

**М.И. Воронцова, О.П. Матюхина,
Р.В. Косолапова**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ
ГРАФИКА**

**Учебное пособие для студентов заочной формы
обучения машиностроительных и строительных
специальностей**

Часть 2

Машиностроительное черчение



Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

М.И. Воронцова, О.П. Матюхина,
Р.В. Косолапова

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ
ГРАФИКА**

Учебное пособие для студентов заочной формы
обучения инженерно-технических и строительных
специальностей

Часть 2

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Омск
СибАДИ
2010

УДК 744.4
ББК 30.112
М 86

*Авторы: М.И. Воронцова, Р.В. Косолапова,
Е.А. Курьшева, О.П. Матюхина,*

Рецензенты:

д-р. техн. наук, проф. Ф.Н. Притыкин (ОмГТУ);
канд. техн. наук, доц. Ю.Ф. Савельев (ОмГУПС)

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей.

М 86. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. Часть 2. Машиностроительное черчение: учебное пособие для студентов заочной формы обучения инженерно-технических и строительных специальностей.- Омск: СибАДИ, 2010. – 94 с.

ISBN 978-5 – 93204 – 466 – 7 (ч. 2)

ISBN 978-5 – 93204 – 466 – 3

Изложены рабочая программа по инженерной графике и содержание двух контрольных работ. Контрольная работа № 1 посвящена проекционному черчению, для выполнения которой в пособии изложены краткие теоретические основы. Контрольная работа № 2 охватывает вопросы машиностроительного черчения. Даны варианты индивидуальных заданий и образцы выполнения графических работ. Представленное учебное пособие охватывает все разделы машиностроительного черчения и позволит студентам успешно справиться с заданиями.

Предназначено для студентов заочной формы обучения инженерно-технических специальностей.

Табл. 9. Ил. 84. Библиогр.: 9 назв.

ISBN 978-5 – 93204 – 466 – 7 (ч. 2)

ISBN 978-5 – 93204 – 466 – 3

© ГОУ «СибАДИ», 2010

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика – одна из дисциплин, составляющих основу подготовки специалистов по инженерно-техническим специальностям. Цель изучения инженерной графики – получить знания и навыки выполнения и чтения изображений предметов на основе метода прямоугольного проецирования, выполненных в соответствии со стандартами ЕСКД, научиться пользоваться стандартами и справочными материалами, получить навыки техники выполнения чертежей различных изделий. Инженерная графика является первой ступенью обучения студентов, на которой изучаются начальные правила выполнения и оформления конструкторской документации.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Тема 1. Основные правила выполнения чертежей по ЕСКД. Форматы. Масштабы. Линии. Шрифты чертежные. Нанесение размеров.

Тема 2. Изображения.

Виды, разрезы, сечения. Графические обозначения материалов в сечениях. Нанесение размеров. Стандартные аксонометрические проекции. Стандартная прямоугольная изометрия.

Тема 3. Общие сведения об изделиях и их составных частях.

Виды изделий. Общие сведения о конструкторской документации.

Тема 4. Виды соединений составных частей изделий.

Разъемные и неразъемные соединения. Резьбовые соединения. Шлицевые и шпоночные соединения. Сварные, паяные и клеевые соединения.

Тема 5. Чертежи и эскизы деталей.

Рабочий чертеж детали. Элементы деталей. Выбор количества изображений, их содержания, масштаба изображения и формата чертежа. Задание размеров. Понятие о базах в машиностроении. Краткие сведения о материалах и их обозначениях.

Тема 6. Чертеж общего вида. Детализация чертежа общего вида. Сборочный чертеж. Спецификация.

Понятие о чертеже общего вида и сборочном чертеже. Спецификация. Последовательность этапов детализации чертежа общего вида. Последовательность выполнения спецификации учебного сборочного чертежа.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

2.1. Порядок изучения курса

Изучение курса инженерной графики рекомендуется вести в следующем порядке:

1. Ознакомиться с темой по программе и методическим указаниям к выполнению контрольной работы.

2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме.

3. Изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Желательно законспектировать в рабочей тетради основные положения и выполнить отдельные чертежи.

4. Ответить на вопросы для самопроверки к каждой теме программы. В случае затруднений следует обращаться за консультацией на кафедру.

5. Выполнить графическую работу по теме по порядку, указанному в методических указаниях к теме.

Чертежи, помещенные в методических указаниях, служат примерами расположения материала на листе и характеризуют объем и содержание темы.

2.2. Контрольные работы

Основная форма работы студентов, изучающих инженерную графику – это выполнение графических работ по темам, указанным в программе. Все графические работы для студентов заочного обучения программами разбиты на две контрольные работы – №1 и №2. Контрольная работа №1 содержит материал, охватывающий темы 1 и 2 рабочей программы – общие правила выполнения чертежей и проекционное черчение. Контрольная работа №2 содержит материал курса машиностроительного черчения и охватывает материал рабочей программы с 3 по 6 темы.

Основная форма отчетности – выполненная графическая контрольная работа и сдача зачета по инженерной графике. Контрольная работа проходит две стадии проверки: рецензирование работы преподавателем и устная защита контрольной работы студентом. Результатом рецензирования является «зачтено» для правильно выполненного задания и «незачтено» для работы, требующей внесения исправлений. Преподаватель в праве аннулировать и передать на кафедру представленную контрольную работу, если при собеседовании убеждается, что контрольная работа выполнена не самим студентом или не по своему варианту.

Контрольную работу рекомендуется предоставлять на рецензирование в сроки, предусмотренные рабочим планом изучения курса.

Рецензирование контрольных работ является основной формой руководства самостоятельной работой студентов со стороны преподавателей. Прорецензированную контрольную работу вместе с рецензией возвращают студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять, они должны оставаться до предъявления чертежей на зачете. Контрольная работа зачитывается только при правильном выполнении чертежей по всем темам, входящим в нее. На повторную рецензию, в случае большого количества ошибок и необходимости их исправления, нужно предъявлять всю работу полностью вместе со всеми предыдущими рецензиями по ней. По всем неясным вопросам следует обращаться за консультацией на кафедру.

Защищенную контрольную работу студенты приносят на зачет. Зачет состоит из:

- 1) просмотра преподавателем выполненных графических работ;
- 2) выполнения студентом зачетных заданий;
- 3) вопросов преподавателя по чертежам, выявляющих знание ГОСТов ЕСКД и умение читать чертежи.

В случае незачета заведующий кафедрой или лицо, им уполномоченное, определяет, должен ли допущенный к пересдаче студент выполнять дополнительные работы или может явиться для новой сдачи с прежними работами.

После сдачи зачета графические работы студентов остаются на хранение на кафедре.

2.3. Правила оформления контрольных работ

Чертежи контрольных работ №1 и №2 должны быть сданы на регистрацию в методический кабинет заочного факультета, сброшюрованными в альбом с титульным листом (рис. 1).

<p>Федеральное агентство по образованию ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»</p> <p>Контрольная работа № ____ по инженерной графике Иванова П.С.</p> <p>Шифр зачетки Домашний адрес</p> <p>Преподаватель _____</p> <p>200... / 200... уч. год</p>
--

Рис. 1. Образец титульного листа контрольной работы

2.4. Рекомендации по выполнению чертежей

Все чертежи должны быть выполнены в соответствии с ГОСТами ЕСКД и отличаться четким и аккуратным выполнением. Чертежи выполняют на листах чертежной бумаги формата, указанного по каждой теме в программе (о форматах см. ГОСТ 2.301 – 68). После вычерчивания рамки чертежа в правом нижнем углу намечают габаритные размеры основной надписи чертежа, единой для всех форматов. Форма основной надписи в соответствии с ГОСТ 2.104 – 68 и пример заполнения основной надписи даны на рис. 2. Обводить чертеж следует, прини-

мая толщину основных сплошных линий равной 0,5 ... 1,4 мм, а толщину остальных линий – согласно ГОСТ 2.303 – 68.

Основная надпись вычерчивается линиями двух типов. Примеры заполнения основной надписи даны в образце выполнения каждой графической работы.

				<i>№ графической работы</i> <i>№ варианта</i> ИГ.01.23				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>И док-им</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проекционное черчение	<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб</i>	<i>Иванов А.</i>							1:1
<i>Проб</i>	<i>Петрова МИ</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Н контр</i>						№ зачетки		
<i>Чтв</i>	<i>Петрова МИ</i>							

Рис. 2. Основная надпись

2.5. Контрольная работа № 1

Контрольная работа №1 включает темы 1 и 2 рабочей программы и состоит из следующих графических работ:

Графическая работа № 1. Виды.

Построение по заданному наглядному изображению модели трех видов с простыми разрезами. Формат А3.

Графическая работа № 2. Простые разрезы.

Построение по двум заданным изображениям модели трех видов с простыми разрезами и прямоугольной изометрии с вырезом. Формат А3.

Графическая работа № 3. Сложные разрезы.

Построение по двум заданным изображениям модели трех видов с простыми и сложными разрезами. Формат А3.

Графическая работа № 4. Модель по описанию.

Построение по описанию модели трех видов с простыми разрезами. Формат А3.

2.6. Контрольная работа № 2

Контрольная работа №2 включает темы 3, 4, 5 и 6 рабочей программы и состоит из следующих графических работ:

Графическая работа № 5. Разъемные соединения.

Построение изображений резьбовых соединений по заданному варианту. Формат А3.

Графическая работа № 6.

Выполнение по заданным наглядным изображениям эскизов деталей. Два формата А4.

Графическая работа № 7.

Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида. Форматы по потребности.

Графическая работа № 8.

Выполнение учебного сборочного чертежа изделия (сборочной единицы) и спецификации:

Вариант 1. По заданному наглядному изображению изделия с описанием и рабочими чертежами всех деталей.

Вариант 2. По выбранному самостоятельно изделию (сборочной единице), например, вентиль, пробковый кран, клапаны запорный и т.п., состоящему из 5...7 деталей, не считая стандартных.

**3. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1**

В соответствии с ГОСТ 2.305 – 68 изображения предметов, изделий или их составных частей выполняют по методу прямоугольного проецирования. Изображаемый предмет при этом располагают между наблюдателем и плоскостью проекций.

При выполнении чертежей за основные плоскости проекций принимают шесть граней полого куба: фронтальную – 1, горизонтальную – 2, профильную – 3 и им параллельные 4, 5 и 6, которые разворачивают, как показано на рис. 3 и рис. 4, совмещая с фронтальной плоскостью проекций.

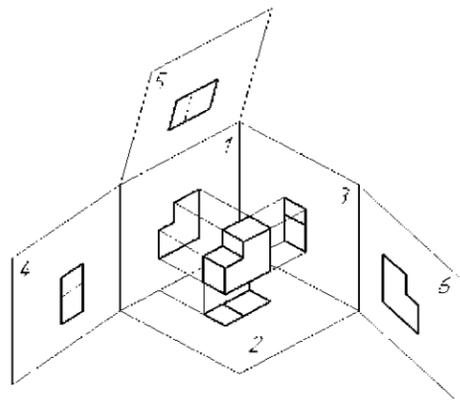


Рис. 3. Основные плоскости проекций

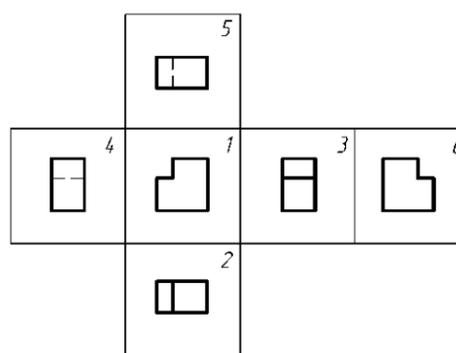


Рис. 4. Основные виды

Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о его форме и размерах. Это изображение принимается в качестве главного.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания, разделяются на виды, разрезы, сечения. Классификация изображений дана на рис. 5.

