на рис. 2.15).

Диаметр сверла $d_{св}$ под определенную резьбу, зависит от материала детали и берется из табл. 2.4, в которой $d'_{св}$ - диаметры сверла для чугуна, бронзы и латуни, а $d''_{св}$ - для стали, алюминия и его сплавов. В примере $d_{св} = 17,1$.

Режущий конец сверла имеет форму конуса с углом при вершине, близким к 120° (угол заточки сверла зависит от материала, в котором сверлится отверстие). Конус, которым заканчивается отверстие, на чертеже вычерчивается с углом 120° и размером не задается.

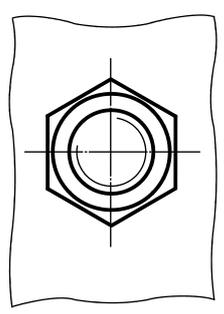
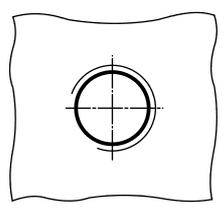
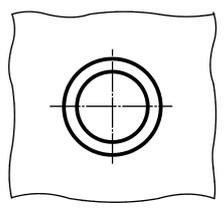
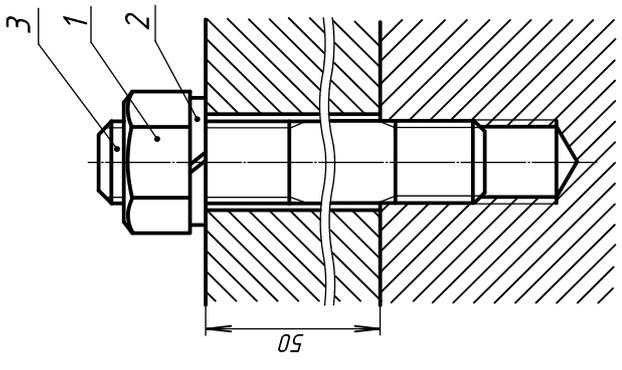
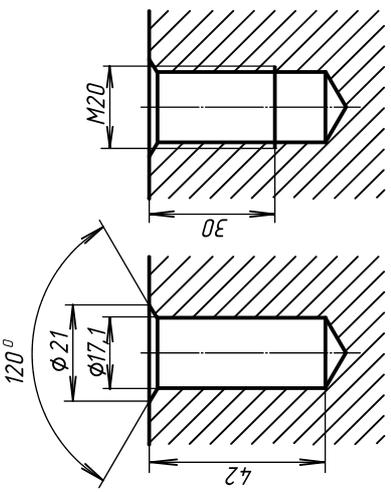
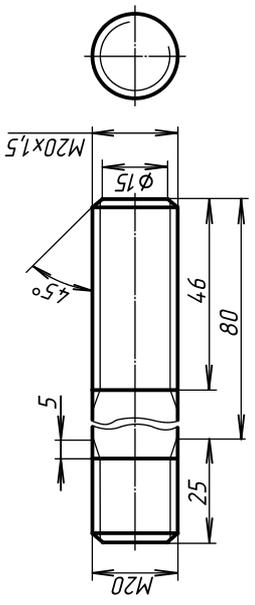
Глубина нарезки резьбы l_p зависит от длины

Таблица 2.4

Резьба М	Диаметр $d'_{св}$	Диаметр $d''_{св}$
6	4,9	5,0
8	6,6	6,7
10	8,3	8,4
12	10,0	10,1
14	11,7	11,9
16	13,7	13,9
18	15,1	15,3
20	17,1	17,3
22	19,1	19,3
24	20,5	21,7
27	23,5	23,7
30	25,9	26,2
33	28,9	29,2
36	31,3	32,6
39	34,3	34,6

40.02.011.002

		ШПИЛЬКА					ГНЕЗДО			ГАЙКА			ШАЙБА									
Обозначение	d	d ₁	p	d _{вн}	d ₂	l ₁	x	l	l ₀	d _{св}	l _{св}	a	l _p	D	D ₁	S	H _r	d _ш	s=b	m	D _ш	
Размер по ГОСТ	20	20	2,5	17,29	15	25	5	80	46	17,1	4,2	12	30	34,6	27	30	16	20,5	5	3,5	30,5	
			1,5	17,84		3																



1. Гайка 2М20х1,5 ГОСТ 5915-70*
2. Шайба 20 ГОСТ 6402-70*
3. Шпилька М20х^{2,5}/_{1,5}х80 ГОСТ 22034-76

40.02.011.002		Масштаб		1:1	
Соединение шпильчное		Подп.		Листов 2	
Разработ		Провер		МАДИ(ГТУ) 13А_	

Рис. 2.15

ввинчиваемого конца шпильки l_1 и сбега резьбы x на этом конце:

$$l_p = l_1 + x = 25 + 5 = 30.$$

Глубина сверления $l_{CB} = l_p + a$, где a - величина недореза резьбы. Дело в том, что инструмент, нарезающий резьбу, имеет заборную часть, обеспечивающую процесс резания. Она не позволяет нарезать полный профиль на всю глубину отверстия, поэтому рабочий размер глубины резьбы меньше глубины отверстия. Нерабочую часть составляет так называемый "недорез". Величина недореза зависит от шага резьбы и определяется по табл. 4.8 пособия: $a = 12$. Соответственно $l_{CB} = 30 + 12 = 42$. Диаметр основания конической фаски d_ϕ в гнезде рассчитывается по формуле $d_\phi = 1,05d = 1,05 \times 20 = 21$.

После заполнения таблицы на рис. 2.15 под ней выполняют два изображения шпильки и в соответствии с ГОСТ 22034-76 и ГОСТ 2.307-68 проставляют ее размеры. Затем вычерчивают отверстие (гнездо) под шпильку, используя параметры гнезда из таблицы на рис. 2.15.

На заключительном этапе вычерчивают сборочный узел - соединение шпилечное в двух проекциях. На главном виде крепежные детали располагают так, чтобы на нем изображались три грани гайки.

Все размеры для вычерчивания соединения приведены в таблице (рис. 2.15).

Заметим, что отверстие под шпильку d_{OTB} в соединяемой детали делается несколько большего диаметра, чем диаметр шпильки: $d_{OTB} = 1,1d = 1,1 \times 20 = 22$ (рис. 2.9 и рис. 2.15).

В заключении на свободном месте чертежа в виде спецификации в алфавитном порядке записывают условные обозначения вошедших в шпилечное соединение гайки, шайбы и шпильки и проставляют на полках выносных линий номера их позиций в соответствии с номерами в спецификации:

1. *Гайка М20 ГОСТ 5915-70** - гайка исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с мелким шагом резьбы $p = 1,5$.

2. *Шайба 24 ГОСТ 11371-78** - шайба нормальная с диаметром крепежной детали $d = 24$ мм.

3. *Шпилька М20х2,5/1,5х80 ГОСТ 22034-76* - шпилька с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом $p = 2,5$ на винчиваемом конце и мелким шагом $p = 1,5$ - на гаечном и длиной $l = 80$ мм.

При выполнении чертежей болта и шпильки и соединения болтового и шпилечного в ряде случаев для обеспечения нормальной компоновки формата следует болт и шпильку и болтовое и (или) шпилечное соединение, как это показано в примере на рис. 2.15, изображать с разрывом, делая последний на участке без резьбы.

3. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 “ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПО ЧЕРТЕЖУ ОБЩЕГО ВИДА СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ”

3.1. Цель и содержание РГР №3

Основными целями РГР №3 являются приобретение и закрепление навыков чтения чертежа общего вида сборочной единицы и выполнение рабочих чертежей деталей по этому чертежу.

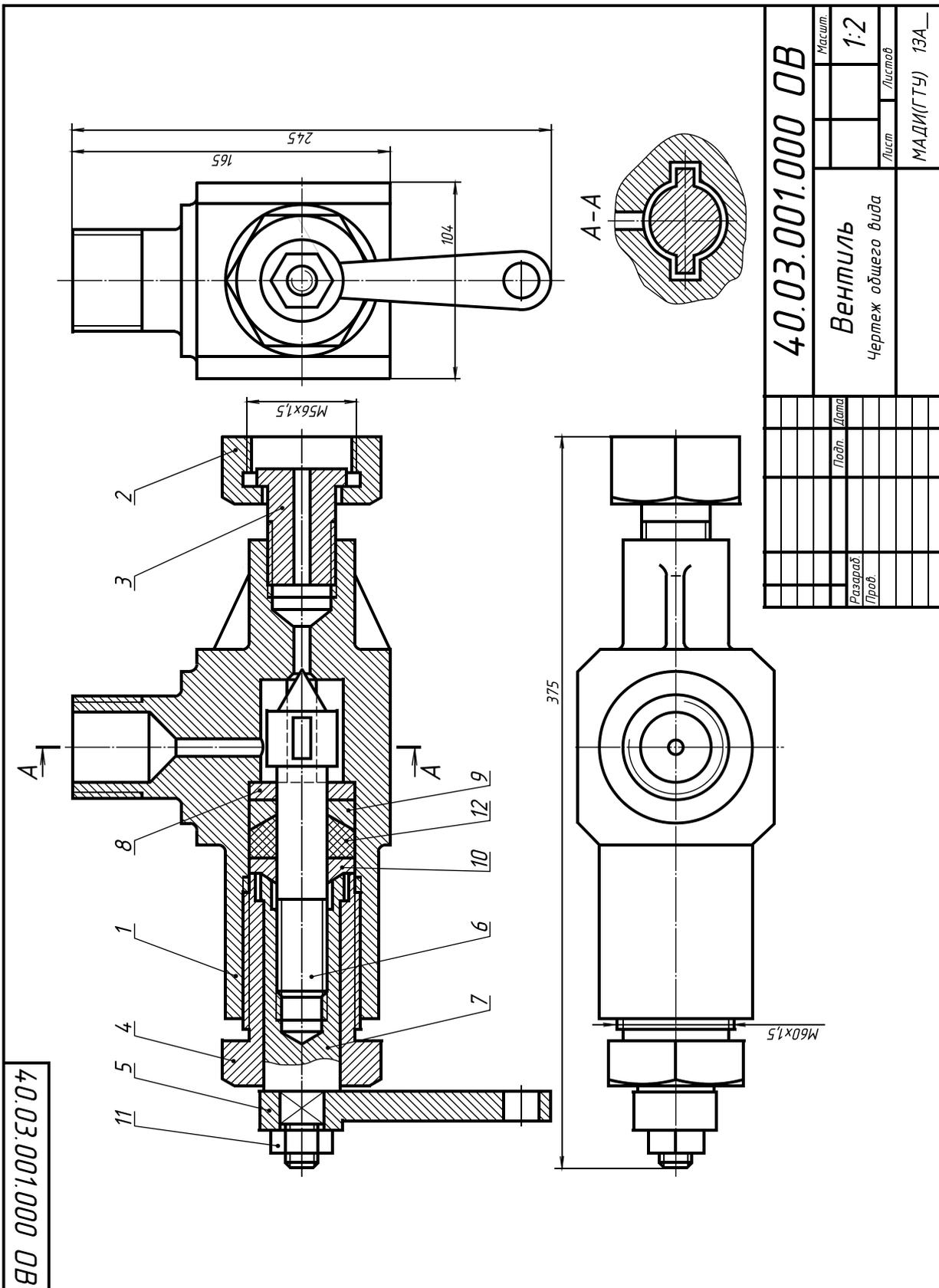
На нижеследующих страницах приведены одиннадцать вариантов заданий на РГР №3. Одиннадцатый вариант будет в дальнейшем использоваться как задание для примера по выполнению РГР№3. Каждый вариант состоит из чертежа общего вида сборочной единицы, спецификации к нему, описания сборочной единицы и указаний того, что необходимо сделать.

Содержание РГР №3:

- чтение чертежа общего вида сборочной единицы;
- выполнение по чертежу общего вида сборочной единицы рабочих чертежей входящих в неё деталей в соответствии с указаниями, данными в описании к чертежу общего вида;
- выполнение аксонометрии указанной в задании детали сборочной единицы (*студенты строительных специальностей аксонометрию не делают*).