Количество изображений на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для получения исчерпывающего представления об изображаемом предмете.

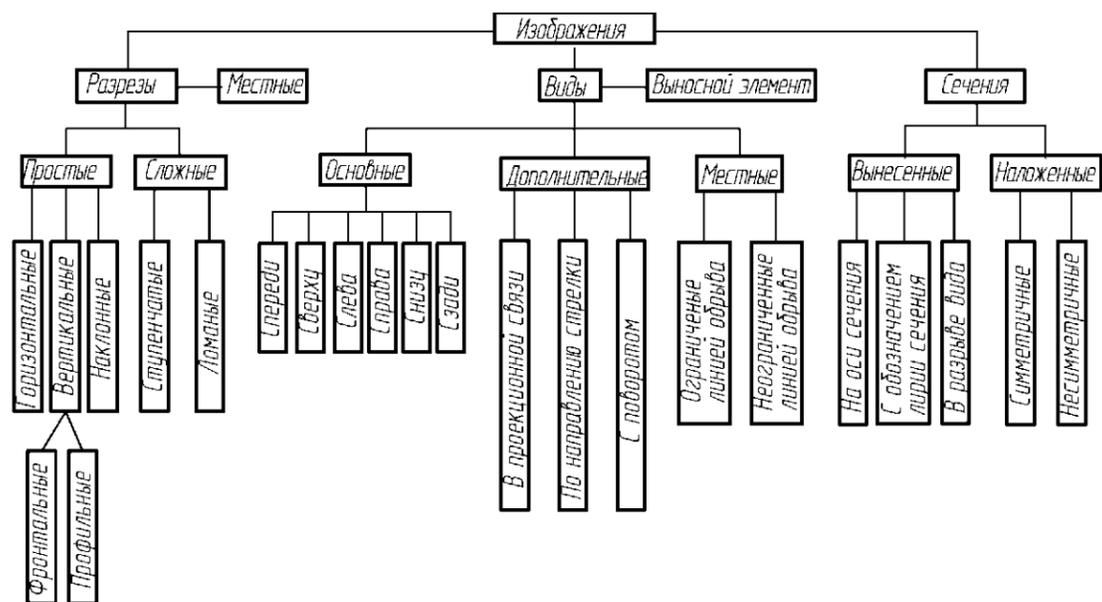


Рис. 5. Классификация изображений

3.1. Виды

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Виды подразделяют на *основные, дополнительные и местные*.

Основные виды получают при проецировании предмета на основные плоскости проекций (см. рис. 3 и 4). Установлены следующие названия основных видов: 1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

На машиностроительных чертежах не проводят оси координат и линии связи проекций. Названия видов на чертежах не подписывают, если они расположены в проекционной связи, как показано на рис. 3. Если один из видов расположен не в проекционной связи с главным изображением, то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего вида. Показывая вид полностью, над стрелкой и над полученным видом следует нанести одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 6, а), а можно показать только часть вида (рис. 6, б).

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют *дополнительные виды*, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций.

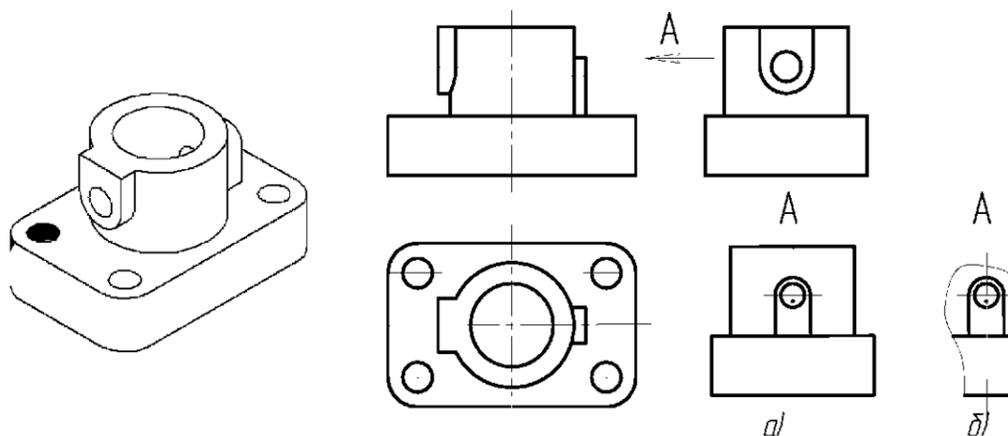


Рис. 6. Обозначения основных видов

Соотношение размеров стрелки показано на рис. 7.

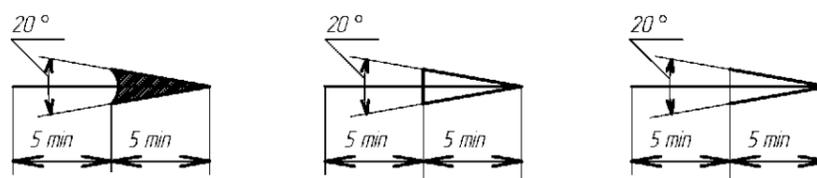


Рис. 7. Соотношение размеров стрелок при обозначении видов

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют *дополнительные виды*, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций.

Дополнительный вид может быть изображен не полностью, а с обрывом той части, которая на основных видах проецируется без искажения (рис. 8).

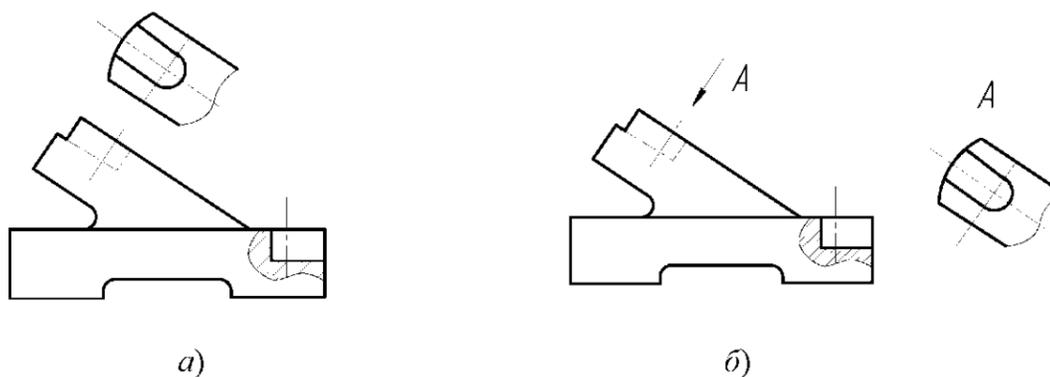


Рис. 8. Виды дополнительные

Дополнительные виды, расположенные в непосредственной проекционной связи, на чертеже не обозначаются (рис. 8, *а*). Если дополнительный вид выполнен не в проекционной связи, то он сопровождается надписью типа «А», а у связанного с ним изображения, ставится стрелка, указывающая направление взгляда, и соответствующая прописная буква русского алфавита (рис. 8, *б*).

Дополнительный вид допускается поворачивать для облегчения чтения чертежа до положения, принятого для данного предмета на главном изображении. При этом надпись должна быть дополнена условным графическим изображением (рис. 9, а). Условный графический знак, заменяющий слово «повернуто», приведен на рис. 9, б.

Изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета называется *местным видом*. Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду. Местный вид может быть ограничен линией обрыва или не ограничен (рис. 10). В том случае, когда вид имеет ось симметрии, допускается применять вид с обрывом или половину вида. В первом случае границей изображения является волнистая линия, во втором случае – ось симметрии. Местный вид может быть частью основного или дополнительного вида (см. рис. 6, б, рис. 8).

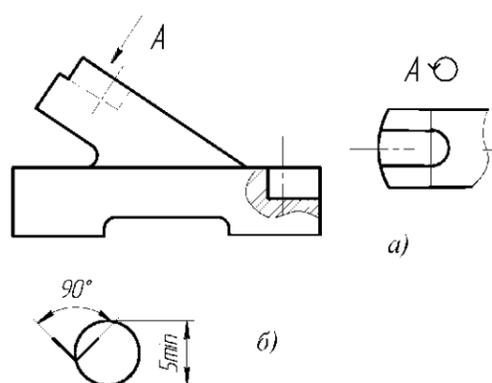


Рис. 9. Вид дополнительный повернутый

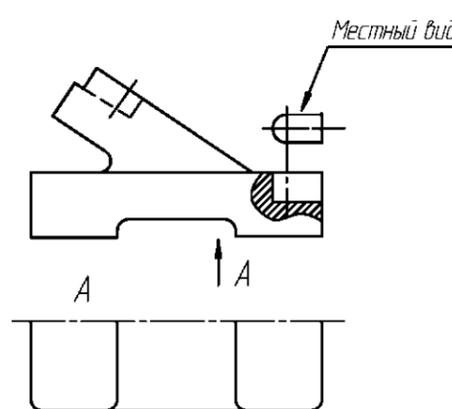


Рис. 10. Местный Вид

3.2. Разрезы

Разрез – изображение предмета, рассеченного одной или несколькими плоскостями. При этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменение других изображений того же предмета.

На разрезе показывается то, что расположено в секущей плоскости, и то, что расположено за ней.

Многообразие разрезов, применяемых при выполнении чертежей, может быть отнесено к нескольким типам.

1. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы делятся на:

- *простые* – одна секущая плоскость (рис. 11 и 12);

- *сложные* – две и больше секущих плоскостей. Сложные разрезы называют *ступенчатыми*, если секущие плоскости параллельны (рис. 13) и *ломаными*, если секущие плоскости пересекаются (рис. 14).

2. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекции разрезы разделяются на:

- *горизонтальные* – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

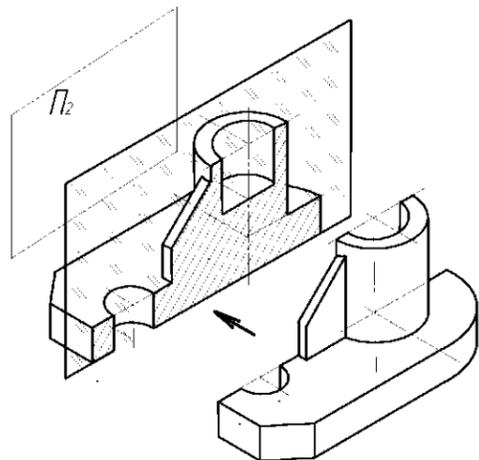


Рис. 11. Образование простого фронтального разреза

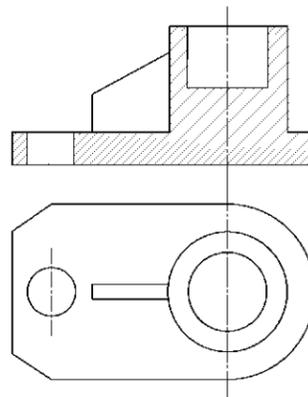


Рис. 12. Разрез простой фронтальный

- *вертикальные* – секущая плоскость перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекции (рис. 12). Вертикальные разрезы называются *фронтальными* (см. рис. 12), если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильными*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекции;

- *наклонные разрезы* – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью угол, отличный от прямого угла.