Студентам строительных специальностей, не выполняющим РГР “Соединения деталей”, следует ознакомиться с правилами изображения и обозначения резьб и конструктивными элементами резьбы. Для этого следует воспользоваться учебником по машиностроительному черчению, а также просмотреть разделы 2.2, 2.3 и 2.4 данного пособия. Поскольку РГР “Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы” для студентов строительных специальностей является второй работой, то в основной надписи чертежа детали им следует указывать, что это работа 02, а не 03, как это дано на рис. 3.2, 3.3 и 3.4 пособия.

Необходимо подчеркнуть, что выполнение всех РГР по черчению, а данной работы особенно, подразумевает постоянное использование технической литературы - ГОСТов, справочников и учебников по машиностроительному черчению. Откройте учебник и в нем помимо полезных рекомендаций и справочного материала Вы найдете рабочие чертежи и эскизы деталей, сходных с теми, которые входят в Вашу сборочную единицу.



№2

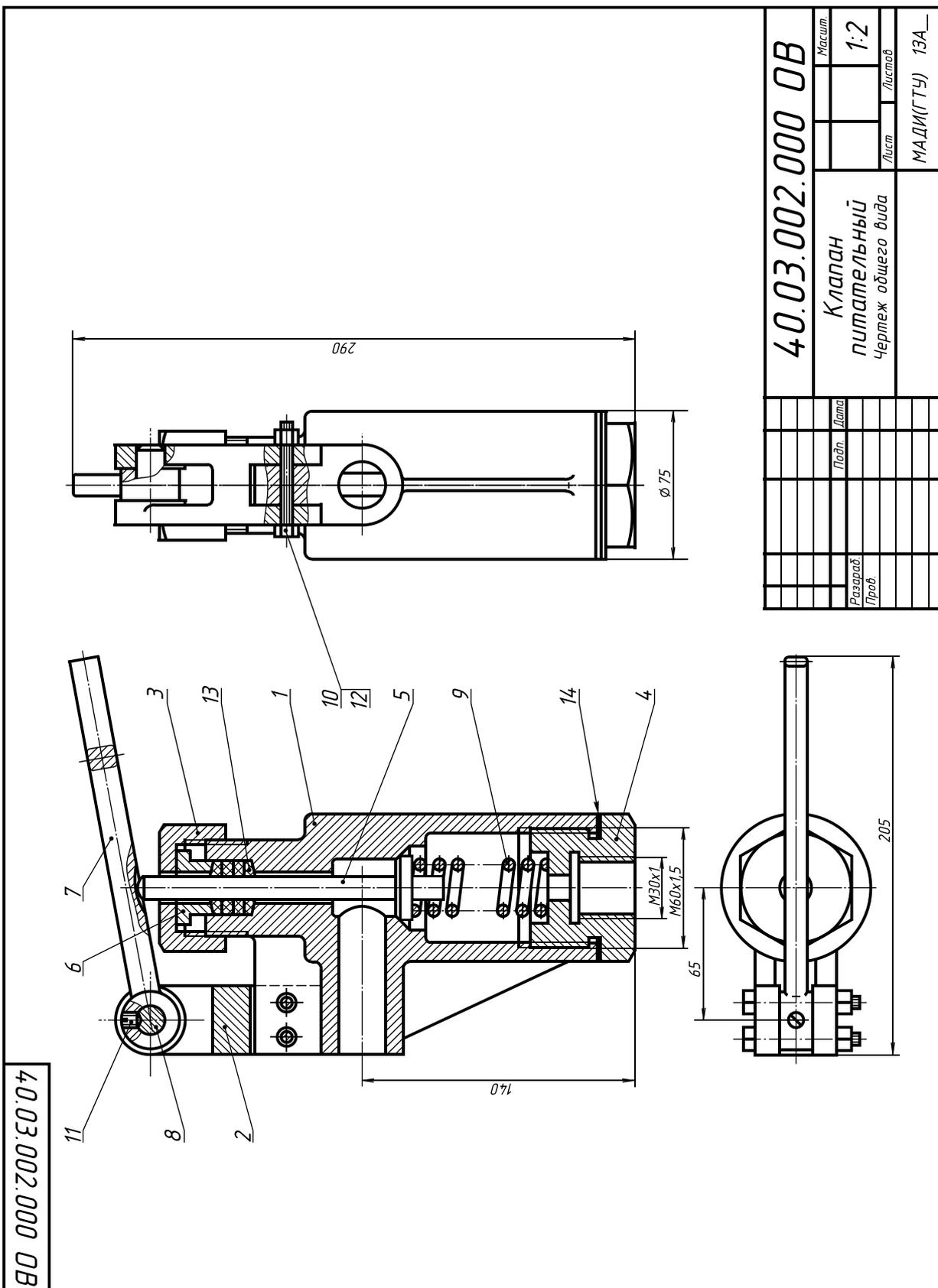
Форм. зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			<i>Документация</i>		
		40.03.002.000 ОВ	Чертеж общего вида		
			<i>Детали</i>		
	1	40.03.002.001	Корпус	1	
	2	40.03.002.002	Вилка	1	
	3	40.03.002.003	Гайка	1	
	4	40.03.002.004	Пробка	1	
	5	40.03.002.005	Клапан	1	
	6	40.03.002.006	Втулка	1	
	7	40.03.002.007	Рычаг	1	
	8	40.03.002.008	Ось	1	
	9	40.03.002.009	Пружина	1	
			<i>Стандартные изделия</i>		
	10		Болт М8х60.58		
			ГОСТ 7798-70	2	
	11		Винт М6х14.58		
			ГОСТ 1476-84	1	
	12		Гайка М8.5		
			ГОСТ 5915-70	2	
	13		Кольцо СГ 23-14-5		
			ГОСТ 6418-81	4	
			<i>Материалы</i>		
	14		Картон Б 3		
			ГОСТ 6659-83	0,1	кг
				40.03.002.000	
				Клапан питательный	
Чертит		Лист	Лист	Листов	
Проб.					

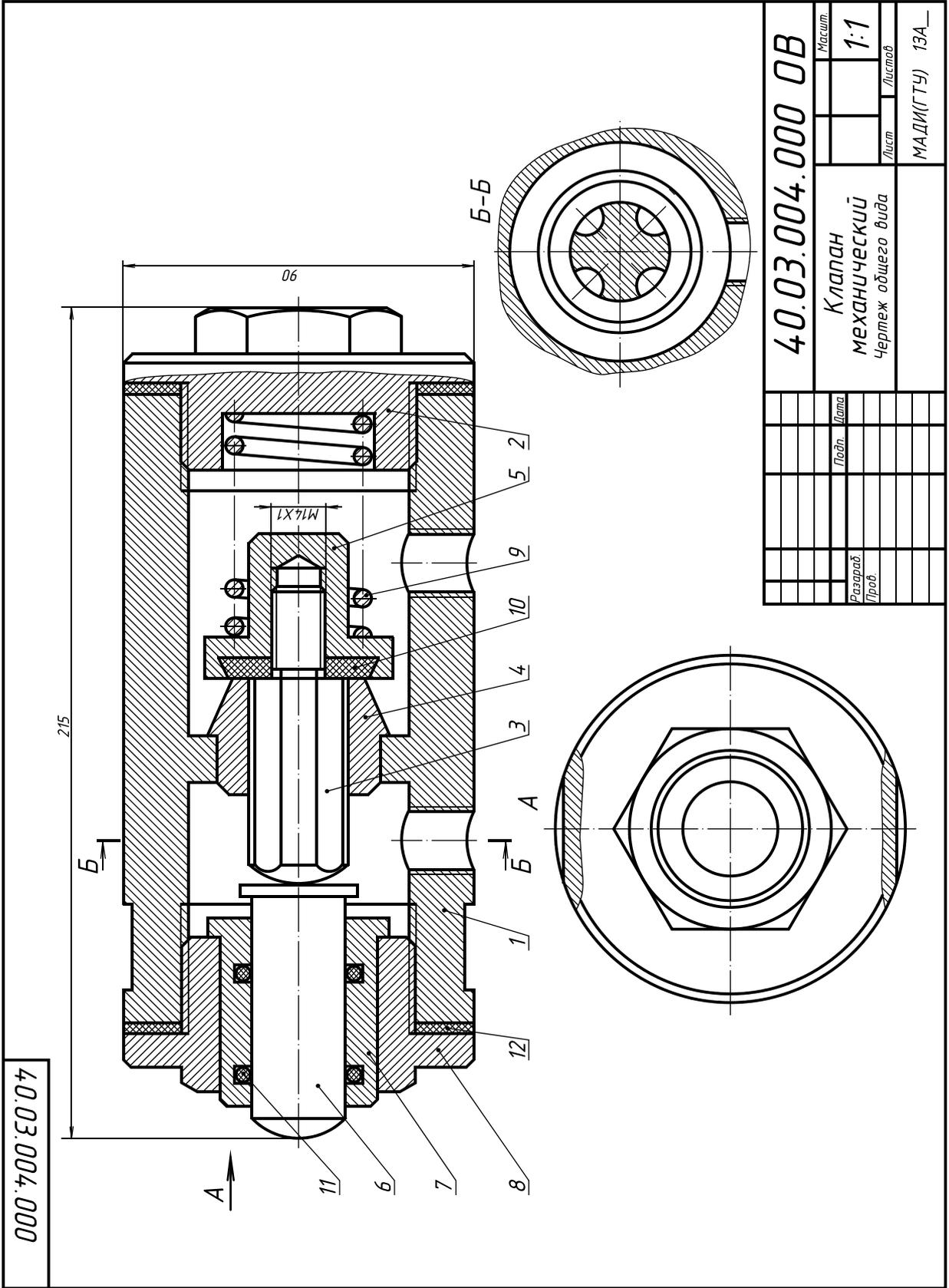
Клапан предназначен для свободного периодического пропуска воды в одном направлении. Для этого нажимают рычаг поз.7, который поворачивается вокруг оси поз.8. Клапан поз.5, плотно притертый к коническому гнезду корпуса поз.1, отойдет от гнезда вниз и откроет проход для воды. Пружина поз.9 при этом будет сжиматься. После снятия усилия с рычага пружина разожмется, в результате чего клапан закроет отверстие. В месте выхода клапана из корпуса предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз.13. Кольца поджимаются втулкой поз.6 и гайкой поз.3.