3. В зависимости от положения секущей плоскости относительно основных измерений предмета различают разрезы:

- *продольные* – секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета;

- *поперечные* – секущая плоскость перпендикулярна к длине или высоте предмета.

4. В зависимости от полноты изображения разрезы бывают:

- *полные* – секущая плоскость пересекает весь предмет и изображения внутреннего его строения показывают по всему сечению (см. рис. 12);

- *местные* – секущая плоскость «вскрывает» только ту часть предмета, в которой требуется показать его внутреннюю форму. Границы местного разреза показывают сплошной волнистой линией (см. рис. 10).

Разрезы вертикальные и горизонтальные помещают на месте соответствующих видов, т.е. фронтальный – на месте вида спереди (см. рис. 12), горизонтальный – на месте вида сверху, профильный – на месте вида слева или совмещают с соответствующим видом (рис. 15).

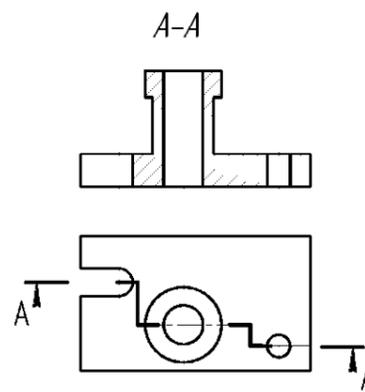


Рис. 13. Ступенчатый разрез

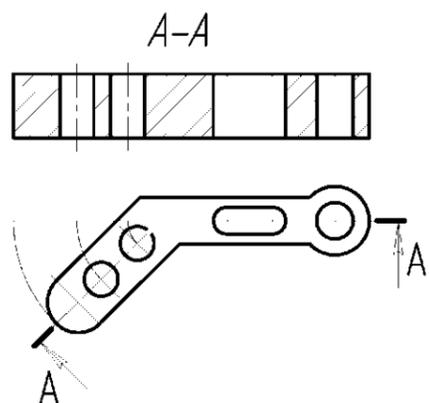


Рис. 14. Ломанный разрез

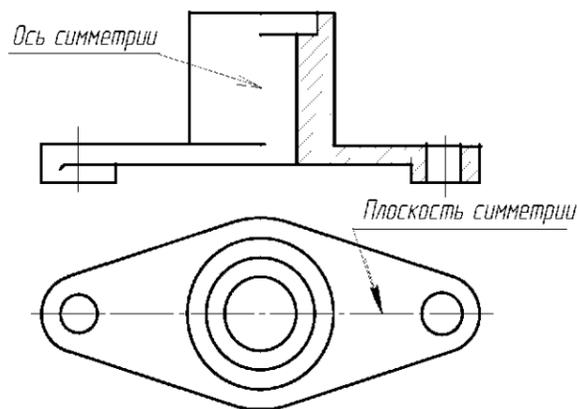


Рис. 15. Совмещение половины вида и половины разреза

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости не указывают и разрез надписью не сопровождают (см. рис.15). Разрезы наклонные должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками. Такие разрезы располагаются на свободном поле чертежа. Наклонный разрез можно повернуть, добавив к надписи условное графическое изображение.

На одном изображении допускается соединять часть вида и часть разреза. Линии невидимого контура обычно не показываются на соединяемых частях вида и разреза.

Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры, то можно соединить половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии (рис. 16).

Если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, то вид от разреза отделяется сплошной волнистой линией, проводимой левее или правее оси симметрии (рис. 17).

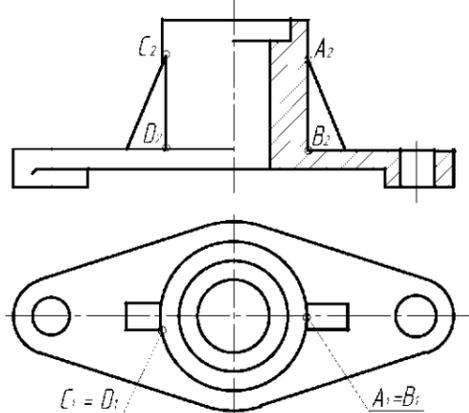


Рис. 16. Ребро жесткости в разрезе и на виде

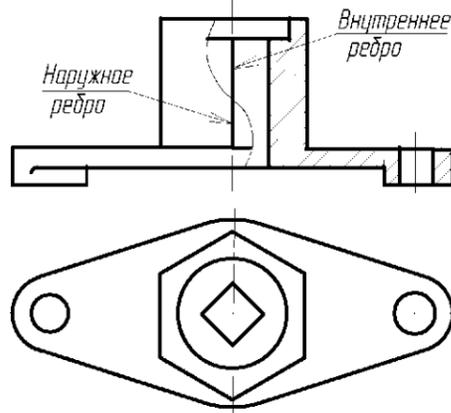


Рис. 17. Соединение части вида и части разреза

Ребра жёсткости и тонкие стенки в продольном разрезе выделяются из разреза и не штрихуются. Граница между выделенным элементом и разрезом остальной части выбирается так, чтобы не нарушить форму предмета в месте примыкания (здесь по очерковой образующей цилиндра АВ). Для сравнения показано ребро CD на половине вида (см. рис. 16).

Графические обозначения материалов в сечениях по ГОСТ 2.306-68 показаны на рис.18.

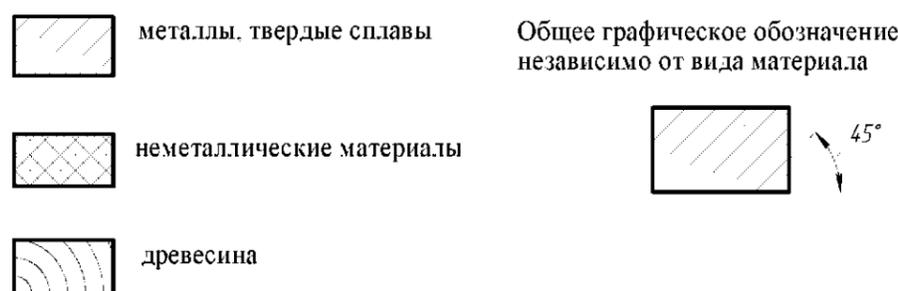


Рис. 18. Штриховка материалов в разрезах и сечениях

3.3. Сечения

Сечением называется изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

Секущие плоскости выбираются так, чтобы получались нормальные поперечные сечения. На сечении показывают только то, что расположено в секущей плоскости.

В зависимости от формы фигуры, получаемой при рассечении предмета сечения можно разделить на симметричные (рис. 19, а) и несимметричные (рис. 19, б, в).

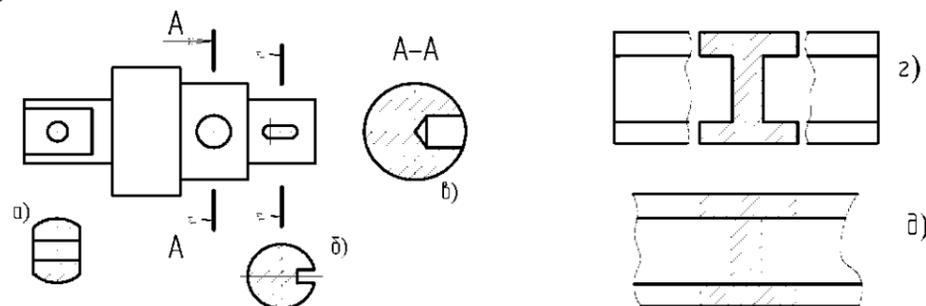


Рис. 19. Сечения

В зависимости от расположения на чертеже сечения можно разделить на вынесенные и наложенные.

Вынесенные сечения могут располагаться на свободном поле чертежа (рис.19 а, б, в) или в разрыве изображения предмета (рис. 19, г). Контур вынесенного сечения и сечения в разрыве изображаются сплошными основными линиями (см. рис. 19, г).

Наложённые сечения изображаются непосредственно на изображении

предмета (рис. 19, *д*). Контур наложенного сечения выполняется сплошными тонкими линиями, причем контур изображения предмета в месте расположения сечения не прерывается.

При вычерчивании вынесенных симметричных сечений, выполненных в соответствии с рис. 19, *а*, и наложенных симметричных сечений положение секущей плоскости не указывается и сечение не обозначается.

Для несимметричных вынесенных сечений (см. рис. 19, *б*) или несимметричных наложенных сечений при построении сечения в проекционной связи положение секущей плоскости указывается линией сечения с указанием стрелками направления взгляда, но буквами не обозначается.

Во всех остальных случаях выполнения сечений положение секущей плоскости должно быть указано линией сечения с указанием стрелками направления взгляда буквами, а над самим сечением выполняется надпись теми же буквами (рис. 19, *в*).

ГОСТ 2.305 – 68 разрешает изображать сечения, состоящие из отдельных частей, в подобных случаях сечение выполняется по типу разреза (см. рис. 19, *а*).

Для рационального использования поля чертежа фигуру сечения можно поворачивать. В этом случае к надписи, обозначающей сечение, добавляют знак «повернуто» (см. рис. 9, *б*).

3.4. Выносные элементы

Если какая-либо часть предмета требует графического пояснения формы, ввиду мелкого ее изображения, то применяют дополнительное ее изображение, выполненное в большем масштабе, называемое *выносным элементом*.

При выполнении выносного элемента соответствующее место изображения выделяют окружностью, проведенной тонкой линией, и обозначают, как показано на рис. 20.

Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении и отличаться от этого изображения по содержанию. Например, изображение может быть видом, а выносной элемент разрезом.

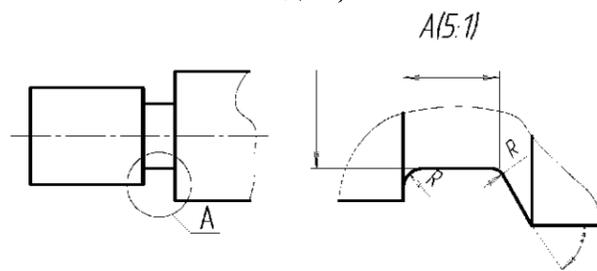


Рис. 20. Выносной элемент

3.5. Основные правила нанесения размеров

Размеры на чертежах наносят в соответствии с ГОСТ 2.307 – 68.

Величина изображенного на чертеже изделия и его элементов определяется размерными числами, нанесенными на чертеже.

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

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях (на строительных чертежах размеры допускается повторять).

Линейные размеры – длину, высоту, ширину, радиус, диаметр окружности на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 6° , $6^\circ 45'$, $6^\circ 45' 30''$.

Простые дроби для размерных чисел применять не допускается (за исключением размеров в дюймах).

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные линии ограничивают стрелками, размеры которых приведены на рис. 21.

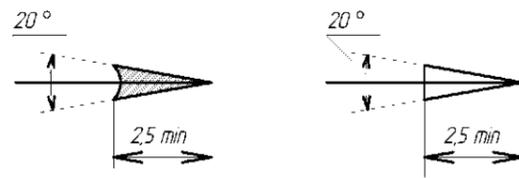


Рис. 21. Стрелки размерных линий

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи. Если цепь замкнута, то один из размеров является справочным и обозначается * (рис. 22, а). Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями (рис. 22, б).