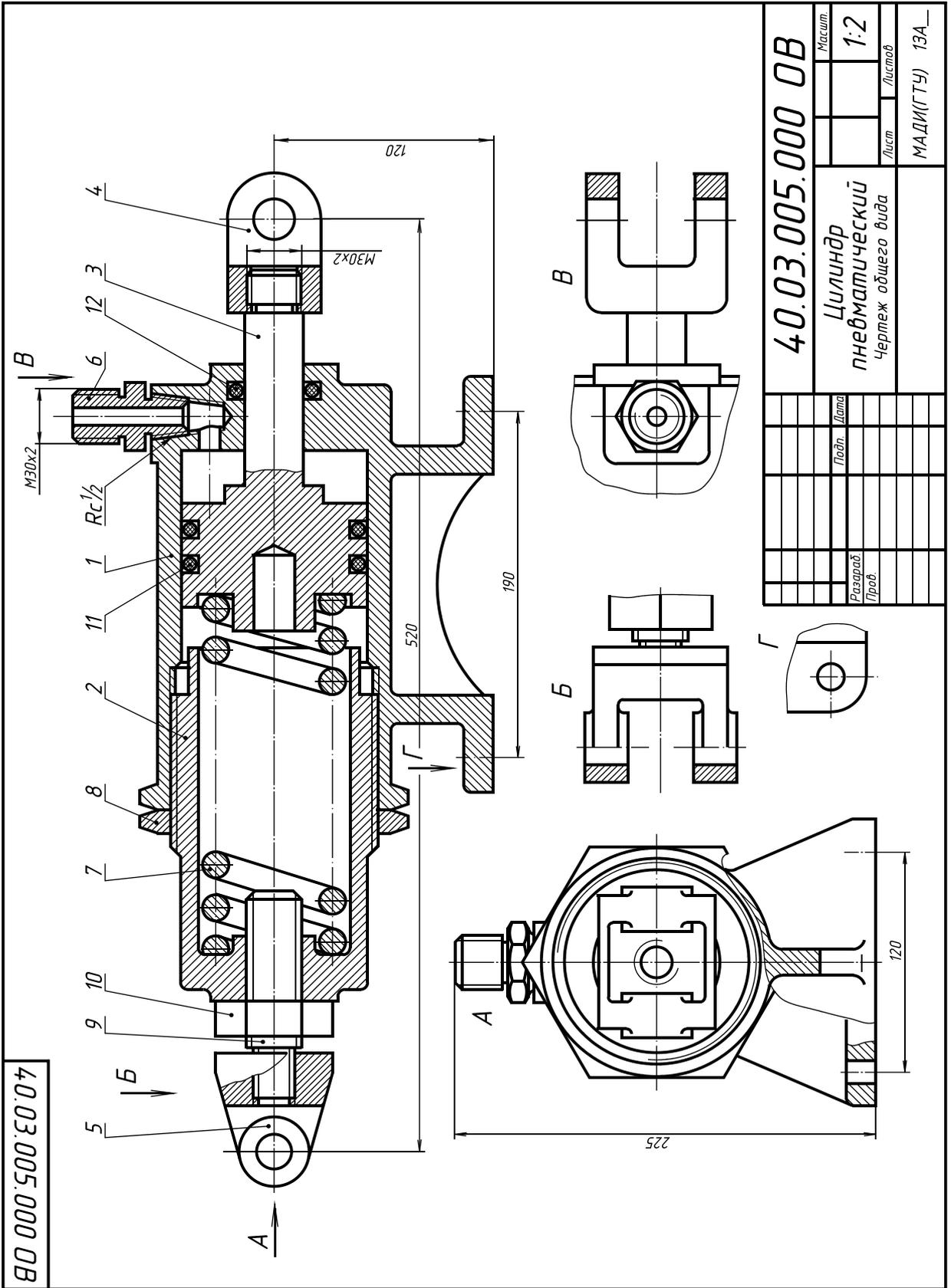
Задание на выполнение рабочих чертежей деталей:

- поз. 1 - 5, 7 и изометрии детали поз. 4 (для механических специальностей);
- поз. 2, 3, 4 (для строительных специальностей).

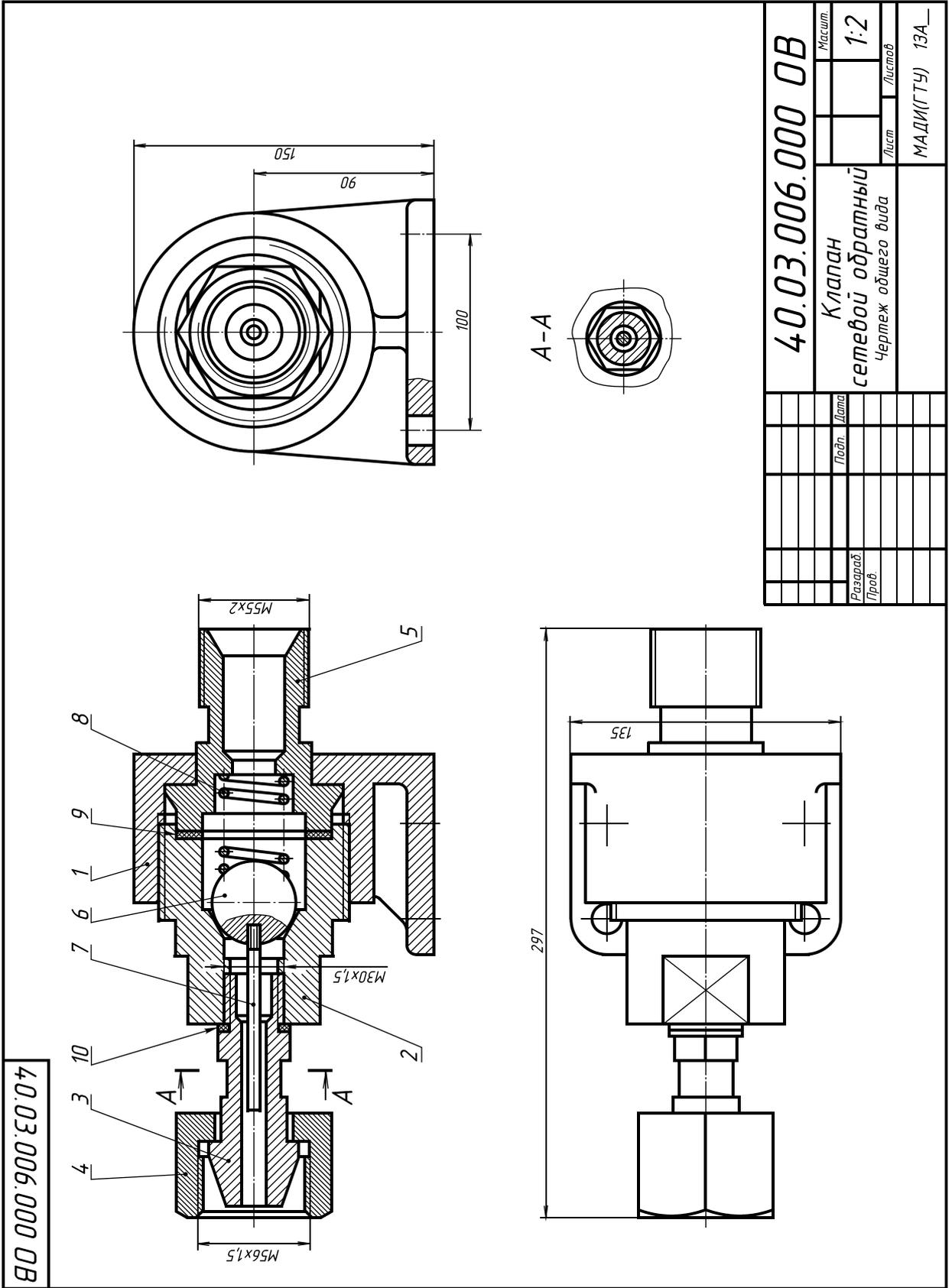
Материалы деталей поз.1 - 4 - Сталь 15 ГОСТ 1050-88, деталей поз.5 - 8 - Ст 5 ГОСТ 380-88, детали поз.9 - Сталь 65Г ГОСТ 1050-88.