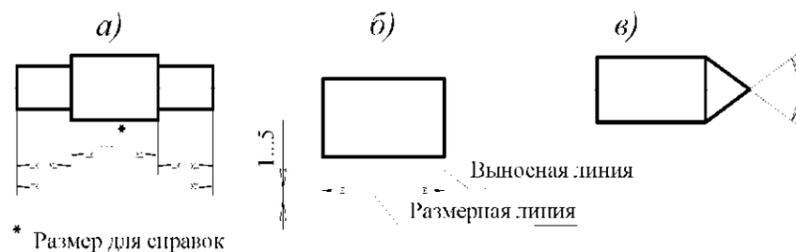


Рис. 22. Выносные и размерные линии

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рис. 22, в).

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным. Минимальные расстояния между размерной линией и линией контура должны быть 10 мм, а между параллельными размерными – 7 мм.

Размерные линии между собой не должны пересекаться. Выносные линии должны выходить за размерные на 1...5 мм. Размерные и выносные линии выполняются тонкой сплошной линией. Размерные числа наносят над размерной линией, параллельно ей и возможно ближе к ее середине. В пределах одного чертежа размерные числа выполняются цифрами одного размера шрифта. Размерные числа, знаки диаметра, радиуса, квадрата и др. выполнить шрифтом 5 (можно 3,5). Диаметры отверстий, показанных в разрезе, наносят на разрезе (рис. 23). Во всех случаях указания диаметра перед размерным числом ставится знак \varnothing (см. рис. 16). Перед размерным числом, определяющим величину радиуса,

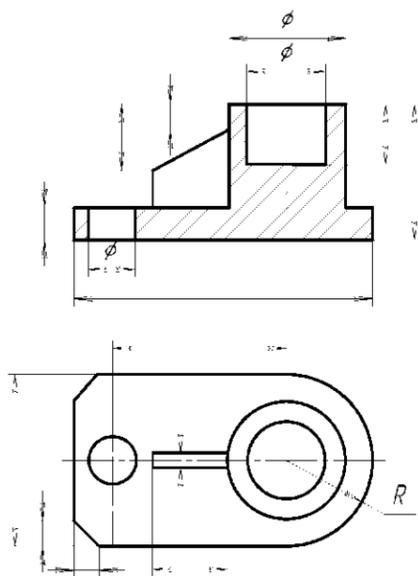


Рис. 23. Нанесение размеров

ставится прописная буква R (см. рис. 23). Размеры квадрата наносят, как показано на рис. 24 з, д.

На изображениях, соединяющих половину вида с половиной разреза (или часть вида с частью разреза), размеры, относящиеся к внутренним контурам, располагать со стороны разреза, размеры внешних элементов – со стороны вида.

При указании размера диаметра размерная линия может проводиться с обрывом, который выполняется дальше центра окружности или за осевой линией (рис. 24, а, б). Если для написания размерного числа над размерной линией для простановки стрелок недостаточно места, то размеры наносят, как показано на рис. 25.

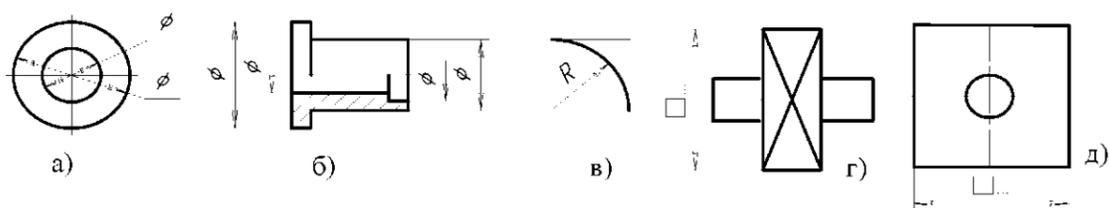


Рис. 24. Нанесение размеров окружностей и квадратов

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 26, а, б).

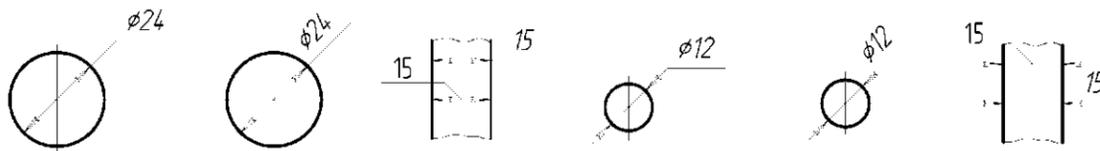


Рис. 25. Нанесение размеров на мелких чертежах

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими-либо линиями чертежа (осевыми, центровыми, линиями штриховки). Не допускается прерывать контурную линию для нанесения размерного числа и допускается разрывать ее при недостатке места для нанесения стрелки (рис. 26, в, г). Осевые, центровые линии и линии штриховки в месте нанесения размерного числа допускается прерывать (рис. 26, д).

При изображении предмета с разрывом размерные линии не прерываются.

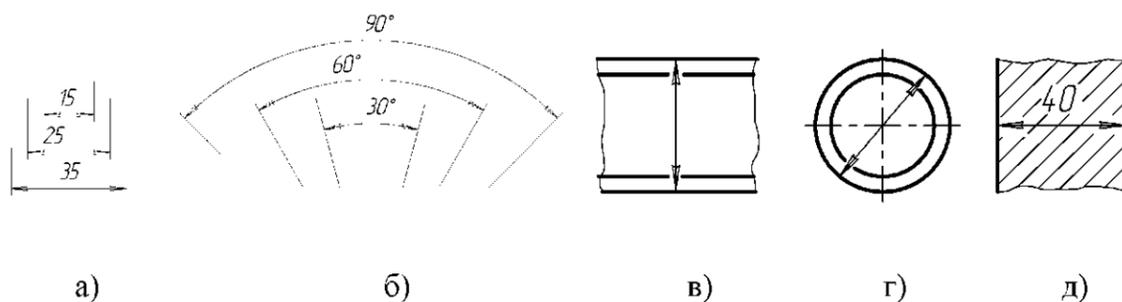


Рис. 26. Способы нанесения размеров

3.6. Аксонометрические проекции. Общие сведения

Во многих случаях при выполнении технических чертежей наряду с ортогональными изображениями необходимо иметь наглядные изображения. Для построения таких изображений применяют *аксонометрические проекции*, или *аксонометрию*. Название *аксонометрия* образовано из слов древнегреческого языка: *аксон* – ось и *метрео* – измеряю, следовательно, аксонометрия означает измерение по осям.

Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что данная фигура (на примере точка A) вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций или картинной плоскостью (плоскость Π' на рис. 27). Таким образом, аксонометрия – это проекция только на одну плоскость.

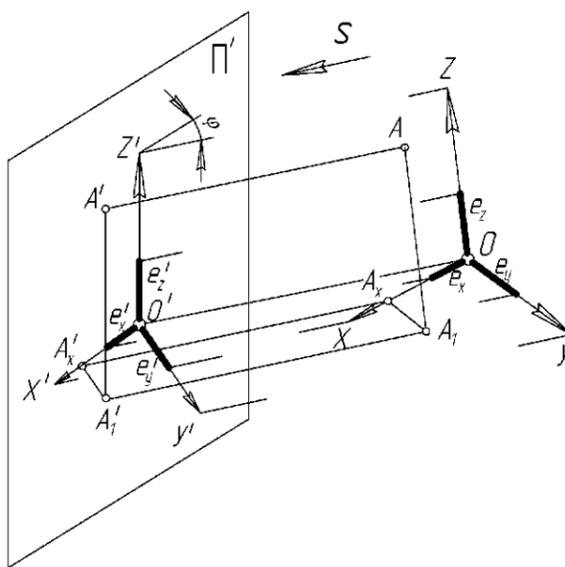


Рис. 27. Образование аксонометрических проекций

$Oxyz$ – оси координат в пространстве.

Точка А связывается с системой координат $Oxyz$ посредством натуральной координатной ломаной AA_1A_xO , где $[OA_x]=x_A$; $[OA_y]=y_A$; $[OA_z]=z_A$ – координаты точки А, измеренные натуральным единичным (масштабным) отрезком e .

S – направление проецирования.

Проекция A' точки А на Π' называется *аксонометрической* проекцией, проекция A_1' точки A_1 – вторичной проекцией, проекция $O'x'y'z'$ – аксонометрической системой координат.

$A' A_1' A_x' O'$ – аксонометрическая координатная ломаная;

e_x^1, e_y^1, e_z^1 – аксонометрические единичные (масштабные) отрезки.

Искажения по аксонометрическим осям определяются коэффициентами искажения, равными отношению аксонометрических единичных отрезков к натуральным:

$$\frac{e_x^1}{e} = u, \quad \frac{e_y^1}{e} = v, \quad \frac{e_z^1}{e} = w, \quad \text{где } u, v, w \text{ – коэффициенты искажения по аксонометрическим осям.}$$

Если направление проецирования S перпендикулярно Π' , то аксонометрические проекции называют *прямоугольными*, если не перпендикулярно, то проекции называют *косоугольными*.

В зависимости от сравнительной величины коэффициентов искажения по осям различают три вида аксонометрии:

- *изометрия* – все три коэффициента искажения равны между собой: $u=v=w$;
- *диметрия* – два коэффициента искажения равны между собой и отличаются от третьего: $u=v \neq w$; $v=w \neq u$; $u=w \neq v$;
- *триметрия* – все три коэффициента искажения не равны между собой: $u \neq v \neq w$.

В аксонометрии существует теорема, которая гласит, что сумма квадратов коэффициентов искажения по осям равна 2.

Стандартные аксонометрические проекции

ГОСТ 2.317-69 предусматривает применение в инженерной графике двух прямоугольных аксонометрий: *прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии* (рис. 28, а и 28, б); *косоугольной фронтальной изометрии и косоугольной фронтальной диметрии* (рис. 28, в и 28, г).

$$\text{Для прямоугольной изометрии } u^2+v^2+w^2=2; \quad u=v=w; \quad 3u^2=2; \quad u=\sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,82.$$

0,82- действительный коэффициент искажения по координатным осям в изометрии.

В инженерной практике применяют приведенный коэффициент, равный 1. Поэтому изображение получают увеличенным в $1/0,82 = 1,22$ раза.

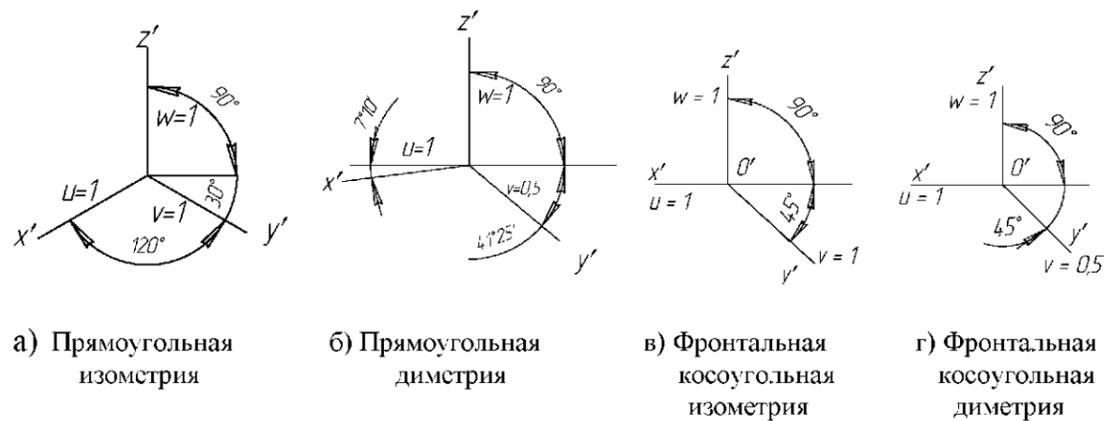


Рис. 28. Оси и коэффициенты искажения в аксонометрии

В изометрической проекции окружности изображаются в виде эллипсов. В инженерной практике эллипсы в аксонометрии заменяют четырехцентровыми овалами. Один из способов построения овала в изометрии показан на рис.29.

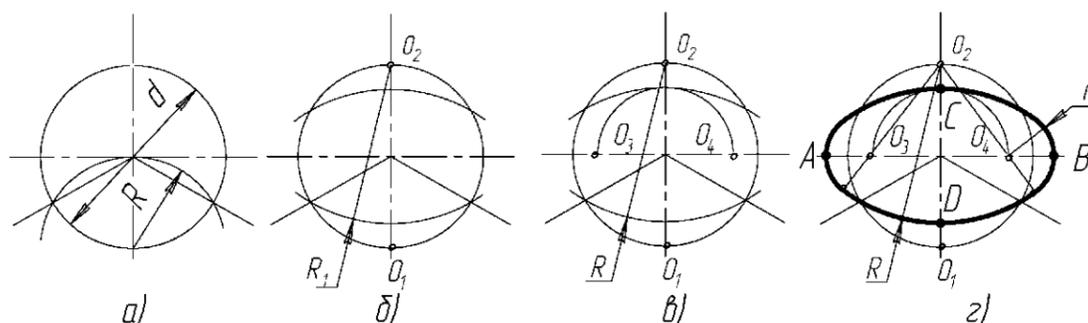


Рис. 29. Построение овала в изометрии

Большая ось эллипсов расположена всегда перпендикулярно соответствующим аксонометрическим осям (рис. 30).

Направление штриховки в изометрии выбирают параллельно диагоналям квадратов, построенных на плоскостях $x'o'y'$, $x'o'z'$, $y'o'z'$ (рис. 31).

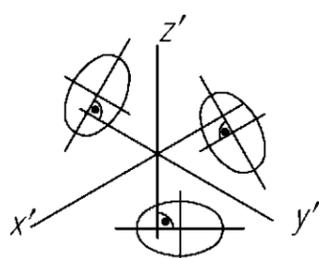


Рис. 30. Расположение осей эллипсов в изометрии

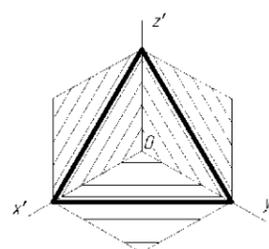


Рис. 31. Направление штриховки в изометрии

Построение плоской фигуры и шестигранника в изометрии приведено на рис. 32. Аксонометрические проекции параллельных прямых параллельны меж-

ду собой. Если в прямоугольных проекциях отрезок параллелен оси координат, то в аксонометрии он остается параллельным этой же оси.

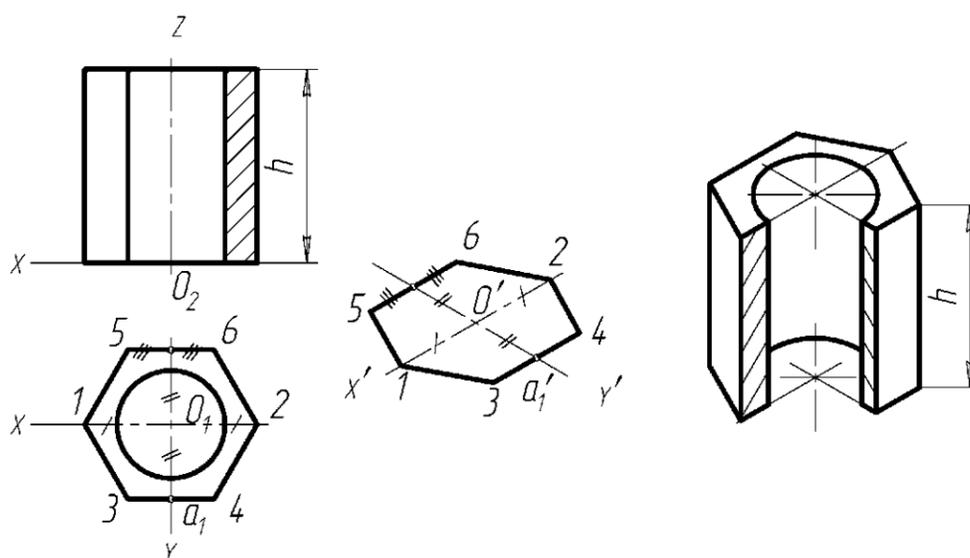


Рис. 32. Построение плоской фигуры и шестигранника в изометрии

3.7. Компоновка чертежа

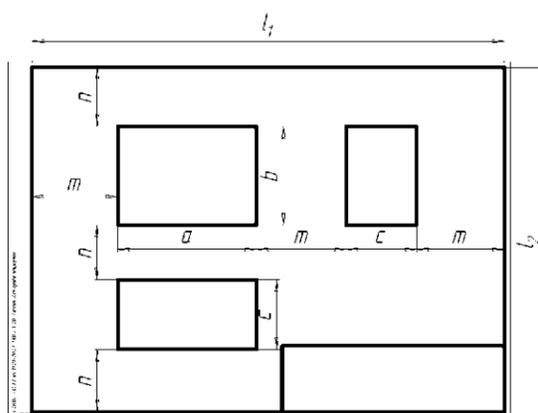


Рис. 33. Компоновка чертежа

Изображения на чертеже должны быть расположены таким образом, чтобы имелась возможность правильно нанести размеры и выполнить необходимые надписи. Эта часть работы называется компоновкой чертежа. Расстояния между изображениями определяются по формулам в соответствии с рис. 33.

$(l_1 - (a+c))/3=m$; $(l_2 - (b+d))/3=n$,
где a, b, c – габаритные размеры детали;
 m, n – расстояния от изображения до рамки чертежа и между изображениями по горизонтали и вертикали.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

4.1. Методические указания к выполнению графической работы № 1

Задание. Построить три вида модели (главный вид, вид сверху и вид слева) по данному наглядному изображению.

Работа выполняется на формате А3. Масштаб чертежа 1:1. Вариант индивидуального задания выбрать на рис. 34 по номеру зачетной книжки (последние

цифры). Всего вариантов 30. Если номер зачетной книжки 31, то вариант равен $31-30=1$. Пример выполнения дан на рис. 35.

Последовательность выполнения чертежа:

1. Определить геометрические тела, составляющие модель, и главный вид модели.
2. Выполнить компоновку чертежа, проведя оси координат. Чертеж должен занимать примерно 75 % поля формата.
3. В тонких линиях построить изображения. Сохранить построение проекций точек, принадлежащих линиям пересечения поверхностей, обозначив эти точки.
4. Нанести размеры.
5. Выполнить обводку чертежа.
6. Заполнить основную надпись.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите названия шести основных видов и укажите, как их располагают на чертеже?
2. Что называется главным видом?
3. Когда на чертеже делают надписи названий основных видов?
4. Какой вид называется дополнительным? Когда он обозначается на чертеже?
5. Какой вид называется местным?