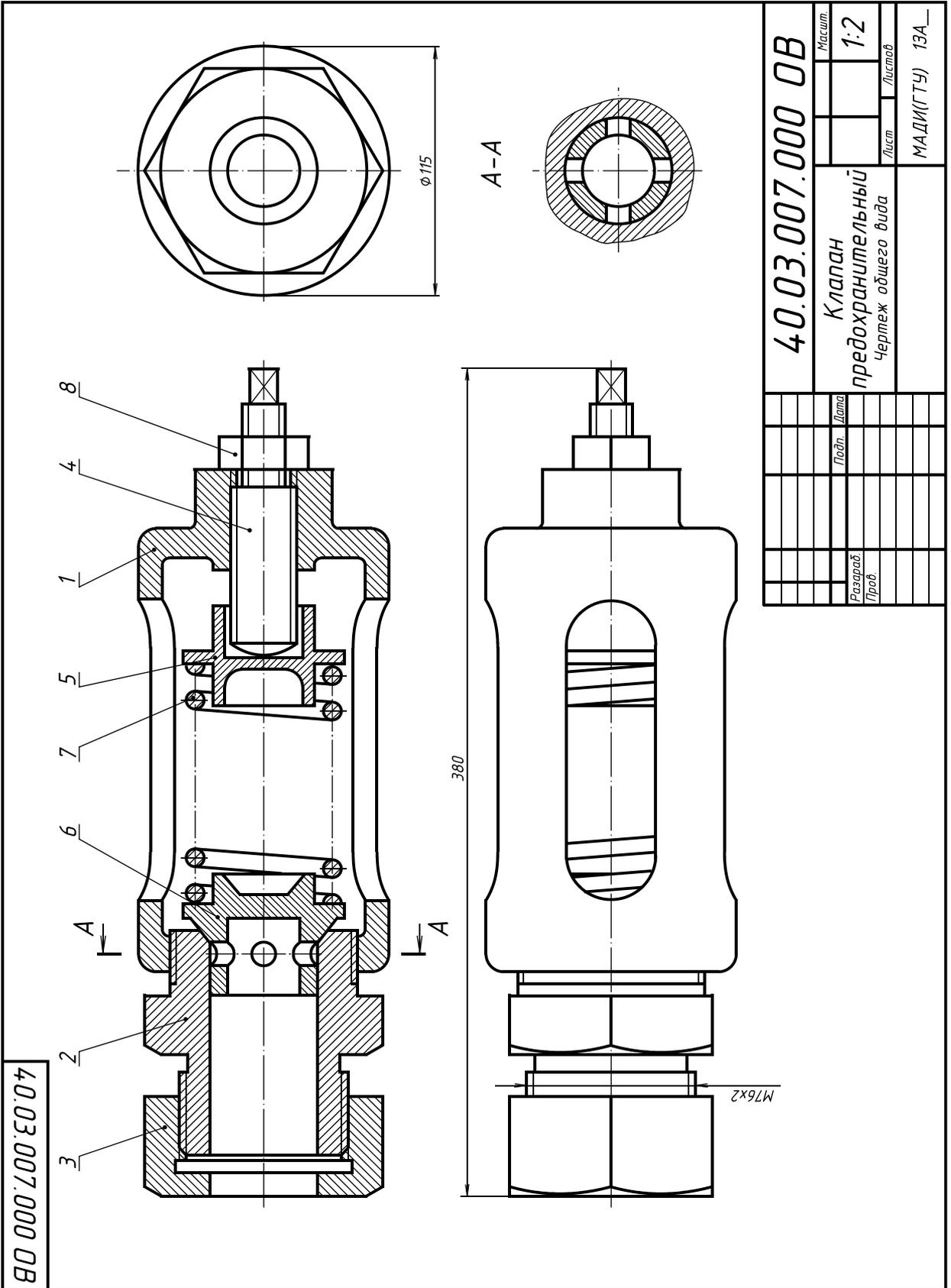


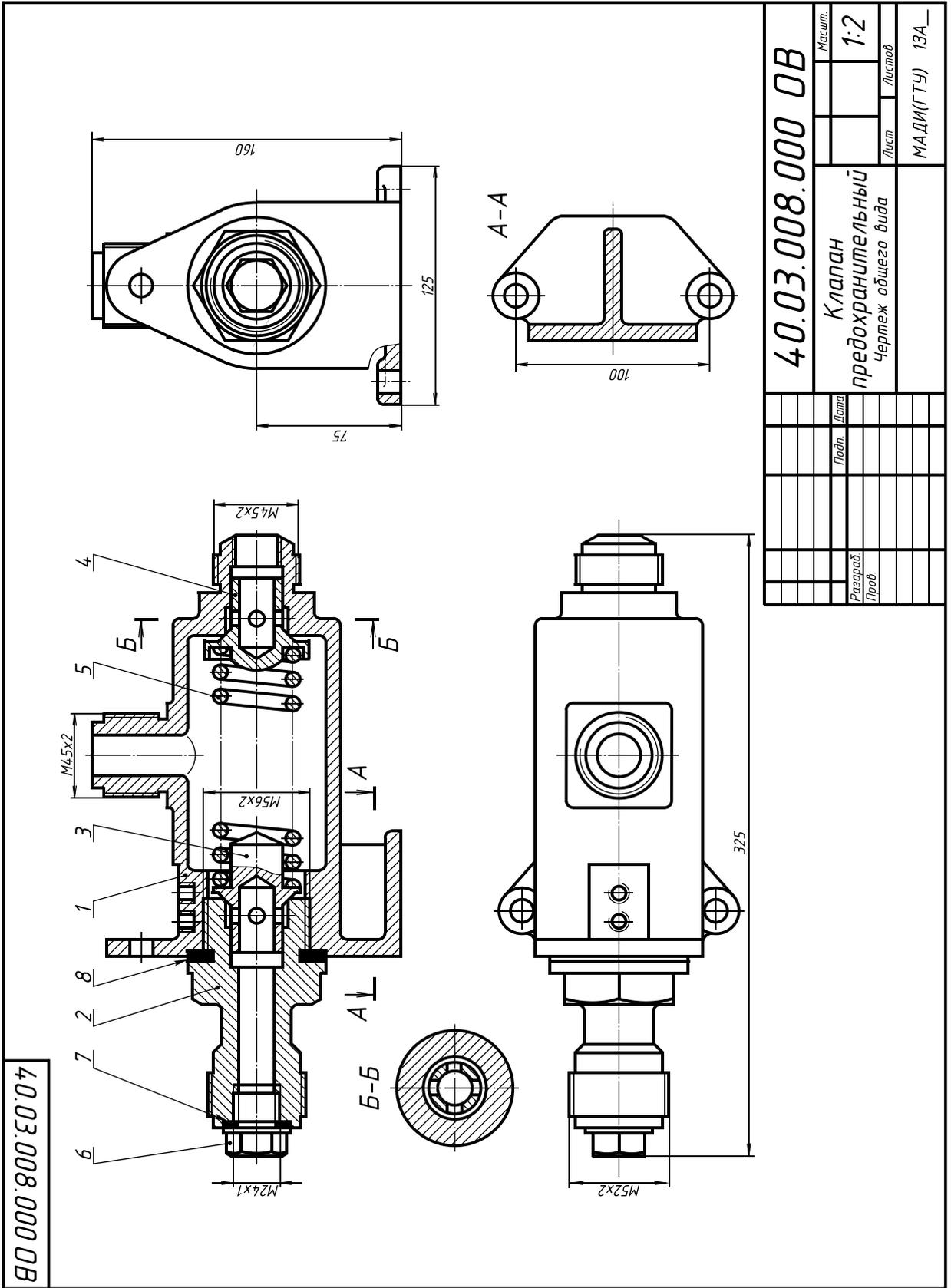




40.03.005.000.0B		Масштаб	1:2
		Лист	Листов
Цилиндр пневматический Чертеж общего вида		Разработ	
		Проб.	
МАДИ(ГТУ) 13А		Лист	
		Листов	

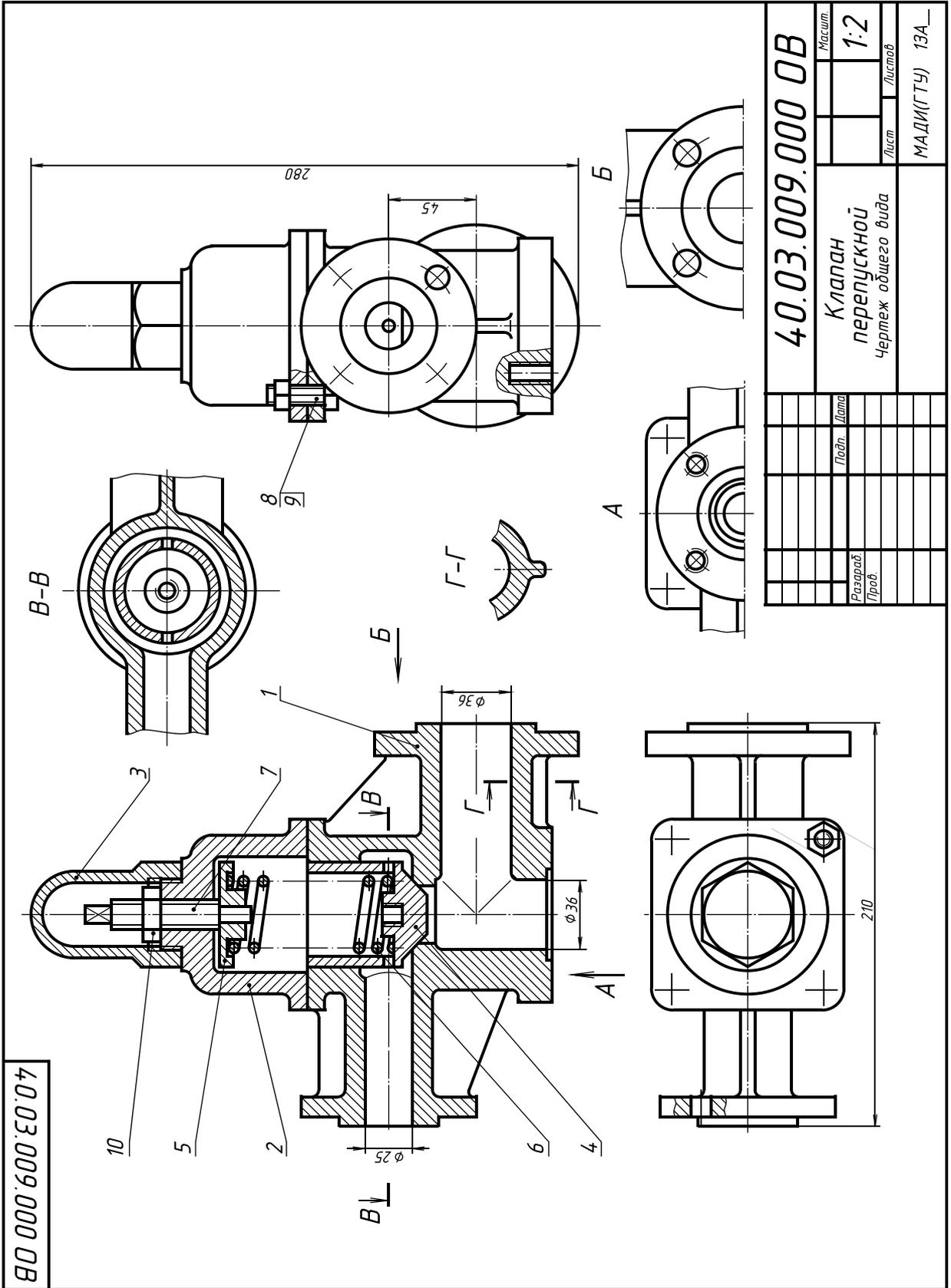


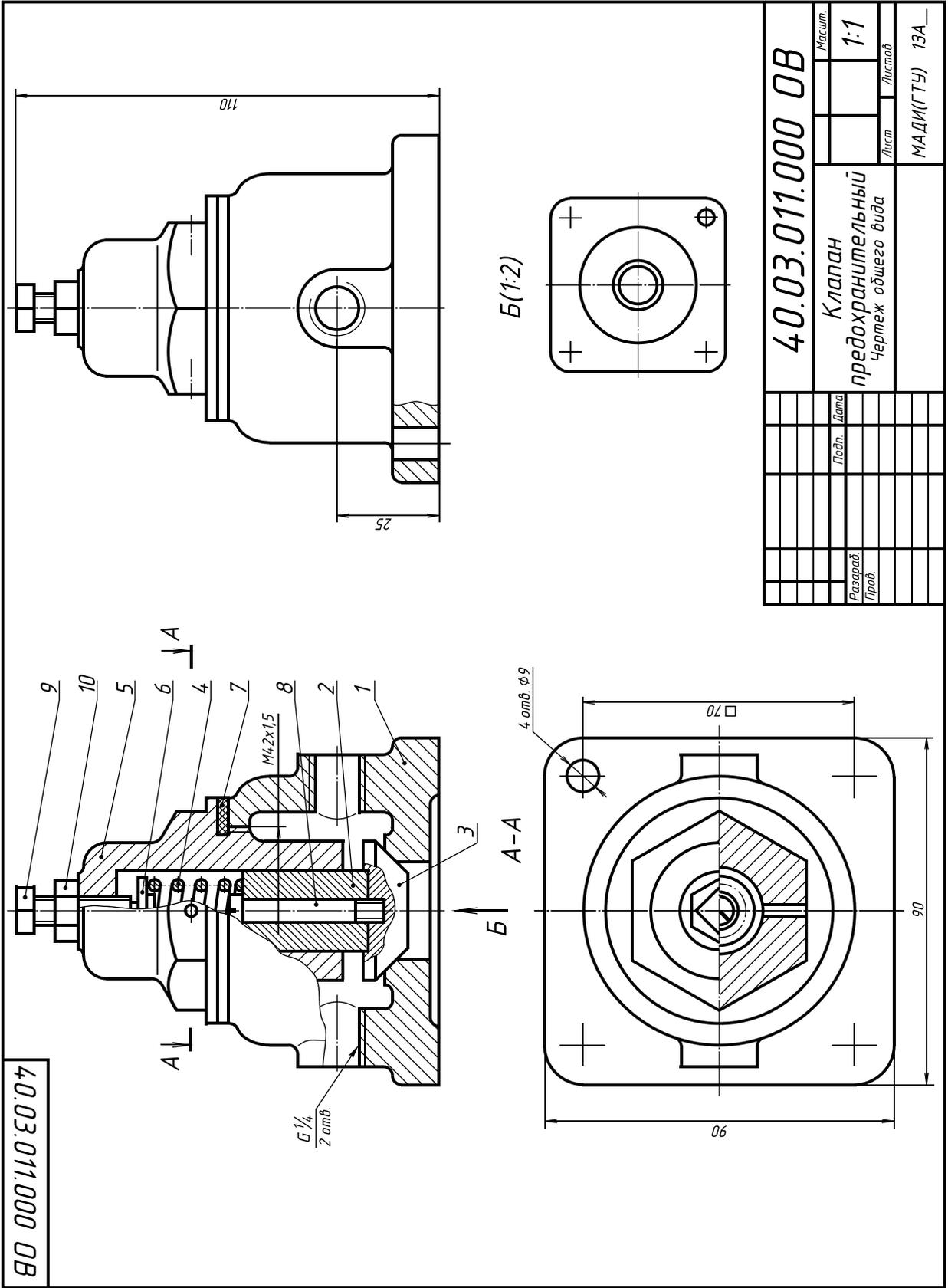




40.03.008.000.0B

40.03.008.000.0B		Масштаб	1:2
Клапан предохранительный		Лист	Листов
Чертеж общего вида		МАДИ(ГТУ) 13A	
Разработ	Провер	Дата	Подп.





3.3. Чтение чертежа общего вида сборочной единицы

Учебный чертеж общего вида должен содержать необходимое число изображений, дающих представление о взаимодействии всех деталей, о всех подвижных и неподвижных их соединениях, о расположении, форме и размерах каждой детали.

Чтение чертежа общего вида начинается со знакомства с описанием сборочной единицы, которое поясняется её чертежом общего вида и спецификацией. В результате этого студент выясняет принцип работы сборочной единицы, назначение её отдельных деталей, способы их сопряжения между собой и их принципиальные конструктивные особенности.

В процессе знакомства с чертежом общего вида необходимо проанализировать каждое изображение на нем и понять, для чего оно дано на чертеже, что оно разъясняет в принципе действия сборочной единицы или в особенностях конструкции её деталей.

На следующем шаге чтения чертежа приступают к выяснению элементов конструкции каждой конкретной детали, чертеж которой предстоит выполнить. Конструкция детали выясняется путем чтения её изображений на чертеже общего вида с учетом её названия, технического назначения в сборочной единице, способов сопряжения с другими деталями.

При выяснении конструкции детали необходимо находить её изображения на разных изображениях чертежа общего вида и мысленно соединять их в единый образ, который и должен быть отображен на её рабочем чертеже. Необходимо учитывать, что некоторые изображения детали могут полностью или частично перекрываться изображениями других деталей. Ориентирами для нахождения изображений детали на различных изображениях чертежа общего вида могут служить:

- наличие проекционной связи между изображениями;
- идентичность штриховки детали на различных изображениях чертежа;
- соответствие видимого расположения изображений отдельных деталей общему принципу работы сборочной единицы;
- соответствие мысленно создаваемого образа детали её функциональному назначению и наименованию.

Анализируя формы элементов деталей, последние разделяют на детали оригинальные, детали со стандартными изображениями (пружины, детали с элементами зубчатых зацеплений, детали, сходные со стандартными деталями, детали из сортового материала, шкивы, трубопроводы и т.д.) и детали стандартные. Формы и размеры оригинальных деталей и деталей со стандартными изображениями на чертеже общего вида раскрывают полностью, а для стандартных деталей показывают только взаимодействие с другими деталями и определяющие размеры, т.к. форма каждой из них известна. На этом шаге для каждой детали сборочной единицы следует также установить сопрягаемые (соприкосновение при движении), прилегающие (соприкосновение без перемещения) и свободные поверхности.

Следует иметь в виду, что на чертеже общего вида допускаются упрощения в изображении отдельных деталей, не позволяющие до конца выявить их конструкцию, которая, однако, должна быть полностью без упрощений отражена на рабочем чертеже детали. Обычно эти упрощения касаются элементов конструкции детали, связанных с технологией нарезания резьбы, со способом выполнения глухих цилиндрических отверстий, с необходимостью обеспечения высокой степени чистоты обработки некоторых поверхностей, и выражаются в отсутствии на чертеже общего вида необходимых фасок, скруглений, проточек, канавок, выступов, углублений и других мелких элементов. Большинство этих конструктивных элементов по своим форме и размерам определяются соответствующими ГОСТами, которыми следует пользоваться при выполнении рабочих чертежей деталей.

3.4. Выполнение рабочих чертежей деталей (последовательность и общие рекомендации)

По завершению чтения чертежа общего вида приступают к выполнению рабочих чертежей деталей, указанных в задании.

Учебный рабочий чертеж детали - конструкторский документ, содержащий необходимое число изображений и размеров, определяющих форму детали.

В основной надписи указывают шифр чертежа, название детали, наименование материала, его марку, сорт и стандартный масштаб, в котором выполнен чертеж. Кроме того над основной надписью в соответствии с ГОСТ 2.316-68 "Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц" могут быть записаны технические требования или другие надписи.

Вторую часть РГР №3 следует начать с определения масштаба чертежа общего вида, приведенного в задании. Дело в том, что указанные в основной надписи стандартные масштабы, в которых вычерчивались чертежи общего вида всех вариантов заданий, были искажены при уменьшении этих чертежей для возможности их включения в данное пособие. Это замечание относится и к рабочим чертежам деталей на рис. 3.2, 3.3 и 3.4.

Для нахождения масштаба уменьшения, в котором, например, приведен в одиннадцатом варианте задания чертеж общего вида клапана предохранительного (рис. 3.1), следует размерное число одного из проставленных размеров (пусть это 110) разделить на фактическую длину размерной линии этого размера на чертеже, определенную с помощью измерителя и линейки (пусть длина равна 73 мм),: $110 : 73 = 1,51$ и принять, что чертеж на рис. 3.1 выполнен в условном масштабе $1 : 1,51$.

Далее учебный рабочий чертеж детали рекомендуется выполнять в такой последовательности:

1. По результатам чтения чертежа общего вида для каждой детали определяют:

- необходимое число изображений детали;

- содержание каждого изображения;
- главное изображение детали;
- расположение изображений на чертеже;
- масштаб изображений.

Как уже упоминалось, число изображений детали должно быть минимальным, но достаточным для раскрытия формы детали и простановки на чертеже необходимых размеров.

По содержанию изображения подразделяются на виды, разрезы и сечения. Для уменьшения числа изображений и трудоемкости их выполнения рекомендуется использовать соединение вида с разрезом, местные виды и т.д.

В качестве главного выбирают такое изображение детали, которое дает наиболее полное представление о её форме и размерах.

Изображения на чертеже обычно располагают в проекционной связи друг с другом, которая в отдельных случаях может быть нарушена.

Большое значение при подборе формата листа для чертежа и его компоновки имеет выбор положения главного изображения относительно основной надписи чертежа. При этом выборе учитывают положение детали в механизме, положение детали при разметке на разметочном столе и положение детали на станке при выполнении наиболее трудоемкой технологической операции.

Для деталей, ограниченных преимущественно телами вращения (валы, оси, фланцы, блоки, цилиндры, шкивы, маховики и т.п.), главное изображение на чертеже располагают так, чтобы ось детали была параллельна основной надписи.

Детали типа кронштейнов, стоек, опор следует располагать так, чтобы их опорные базовые поверхности проецировались на основном изображении параллельно или перпендикулярно основной надписи.

Детали типа рычагов и вилок следует располагать так, чтобы оси их базовых отверстий проецировались на главном изображении параллельно или перпендикулярно основной надписи.

Корпусные детали коробчатого типа принято располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы их основные базовые опорные поверхности проецировались на главном изображении параллельно или (реже) перпендикулярно основной надписи.

Масштаб чертежа должен быть стандартный. Он зависит от сложности и величины изображаемой детали и её частей.

2. В зависимости от необходимого числа изображений, расположения главного изображения и масштаба чертежа выбирают размер формата стандартного листа для чертежа конкретной детали и его ориентацию - горизонтальную или вертикальную (лист формата А4 может располагаться только вертикально).

3. Вычерчивают рамку и основную надпись чертежа.

4. Осуществляют компоновку чертежа, для чего намечают осевые и центральные линии каждого изображения и наносят проекции их контуров.

Следует иметь в виду, что кроме изображений на чертеже детали должны быть проставлены размеры. Практика показывает, что масштаб чертежа и размеры формата подобраны обоснованно, а компоновка чертежа является удовлетворительной, если площадь, занятая изображениями, составляет примерно 30-40% от всей площади листа.

5. В тонких линиях вычерчивают изображения детали, используя чертеж общего вида с учетом необходимых уточнений некоторых элементов конструкции, опущенных на чертеже общего вида. Ряд этих конструктивных элементов (сбеги, недорезы, проточки и фаски при выполнении наружной и внутренней резьбы) приведены в разделе 4 (см. таблицу 4.7, рис. 4.4 и таблицу 4.8, рис. 4.5), другие при необходимости следует искать в ГОСТах, справочниках и учебниках.

Линейные размеры изображений на рабочем чертеже должны определяться с учетом масштабов чертежа общего вида и рабочего чертежа детали.

При использовании разрезов и сечений фигуры, лежащие в секущих плоскостях, заштриховывают.

6. Размещают на чертеже выносные и размерные линии.

7. Для каждого размера определяют по чертежу общего вида с учетом его масштаба размерное число, которое должно соответствовать требованиям унификации, нормализации и стандартизации.

Под унификацией здесь понимается применение в детали конструктивных элементов, характеризуемых определенными геометрическими формами и размерами (тип и размер резьбы, форма и размеры фасок и скруглений, канавок для выхода инструмента, нарезающего резьбу, размеры под “ключ” и т.д.).

Под нормализацией понимают ограничение в конструкции детали типоразмеров конструктивных элементов (длин, диаметров, конусностей, размеров и типов фасок, радиусов скругления и т.д.).

Требования стандартизации регламентируют возможность изменения числовых величин в тех или иных пределах или в соответствии с определенным числовым рядом.

Унификация, нормализация и стандартизация позволяют сократить номенклатуру обрабатываемого, измерительного и монтажного оборудования и инструмента и тем самым существенно удешевить и упростить изготовление и монтаж детали.

Поэтому полученное значение размерного числа студент должен проанализировать с точки зрения требований унификации и нормализации, сравнить с предпочтительным рядом числовых значений соответствующего стандарта, и, если надо, изменить числовое значение так, чтобы оно не противоречило стандарту, и только после этого проставить его над размерной линией.

В разделе 4 приведены некоторые стандартные справочные материалы по нормальным линейным размерам, диаметрам, метрическим резьбам, конусностям, размерам конических фасок и скруглений, размерам под “ключ”, а

также по формам и размерам уже упомянутых сбегов, недорезов, проточек и фасок при выполнении метрических резьб.

Поясним анализ размерных чисел с точки зрения упомянутых ограничений.

Пусть по замеру на чертеже общего вида (рис. 3.1) с учетом его масштаба высота клапана поз. 3 оказалась равной 12 мм, а диаметр его цилиндрической части 35 мм. В таблице 4.1 нормальных линейных размеров находится число 12, а в таблице 4.2 нормальных диаметров общего назначения число 35. Следовательно, найденные размеры клапана не требуют уточнений и соответствующие размерные числа могут быть проставлены на его рабочем чертеже (рис. 3.2).

Пусть по замеру на чертеже общего вида (рис. 3.1) размер под “ключ” крышки поз. 5 оказался равным 45 мм. Однако в таблице 4.6 номинальных размеров под “ключ” число 45 отсутствует, а ближайшим является число 46, которое и указывается на рабочем чертеже крышки (рис. 3.3).

8. В соответствии с ГОСТ 2.303-68 “Линии” обводят рабочий чертеж детали.

9. Заполняют основную надпись.

3.5. Примеры выполнения рабочих чертежей деталей

Рассмотрим особенности выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы с использованием приведенных рекомендаций на примере выполнения рабочих чертежей деталей клапана предохранительного (см. одиннадцатый вариант заданий). Главное внимание при этом будет уделено чтению изображения детали на чертеже общего вида (рис. 3.1) и её конструктивным элементам, не показанным на этом чертеже.

Принцип действия клапана предохранительного, назначение, форма и размеры его составных частей почти полностью раскрыты на главном изображении чертежа общего вида. Остальные изображения лишь уточняют отдельные элементы конструкции корпуса и крышки.

Ниже приводятся примеры выполнения рабочих чертежей клапана поз. 3 (рис. 3.2), крышки поз. 5 (рис. 3.3) и корпуса поз. 1 (рис. 3.4). На чертежах этих деталей в основной надписи указаны стандартные масштабы, в которых чертежи выполнялись.

Изображение клапана поз. 3 есть только на главном изображении чертежа общего вида. Это изображение показывает, что клапан - симметричная деталь, ограниченная цилиндрической и конической поверхностями, а с торцов - двумя плоскостями. Выполненный местный разрез клапана показывает, что в нем имеется отверстие с резьбой, в которое ввернут винт поз. 8, причем изображение отверстия перекрыто изображением винта, и резьба показана как резьба в соединении (на стержне).

Отметим, что резьба в отверстии выполнена такой же, как резьба на стандартной детали винте поз. 8, параметры которой приведены в спецификации. В общем случае, если резьба на чертеже не обозначена, то принимается, что это метрическая резьба с крупным шагом.

Ранее уже было определено, что чертеж общего вида на рис. 3.1 приведен в масштабе 1:1,51.

Чтение чертежа общего вида показало, что для раскрытия форм и размеров клапана поз.3 достаточно привести один его вид и выполнить на нем местный разрез, чтобы показать глухое отверстие с резьбой. Чертеж следует выполнять в масштабе 2:1 на листе формата А4, расположив ось симметрии клапана параллельно основной надписи (рис. 3.2).

Рабочий чертеж детали выполняют по чертежу общего вида сборочной единицы. Поэтому для определения длины линии на рабочем чертеже следует учитывать масштабы этого чертежа и чертежа общего вида (в примере 2:1 и, как ранее было определено, 1:1,51 соответственно). Длина линии на рабочем чертеже равна длине соответствующей линии на чертеже общего вида, умноженной сначала на 1,51 (определена действительная длина линии), а затем на 2.

Размеры на чертежах проставляют в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Напомним, что размерные числа должны соответствовать действительным размерам предмета и в работе определяются по чертежу общего вида с учетом его масштаба. В примере замеренные на чертеже общего вида размеры должны умножаться на 1,51. При этом вычисленные размеры следует анализировать и при необходимости уточнять с учетом данных, приведенных в таблицах 4.1 - 4.6, и других данных из соответствующих ГОСТов, о чем уже упоминалось в разделе 3.4.

На чертеже общего вида отверстие с резьбой под винт поз. 8 показано упрощенно без учета конструктивных особенностей его изготовления. На рабочем чертеже клапана (рис. 3.2) это отверстие показано как выполненное путем сверления с последующим нарезанием резьбы метчиком на глубину, превышающую расчетную глубину ввертывания в неё винта, с учетом сбег и недореза резьбы (см. таблицу 4.8 и рис. 4.5).

На чертеже общего вида (рис. 3.1) крышка поз. 5 представлена на трех изображениях:

- на главном изображении показана часть продольного разреза крышки, соединенная с частью её вида спереди;
- на горизонтальной плоскости проекций показана половина вида сверху крышки и половина её поперечного разреза А-А;
- на профильной плоскости проекций показан вид слева крышки, в значительной степени закрытый видом слева корпуса поз. 1.