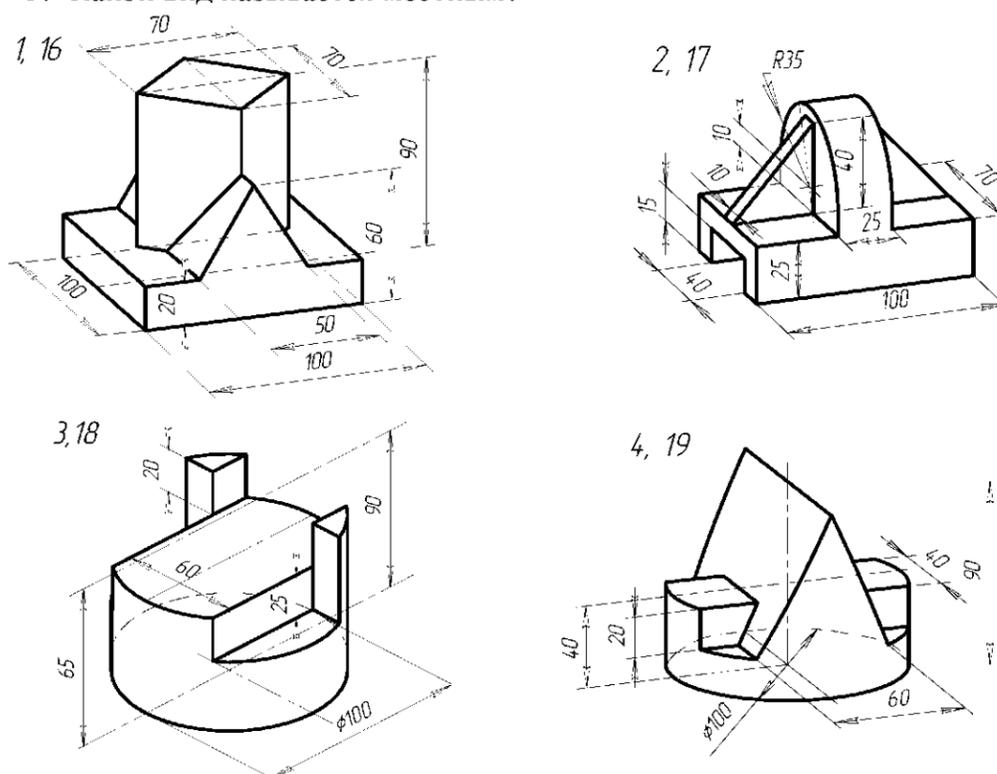


Рис. 34. Индивидуальные задания к графической работе № 1

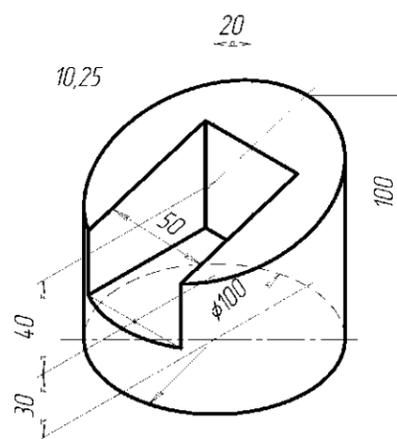
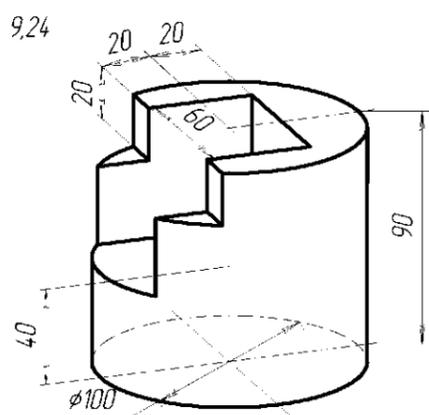
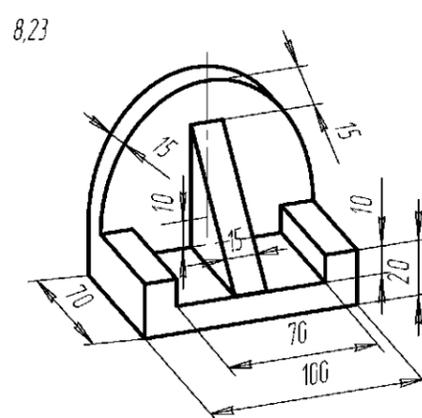
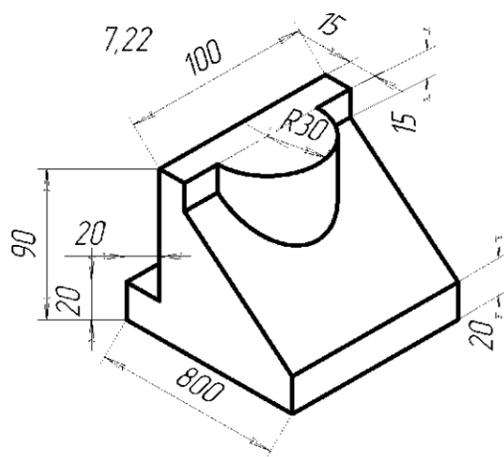
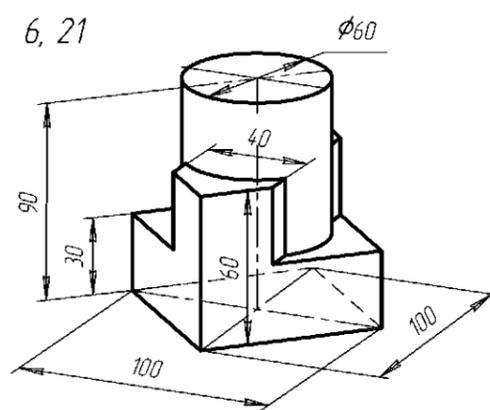
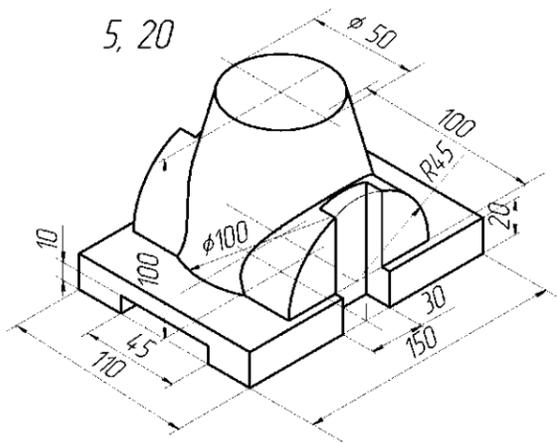


Рис. 34. Индивидуальные задания к графической работе № 1 (продолжение)

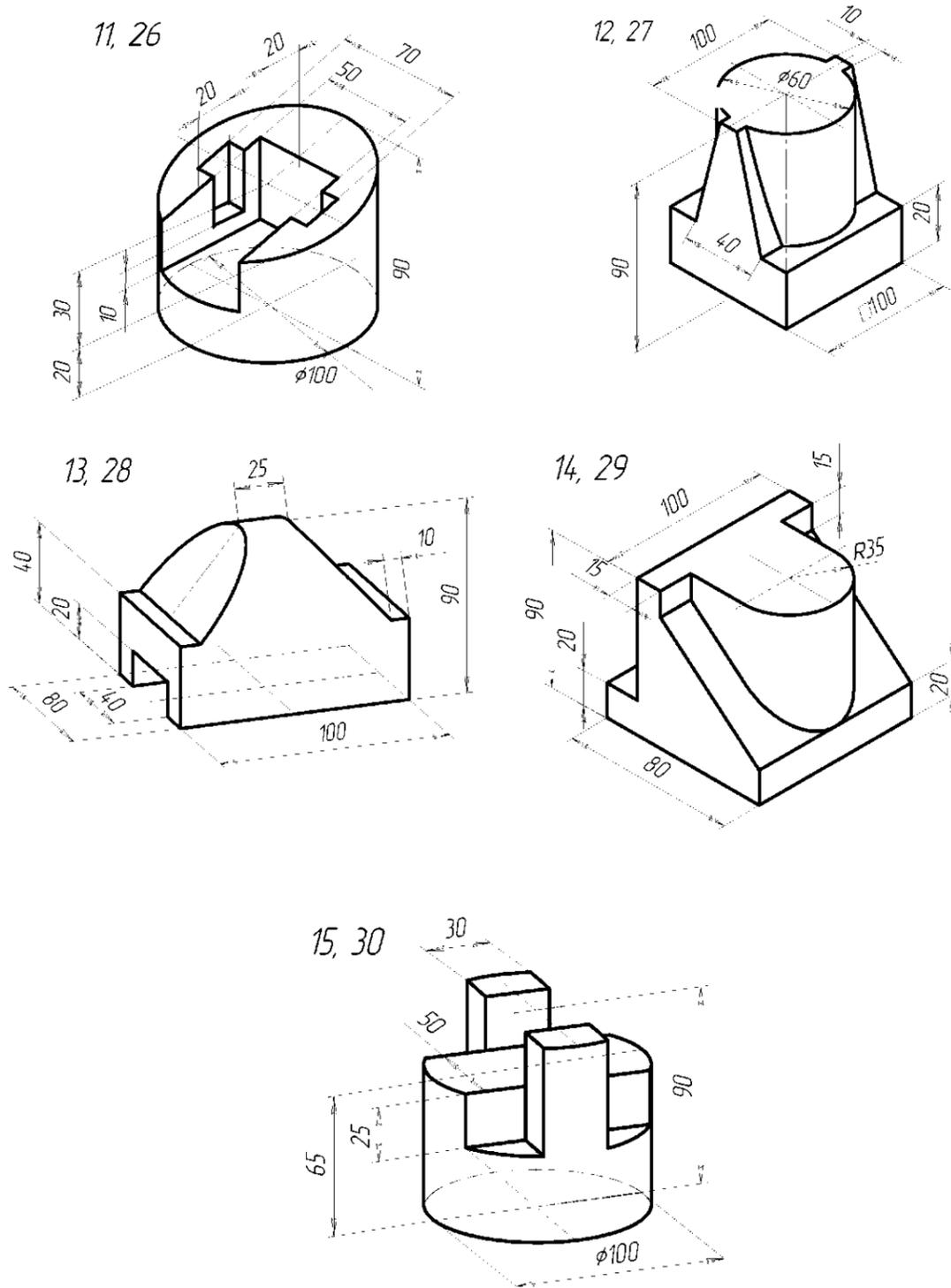


Рис. 34. Индивидуальные задания к графической работе № 1 (окончание)

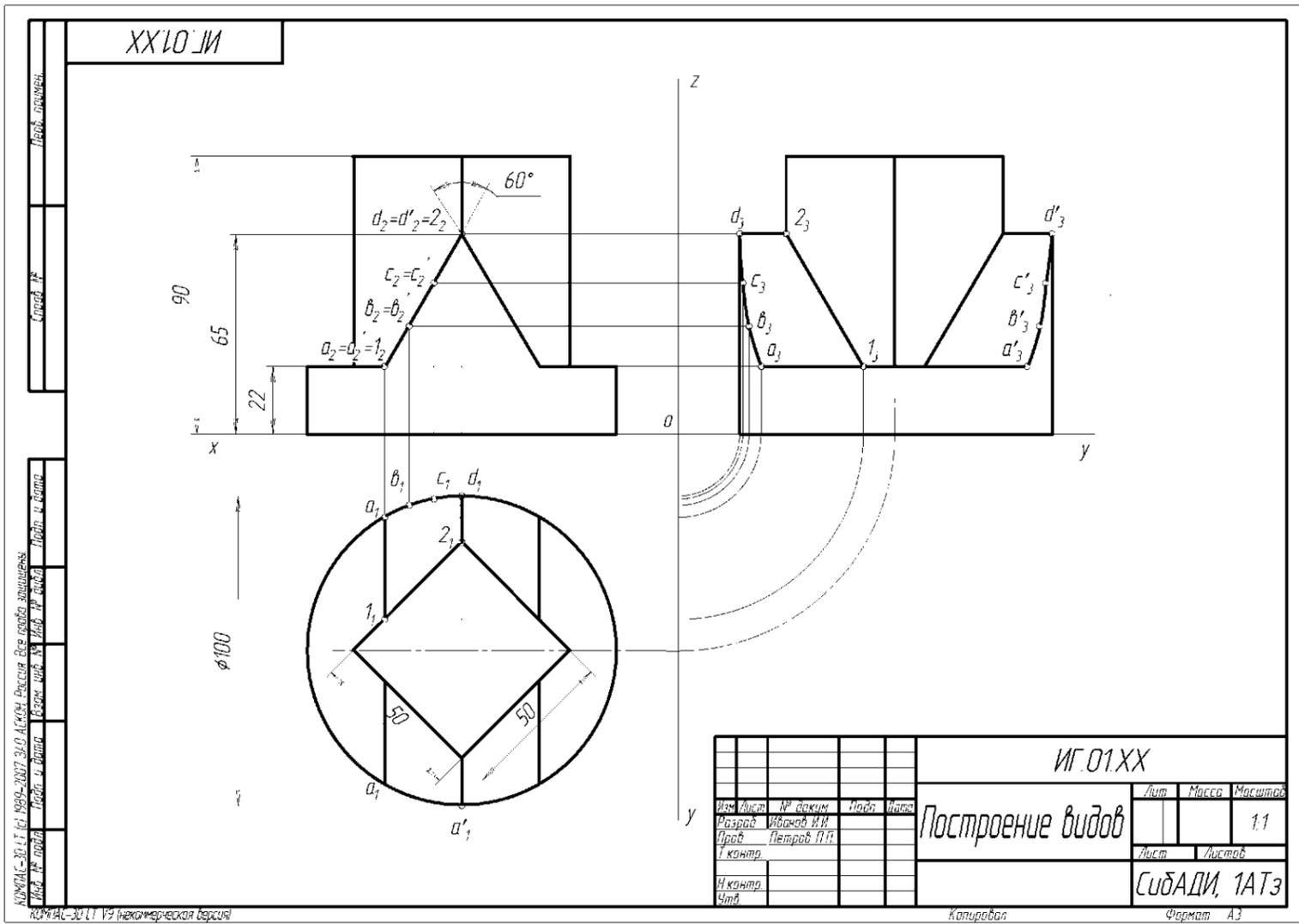


Рис. 35. Пример выполнения графической работы № 1

4.2. Методические указания к выполнению графической работы № 2

Задание. По двум заданным видам выполнить три изображения (главный вид с фронтальным разрезом, вид сверху, вид слева с профильным разрезом) и изометрическую проекцию.

Вариант индивидуального задания выбрать на рис. 36. Чертеж выполняется на формате А3 в масштабе 1:1. Пример выполнения дан на рис. 37.

Последовательность выполнения чертежа:

1. Выполнить компоновку чертежа. Оси координат на этом чертеже и всех последующих не проводятся.
2. Построить изображения.
3. Заштриховать разрезы, угол наклона линий штриховки равен 45° к рамке чертежа (ГОСТ 2.306 – 68). Расстояние между линиями штриховки 3...5 мм. Штриховку выполнять сплошной тонкой линией.
4. Нанести размеры, разместив их с учетом вида слева.
5. Начертить изометрию модели с вырезом одной четверти.
6. Заполнить основную надпись.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое разрез?
2. Для какой цели применяют разрезы?
3. Что такое полный разрез, простой и сложный разрезы?
4. Какой разрез называется горизонтальным? вертикальным? наклонным?
5. Какие бывают вертикальные разрезы?
6. Где могут быть расположены горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы?
7. В каком случае можно соединить половину вида с половиной разреза?
8. При соединении половины вида и половины разреза как следует выявлять внешнее или внутреннее ребро, совпавшее с осью симметрии?
9. Как обозначаются простые разрезы?
10. Каковы соотношения размеров стрелки, указывающей направление взгляда при выполнении сечения и разреза?
11. Когда простой разрез можно не обозначать?
12. Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических изображениях?
13. Как направляются линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях?

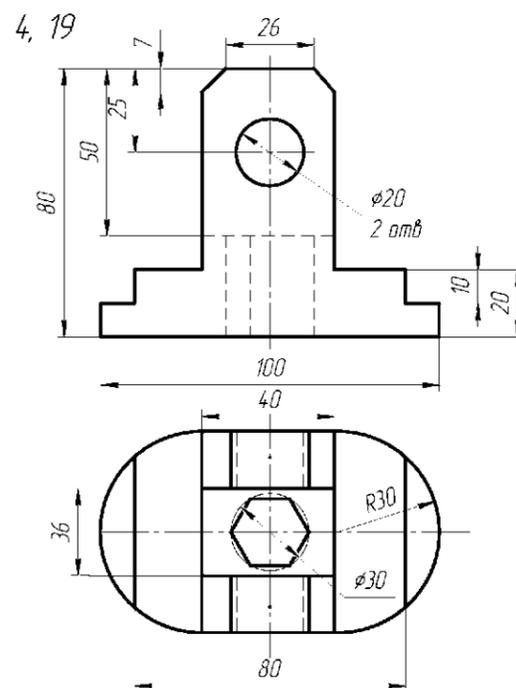
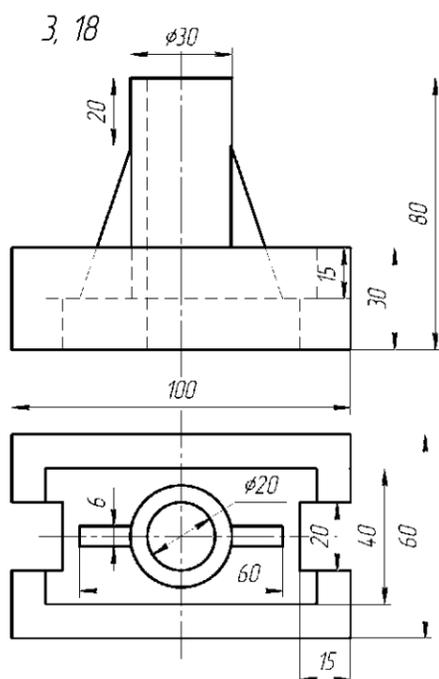
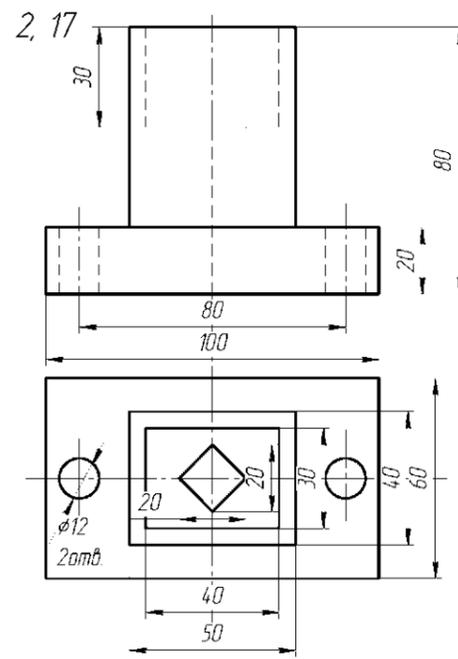
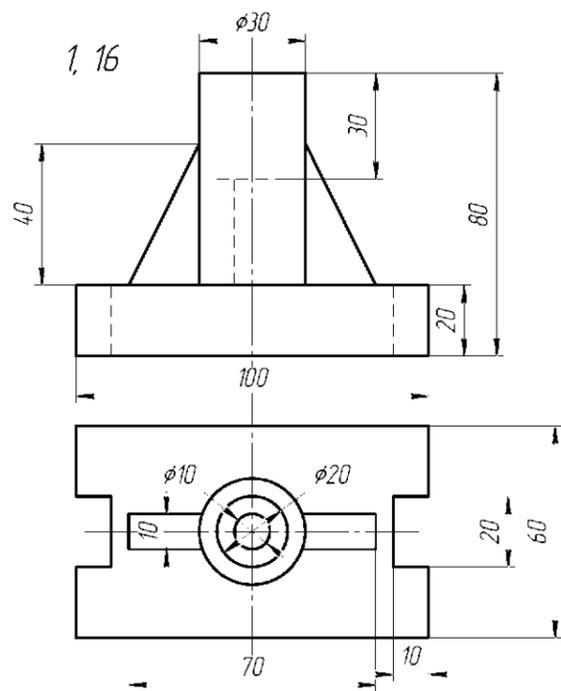
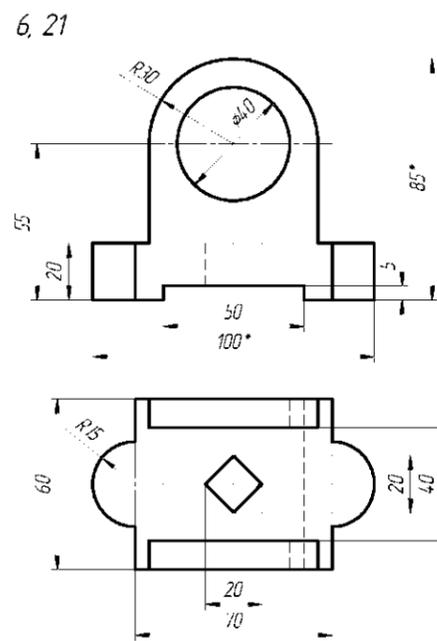
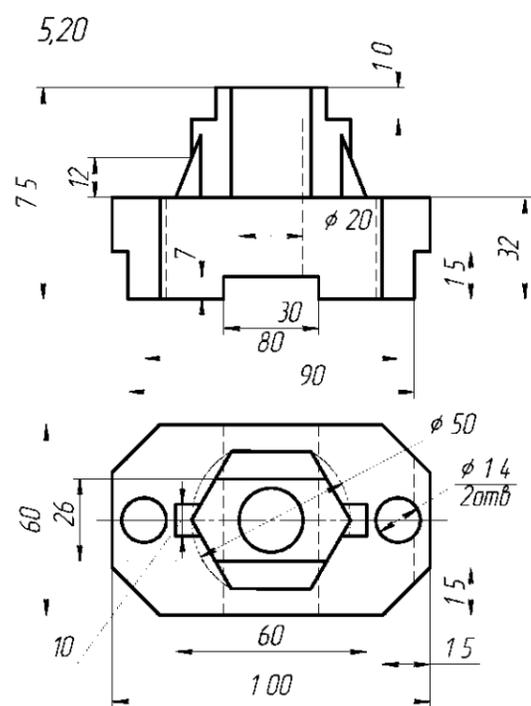


Рис. 36. Индивидуальные задания к графической работе № 2



* Размеры для справок

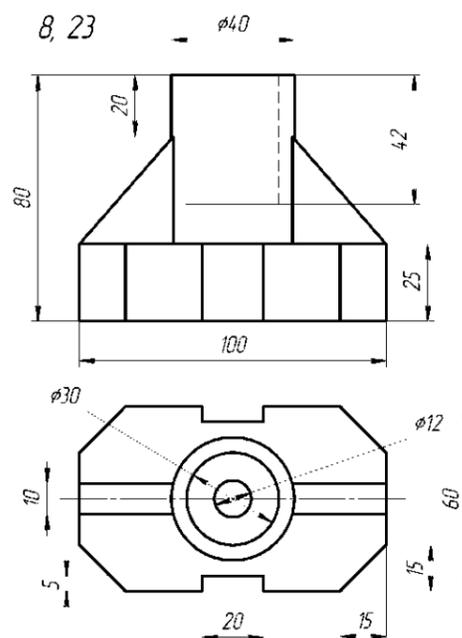
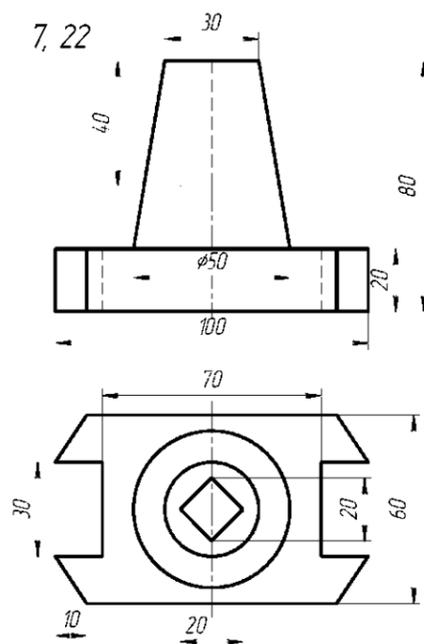


Рис. 36. Индивидуальные задания к графической работе № 2 (продолжение)