Основные формы и размеры крышки раскрыты на главном изображении чертежа, хотя вид спереди крышки частично перекрыт видом спереди корпуса поз. 1, а продольный разрез незначительно перекрыт изображениями винта поз. 9 и штока поз. 2.

Из этого изображения следует, что крышка имеет ось симметрии, совпадающую на чертеже общего вида с осью симметрии всего клапана. Вдоль этой оси расположены почти все поверхности и геометрические тела, формирующие наружные и внутренние формы крышки.

Наружные формы крышки, начиная снизу на рис. 3.1, образуют:

- находящаяся в корпусе свободная цилиндрическая поверхность (она цилиндрическая, т.к. показана только в продольном разрезе и симметрична относительно оси крышки);
- участок с наружной метрической резьбой, посредством которой крышка соединена с корпусом;
- фланец цилиндрической формы, между нижним торцом которого и верхним торцом корпуса устанавливается прокладка поз. 7.
- свободная гранная поверхность;
- свободная цилиндрическая поверхность, плавно переходящая в поверхность тора, а затем цилиндрическую поверхность меньшего диаметра и высоты, верхний плоский торец которой прилегает к гайке поз. 10.

Внутренние формы крышки образуют цилиндрическая полость, сопрягающаяся с поверхностью расположенного в ней цилиндрического штока поз. 2, и выполненное над ней отверстие с резьбой, в которое ввернут винт поз. 9, полностью его перекрывающий. Поэтому изображение резьбы в этом отверстии на чертеже общего вида (рис. 3.1) подменено изображением резьбы в соединении, т.е. на стержне, как это было и для резьбового отверстия в клапане поз. 5.

Вид сверху и горизонтальный разрез А-А позволяют уточнить, что гранная поверхность на крышке - правильный шестигранник, в двух противоположных гранях которого имеются сквозные отверстия.

В результате чтения чертежа общего вида делается вывод, что рабочий чертеж крышки должен содержать два изображения, на главном из которых следует показать половину вида спереди и половину фронтального (продольного) разреза (за основу берется главное изображение клапана предохранительного на рис. 3.1), а на втором - половину вида и половину поперечного разреза А-А, приведенных на месте вида сверху на чертеже общего вида. Заметим, что на виде спереди крышки должны быть видны три грани шестигранника.

Рабочий чертеж крышки целесообразно выполнять в масштабе 2:1 на листе формата А3, расположенном горизонтально (рис. 3.3) или вертикально. В первом случае ось симметрии главного изображения следует располагать параллельно основной надписи (второе изображение тогда представляет собой половину вида слева и половину профильного разреза), как на рис. 3.3, а во втором - перпендикулярно основной надписи (второе изображение представляет собой в этом случае половину вида сверху и половину горизонтального разреза).

На рабочем чертеже крышки (рис. 3.3) также представлены конструктивные элементы, которые в целях упрощения не показаны на чертеже общего вида:

- коническая фаска в начале отверстия с резьбой М8, необходимая для удобства ввертывания винта;
- коническая фаска в начале цилиндрической поверхности $\Phi 35$, необходимая для снятия "заусенцев" после грубой обработки резцом этой поверхности;

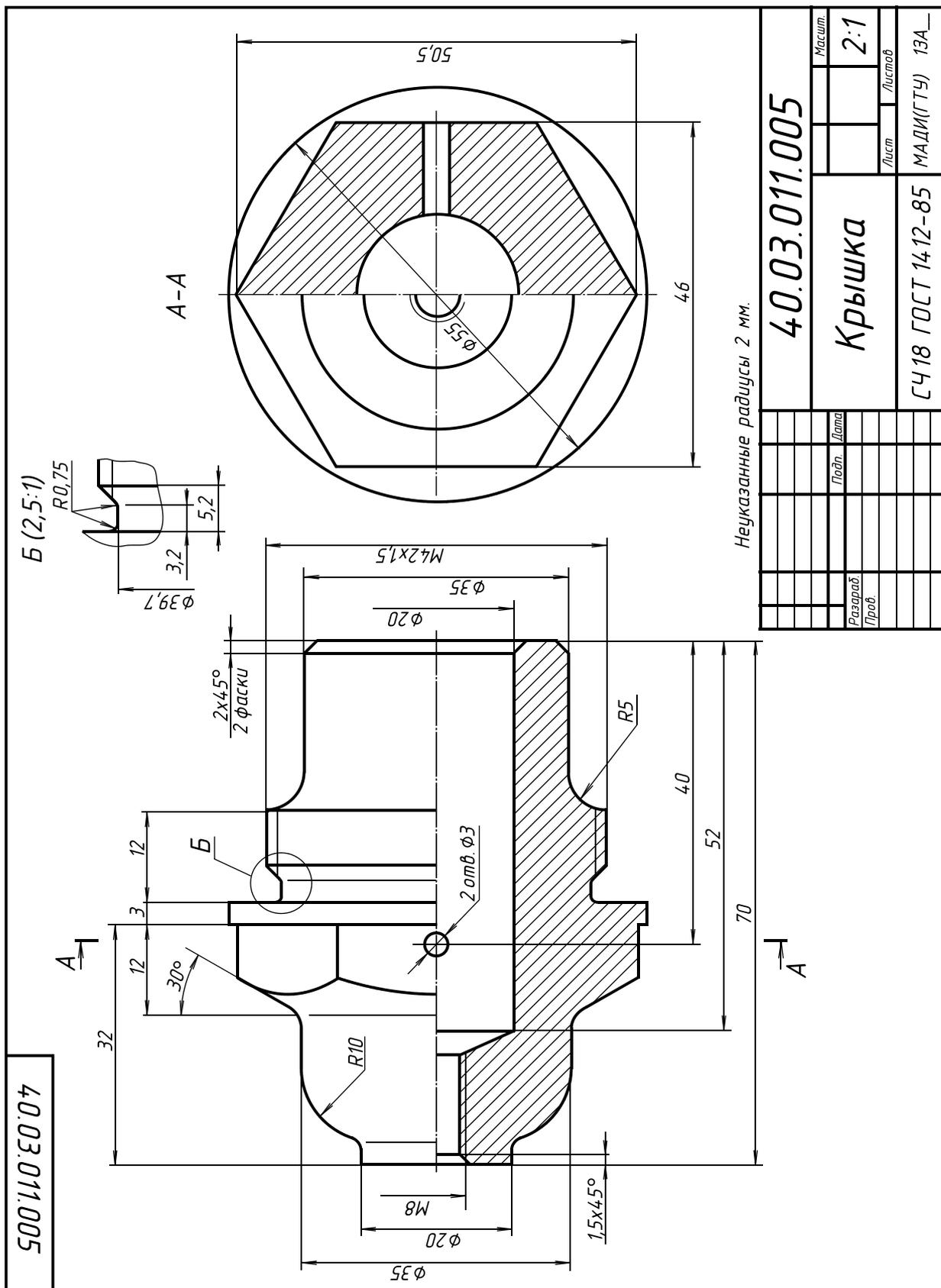


Рис. 3.3

- коническая фаска в начале цилиндрической полости $\Phi 20$, необходимая для снятия “заусенцев” после сверления этого отверстия и для удобства установки в нем штока поз. 2;
- усеченный конус, который заканчивает цилиндрическую полость $\Phi 20$ мм и имеет угол при вершине 120° , соответствующий углу заточки сверла (при диаметре 20 мм цилиндрическую полость целесообразно выполнять сверлением);
- проточка (канавка), необходимая для выхода резца после нарезания резьбы М45 (форма проточки и её размеры см. рис. 4.4 и таблицу 4.7).

На чертеже общего вида сборочной единицы (рис. 3.1) корпус поз. 1 показан на четырех изображениях, разъясняющих те или иные его конструктивные элементы.

Главное изображение, содержащее часть фронтального разреза и часть вида спереди корпуса, раскрывает его функциональное назначение, показывает, что деталь имеет плоскость симметрии, раскрывает внутренние и в значительной степени наружные формы. Вид сверху выявляет форму фланца, в котором расположены крепежные отверстия. На виде слева разъясняется форма приливов корпуса, в которых выполнены горизонтальные отверстия с трубной резьбой, а также показано, что отверстия во фланце корпуса сквозные. Вид снизу поясняет форму проточки во фланце со стороны плоскости, которой корпус устанавливается на соответствующий элемент гидросистемы.

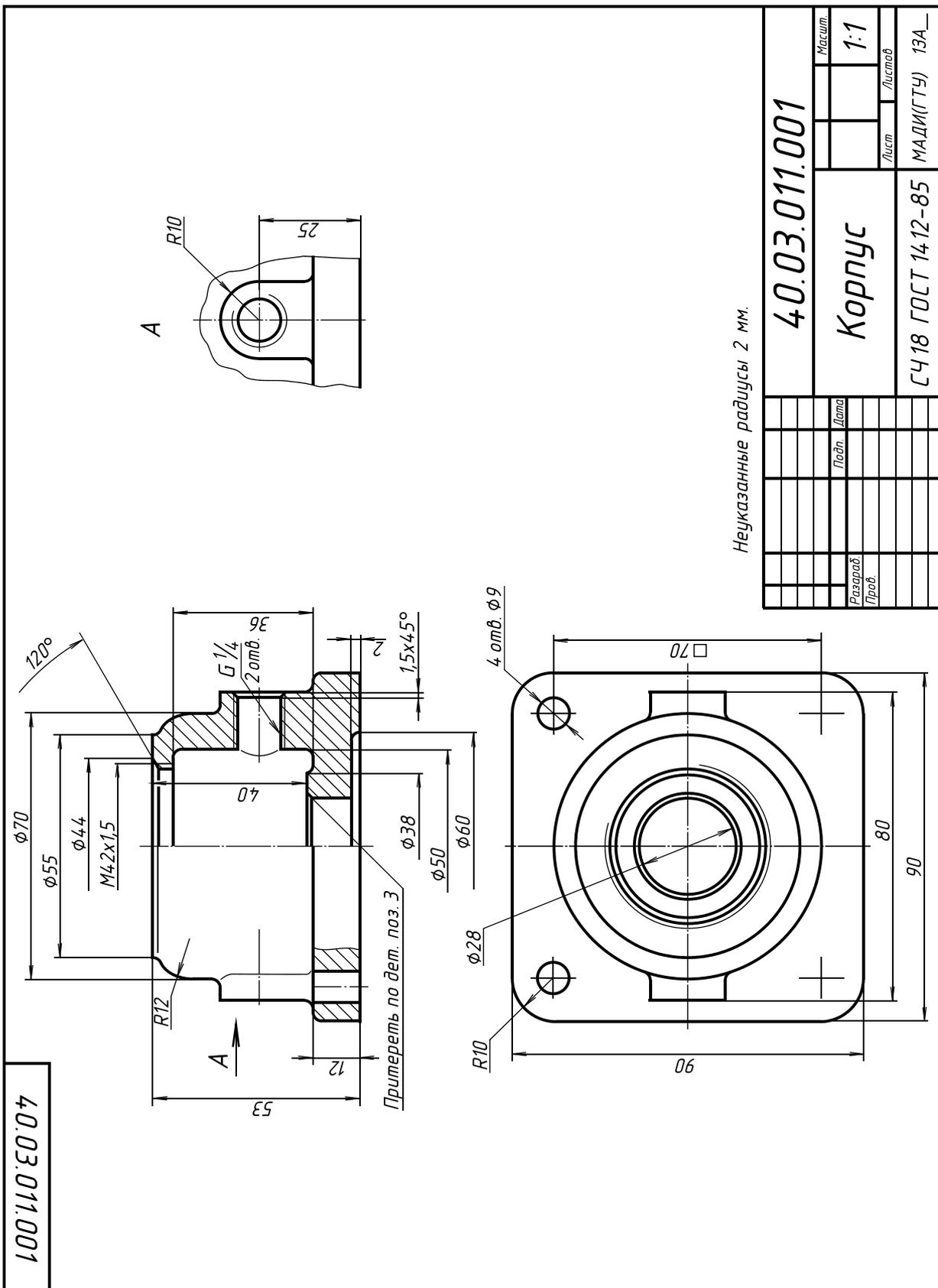
Из вышеперечисленного следует, что рабочий чертеж корпуса поз.1 должен содержать три его изображения и выполняться в масштабе 1:1 на горизонтально (рис. 3.4) или вертикально расположенном формате А3.

Главное изображение содержит половину вида спереди и половину фронтального разреза и размещено на формате так, чтобы опорная поверхность фланца корпуса была параллельна основной надписи. Второе изображение - вид сверху корпуса с 4-мя отверстиями на фланце, а третье - местный вид по стрелке, для раскрытия форм приливов. Вид снизу не показан, т.к. форма проточки в опорном фланце поясняется размером $\Phi 60$.

На рабочем чертеже показана коническая фаска, с которой начинается резьба в отверстии и которая не изображена на чертеже общего вида. Кроме того на рабочем чертеже показана коническая поверхность - “седло” - в верхней части отверстия, перекрываемого клапаном. Коническое седло, притертое по конической поверхности клапана поз. 3, необходимо для более герметичного перекрытия отверстия.

3.6. Выполнение изометрической проекции детали

В заключении РГР №3 студентами только механических специальностей выполняется изометрическая проекция указанной в задании детали с вырезом одной четвертой её части, для чего в зависимости от размеров и сложности детали используется стандартный лист ватмана формата А3 или А4.



При построении изометрии детали следует использовать приведенные показатели искажения по осям, которые равны 1 (вместо 0,82). В этом случае аксонометрическое изображение выполняется в увеличенном масштабе $M=1,22:1$.

На рис. 3.5 приведены аксонометрические оси, образующие между собой в стандартной изометрии углы по 120° , и даны рекомендации по построению осей x и y , аналогичные рекомендациям по построению этих осей в стандартной диметрии (рис. 1.9).

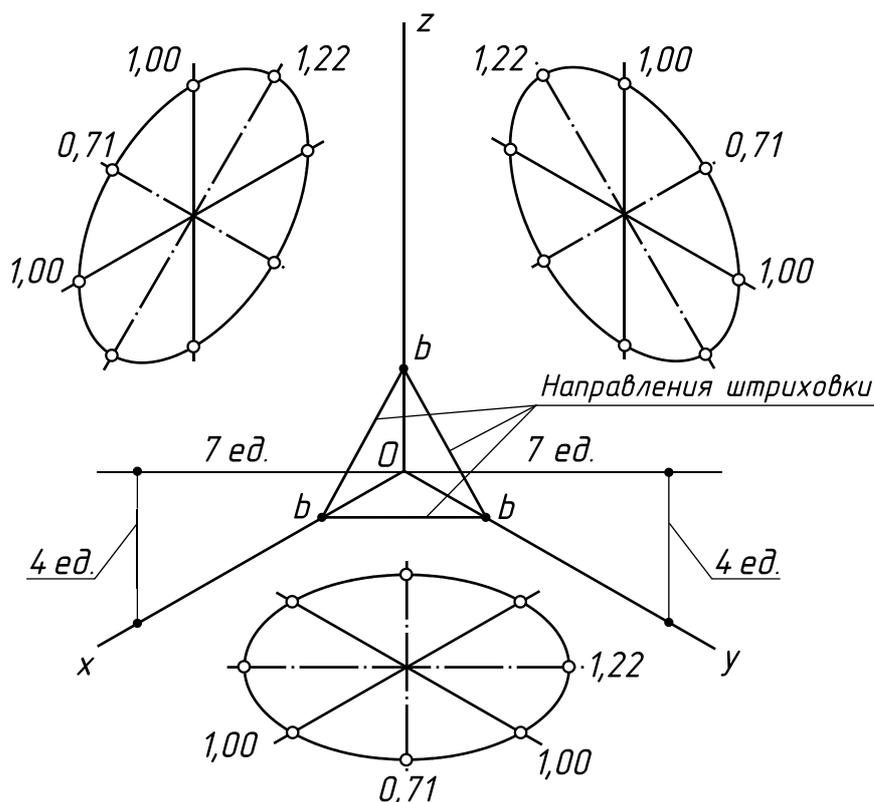


Рис. 3.5

Для определения направлений штриховки фигур сечения, лежащих в плоскостях разреза, на осях откладывают какой-то отрезок b (рис. 3.5) и соединяют концы этих отрезков, получая направление штриховки для соответствующих секущих плоскостей.

На рис. 3.5 также изображены эллипсы, в которые в изометрии проецируются окружности, расположенные в соответствующих координатных плоскостях или плоскостях, им параллельных. Большие оси этих эллипсов, как и в диметрии, перпендикулярны свободным аксонометрическим осям и равны $1,22d$ (d - диаметр окружности), а малые - $0,71d$. Эллипсы строятся по большой и малой осям (4 точки) и еще четырьмя точками, принадлежащим диаметрам, параллельным координатным осям. Около осей эллипсов и изображенных диаметров записаны приведенные показатели искажения по этим направлениям.

АксонOMETрическая проекция детали строится в РГР №3 по её рабочему чертежу, с которого снимаются размеры детали. Последнюю при этом связывают с системой координат $Oxyz$, оси которой совмещают с осями симметрии детали (если они имеются) или её основных конструктивных элементов, с её ребрами и т.д. Если деталь имеет базовую опорную плоскость (корпусные детали, детали с присоединительными фланцами), то с ней совмещают одну из координатных плоскостей.

На рис. 3.6 приведена изометрическая проекция корпуса с вырезом одной четвертой его части. При построении изометрической проекции координатную плоскость xOy совмещают с опорной плоскостью фланца корпуса, а ось z - с его осью симметрии.

На аксонометрической проекции допускается не показывать мелкие конструктивные элементы детали (фаски, скругления и т.д.). Резьба в аксонометрии показывается условно, как и на технических чертежах. Тонкими линиями на рис. 3.6 показаны линии плавного перехода одной поверхности в другую.

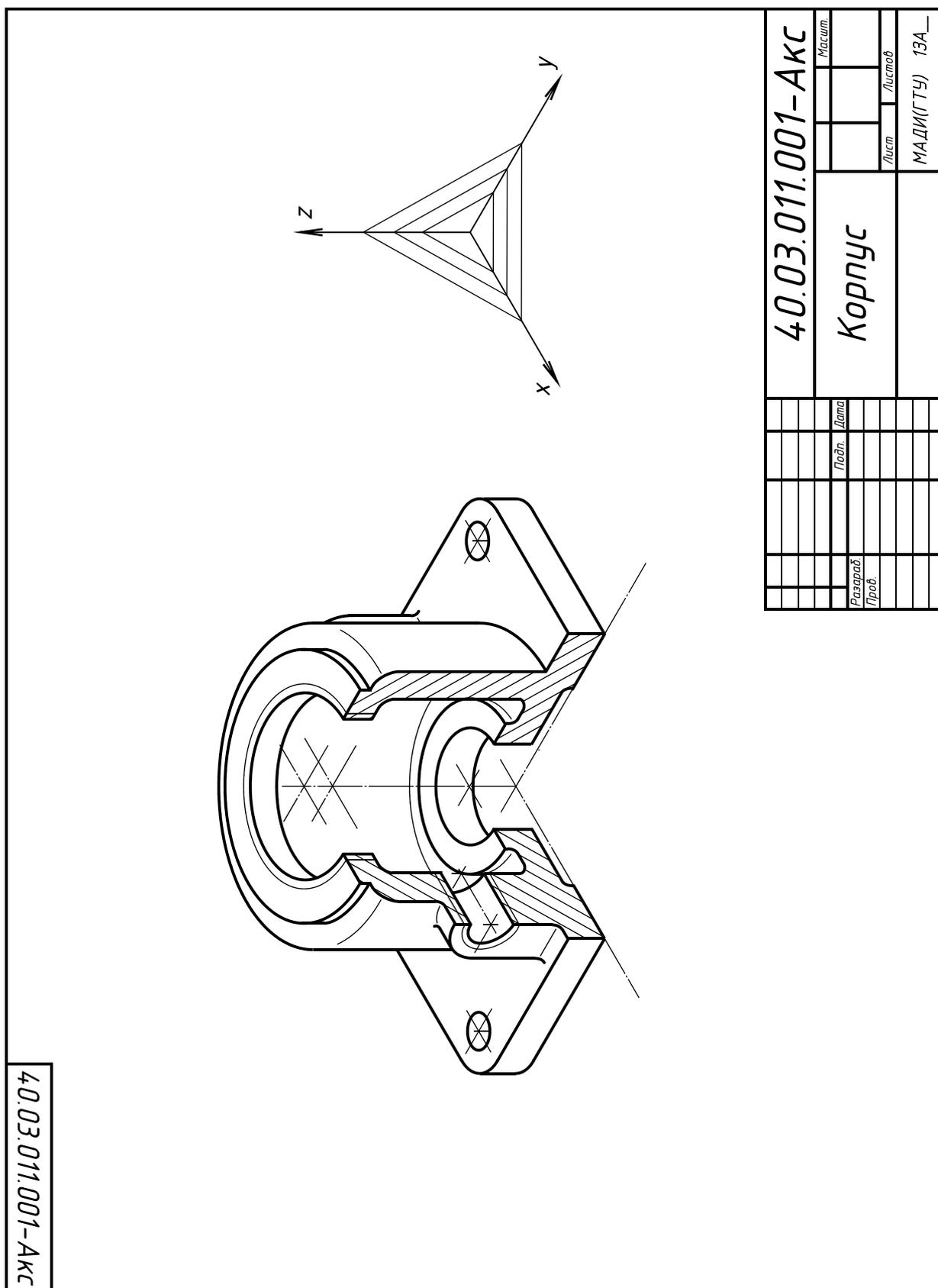


Рис. 3.5

4. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В приведенных ниже таблицах числовые значения ограничены пределами значений наиболее часто встречающихся в учебной практике курса черчения.

Таблица 4.1

Нормальные линейные размеры (из ряда 40 ГОСТ 6636-69)

1,0; 1,05; 1,15; 1,20; 1,30; 1,40; 1,50; 1,60; 1,70; 1,80; 1,90; 2,0; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,4; 4,5; 4,8; 5,0; 5,3; 5,6; 6,0; 6,3; 6,7; 7,1; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220; 240; 250; 260; 280; 300;

Таблица 4.2

Нормальные диаметры общего назначения (из ГОСТ 6636-69)

.....5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 35; 36; 38; 40; 42; 44; 45; 46; 48; 50; 52; 55; 58; 60; 62; 65; 68; 70; 72; 75; 78; 80; 82; 85; 88; 90; 92; 95; 98; 100; 105; 110; 115; 120; 125; 130; 135; 140; 145; 150; 155; 160; 165; 170; 175; 180; 185; 190; 195; 200;

Таблица 4.3

Диаметры метрической резьбы общего назначения (из ГОСТ 8724-81)

1-й ряд:

1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 24; 30; 36; 42; 48; 56; 64; 72; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250.

2-й ряд:

1,1; 1,4; 1,8; 2,2; 3,5; 4,5; 14; 18; 22; 27; 33; 39; 45; 52; 60; 68; 76; 85; 95; 105; 115; 120; 130; 150; 170; 190; 210; 240.

3-й ряд:

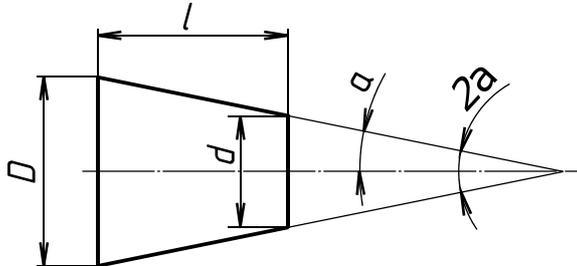
7; 9; 11; 15; 17; 25; 35; 40; 50; 55; 58; 62; 65; 70; 75; 135; 145; 155; 165; 175; 185; 195; 205; 215; 225; 230; 235; 245.

Таблица 4.4

Нормальные конусности (из ГОСТ 8593-57) см. рис. 4.1

“К” 1:50; 1:30; 1:20; 1:15; 1:10; 1:7; 1:5; 1:3; 1:1,8; 1:1,2; 1:0,86;

“α” 1°10'; 2°; 3°; 3°40'; 4°40'; 8°; 11°20'; 19°; 30°; 45°; 60°.



Конусность $K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha$

Уклон $i = \frac{K}{2} = \frac{D-d}{2l} = \operatorname{tg} \alpha$

Рис. 4.1

Таблица 4.5

Номинальный размер фасок “с” и радиусов “R” скруглений (из ГОСТ 10948-64) см. рис. 4.2

1-й ряд:

0,40; 0,60; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25; 40; 63; 100;

2-й ряд:

0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100;....

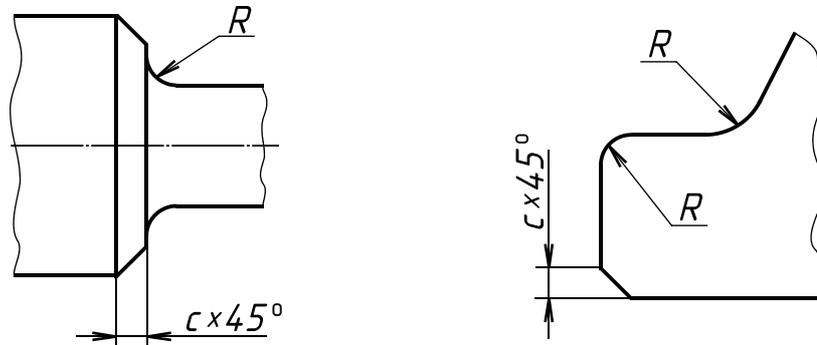


Рис. 4.2

Таблица 4.6

Номинальные размеры “под ключ” - “S” (из ГОСТ 6424-73), см. рис. 4.3

.....5,0; 5,5; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 17; 19; 22; 24; 27; 30; 36; 41; 46; 50; 55; 60; 65; 70;

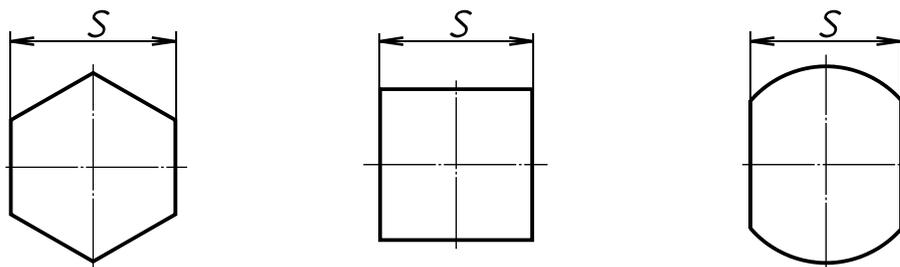


Рис. 4.3

Таблица 4.7

Размеры сбегов, недорезов, проточек, фасок для внешней метрической резьбы (из ГОСТ 10549-80), см. рис. 4.4

Шаг резьбы “ p ”	Сбег “ x ”	Недорез “ a ”	Фаска “ c ”	П р о т о ч к а (нормальная)			
				f_1	f_2	d_f	R
0,5	1,25	1,5	0,5	1,1	1,75	d-0,8	0,25
0,6	1,5	1,8	0,5	1,2	2,1	d-1,0	0,3
0,7	1,75	2,1	0,5	1,5	2,45	d-1,1	0,35
0,75	1,9	2,25	1,0	1,6	2,6	d-1,2	0,4
0,8	2,0	2,4	1,0	1,7	2,8	d-1,3	0,4
1,0	2,5	3,0	1,0	2,1	3,5	d-1,6	0,5
1,25	3,2	4,0	1,6	2,7	4,4	d-2,0	0,6
1,50	3,8	4,5	1,6	3,2	5,2	d-2,3	0,75
1,75	4,3	5,3	1,6	3,9	6,1	d-2,6	0,9
2,0	5,0	6,0	2,0	4,5	7,0	d-3,0	1,0
2,5	6,3	7,5	2,5	5,6	8,7	d-3,6	1,25
3,0	7,5	9,0	2,5	6,7	10,5	d-4,4	1,5
3,5	9,0	10,5	2,5	7,7	12,0	d-5,0	1,75
4,0	10,0	12,0	3,0	10,5	14,0	d-5,7	2,0
4,5	11,0	13,5	3,0	11,5	16,0	d-6,4	2,25
5,0	12,5	15,0	4,0	11,5	17,5	d-7,0	2,5
5,5	14,0	16,5	4,0	12,5	19,0	d-7,7	2,75
6,0	15,0	18,0	4,0	14,0	21,0	d-8,0	3,0

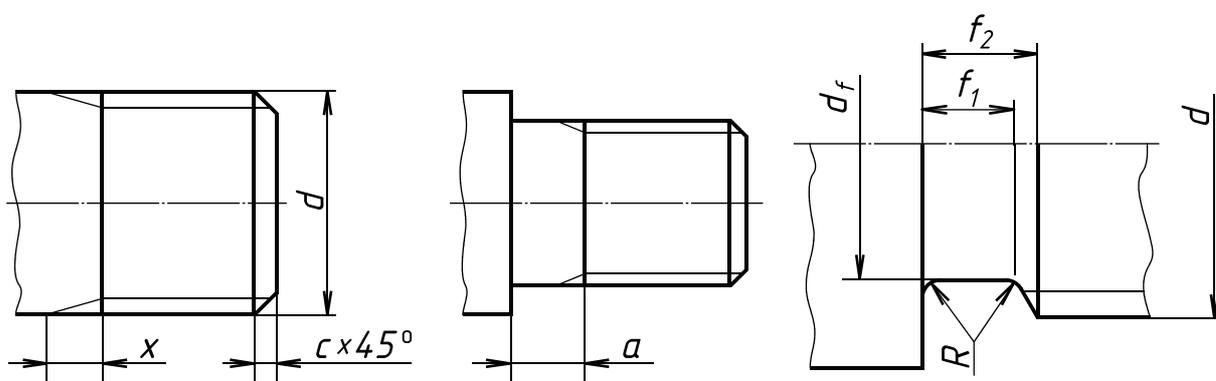


Рис. 4.4

Таблица 4.8

Размеры сбега, недорезов, проточек, фасок для внутренней метрической резьбы (из ГОСТ 10549-80), см. рис. 4.5

Шаг резьбы “ <i>p</i> ”	Сбег “ <i>x</i> ”	Недорез “ <i>a</i> ”	Фаска “ <i>c</i> ”	П р о т о ч к а (нормальная)			
				<i>f</i> ₁	<i>f</i> ₂	<i>d</i> _{<i>f</i>}	<i>R</i>
0,5	1,0	3,0	0,5	2,0	2,7	d+0,3	0,25
0,6	1,2	3,5	0,5	2,4	3,3	d+0,3	0,3
0,7	1,4	3,5	0,5	2,8	3,8	d+0,3	0,35
0,75	1,5	4,0	1,0	3,0	4,0	d+0,3	0,4
0,8	1,6	4,0	1,0	3,2	4,2	d+0,3	0,4
1,0	2,0	6,0	1,0	4,0	5,2	d+0,5	0,5
1,25	2,5	8,0	1,6	5,0	6,7	d+0,5	0,6
1,50	3,0	9,0	1,6	6,0	7,8	d+0,5	0,75
1,75	3,5	11,0	1,6	7,0	9,1	d+0,5	0,9
2,0	4,0	11,0	2,0	8,0	10,3	d+0,5	1,0
2,5	5,0	12,0	2,5	10,0	13,0	d+0,5	1,25
3,0	6,0	15,0	2,5	12,0	15,2	d+0,5	1,5
3,5	7,0	17,0	2,5	14,0	17,0	d+0,5	1,75
4,0	8,0	19,0	3,0	16,0	20,0	d+0,5	2,0
4,5	9,0	23,0	3,0	18,0	23,0	d+0,5	2,25
5,0	10,0	26,0	4,0	20,0	26,0	d+0,5	2,5
5,5	11,0	28,0	4,0	22,0	28,0	d+0,5	2,75
6,0	12,0	28,0	4,0	24,0	30,0	d+0,5	3,0

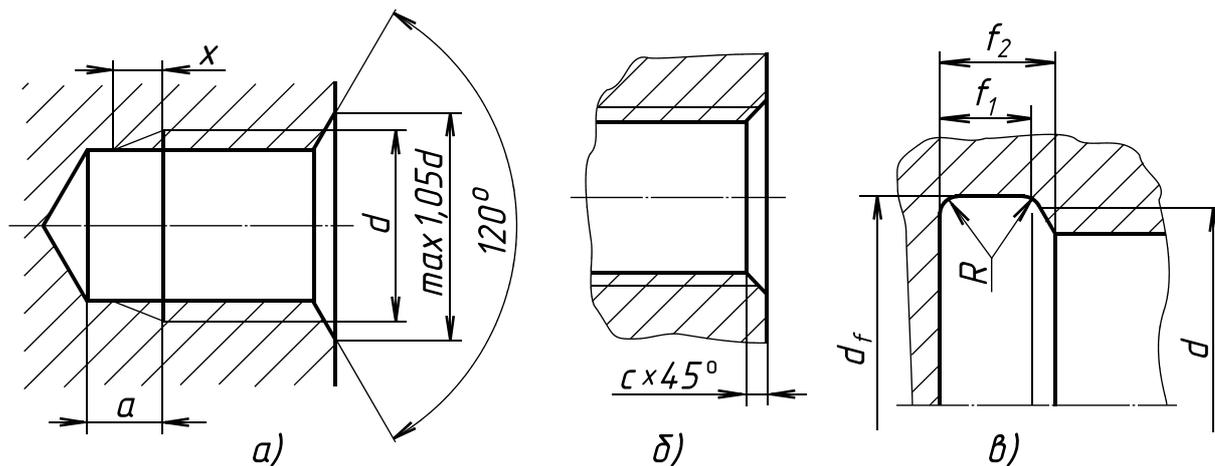


Рис. 4.5

На рис. 4.5а и рис. 4.5б показаны варианты простановки размеров фасок в отверстиях.

В таблицах 4.7 и 4.8 приведены данные только для нормальных сбега, недореза, проточки. Данные для укороченных или удлиненных сбега, недореза, проточки следует смотреть непосредственно в ГОСТ 10549-80.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение: Учебник для вузов - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высш. шк., 1994. - 383 с.: ил.
2. Машиностроительное черчение: Учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов/Г.П.Вяткин, А.Н.Андреева, А.К.Болтухин и др. Под ред. проф. Г.П.Вяткина.- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение., 1985.-368с.
3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. -Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981.-416с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Расчетно-графическая работа №1 “Изображения и размеры на чертежах”	4
1.1. Общие замечания и указания	4
1.2. Упражнение №1 “Изображения предметов симметричной формы”	8
1.3. Упражнение №2 “Сложные разрезы. Аксонометрические проекции”	20
2. Расчетно-графическая работа №2 “Соединения деталей”	25
2.1. Цель и содержание РГР №2	25
2.2. Резьба и резьбовые соединения	25
2.3. Изображение и обозначение резьбы на чертежах	28
2.4. Соединения крепежными резьбовыми деталями	30
2.5. Пример выполнения соединения болтового	31
2.6. Пример выполнения соединения шпилечного	36
3. Расчетно-графическая работа №3 “Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы”	41
3.1. Цель и содержание РГР №3	41
3.2. Варианты заданий на РГР №3	42
3.3. Чтение чертежа общего вида сборочной единицы	64
3.4. Выполнение рабочих чертежей деталей (последовательность и общие рекомендации)	65
3.5. Примеры выполнения рабочих чертежей деталей	68
3.6. Выполнение изометрической проекции детали	73
4. Справочные материалы	78
Список рекомендуемой литературы	82

ОГАНЕСОВ Олег Авакович, КУЗЕНЕВА Наталья Николаевна,
 РЯБИКОВА Ирина Михайловна, МАЛАМУТ Юрий Анатольевич
 НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА:
 Учебное пособие. Часть 2.

Редакция авторская

Подписано в печать 01.07.2003г.

Формат 60x84/16

Печать офсетная

Усл. печ. л. 5,19

Тираж 300 экз.

Заказ 359

Цена договорная

Ротапринт МАДИ(ГТУ). 125829, Москва, Ленинградский просп., 64