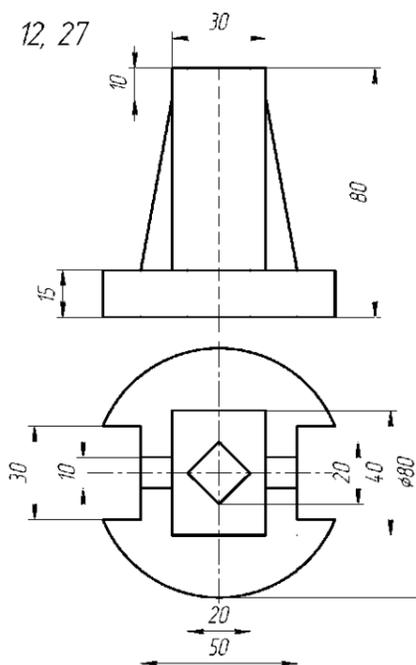
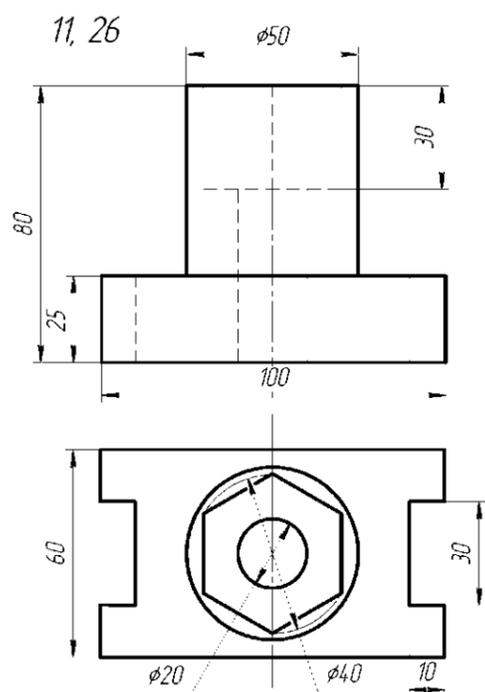
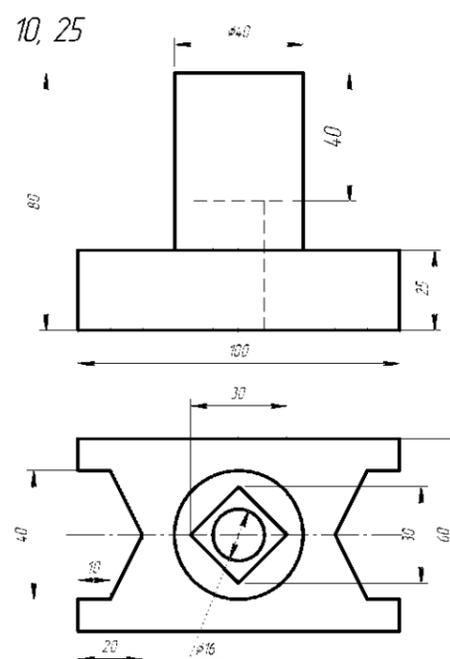
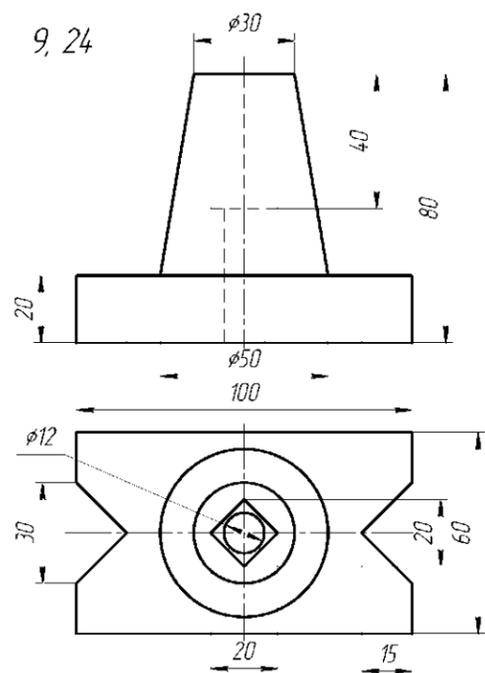
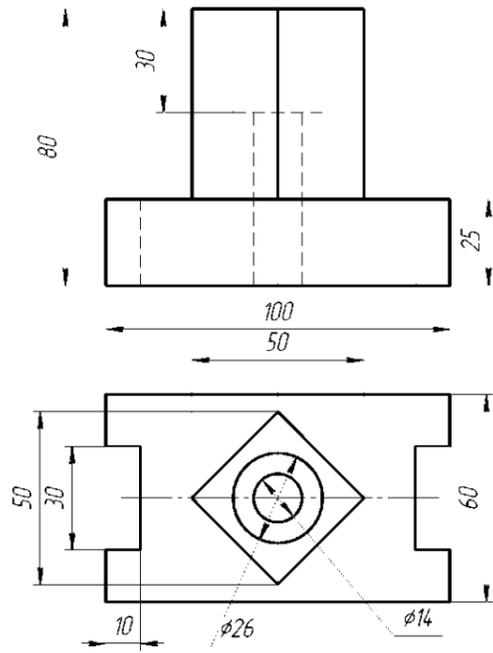
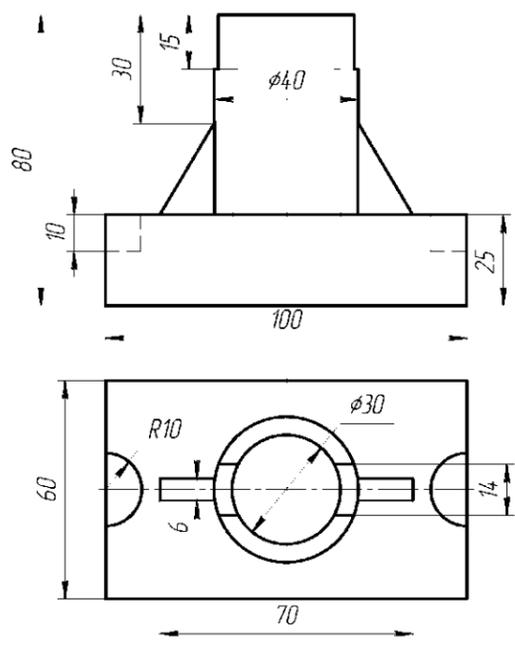


Рис. 36. Индивидуальные задания к графической работе № 2 (продолжение)

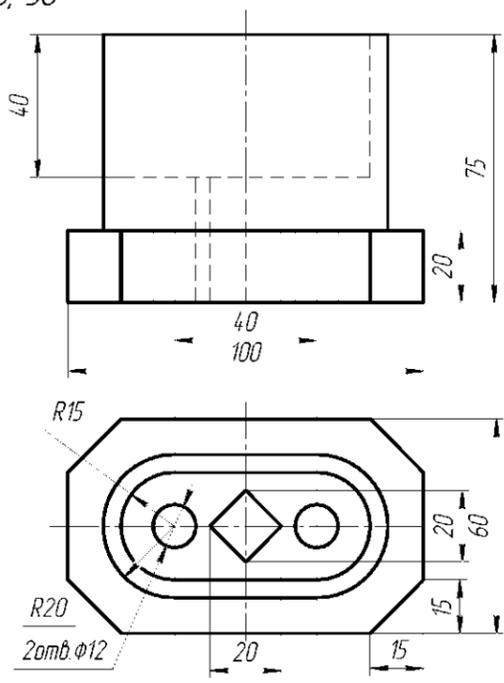
13, 28



14, 29



15, 30



16

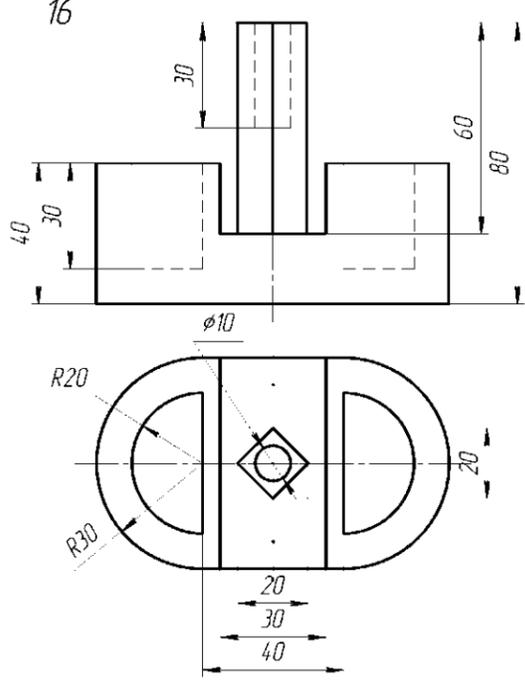


Рис. 36. Индивидуальные задания к графической работе № 2 (окончание)

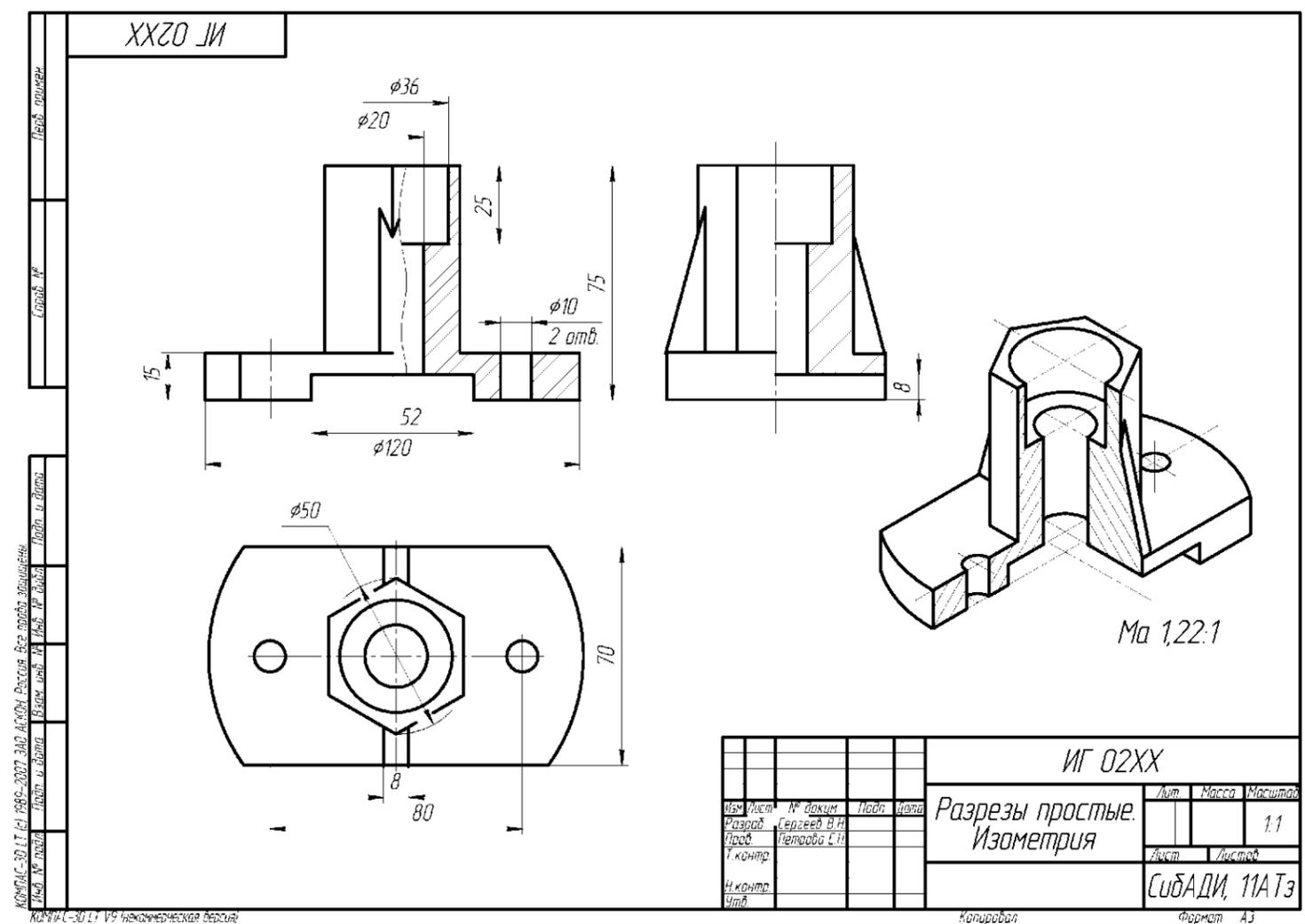


Рис. 37. Пример выполнения графической работы № 2

4.3. Методические указания к выполнению графической работе № 3

Задание. По двум заданным видам выполнить три изображения (вместо главного вида – сложный разрез, вид сверху и вид слева). Вариант индивидуального задания выбрать на рис. 38. Пример выполнения дан на рис. 39.

Чертеж выполняется на формате А3 в масштабе 1:1.

Последовательность выполнения чертежа:

1. Изучить геометрическую форму предмета, его внутреннее строение.
2. Продумать содержание изображений.
3. Произвести компоновку чертежа.
4. Начертить изображения.
5. Нанести размеры.
6. Заполнить основную надпись.

4.4. Методические указания к выполнению графической работе № 4

Задание. По заданному описанию предмета построить три изображения предмета (вид спереди с фронтальным разрезом, вид слева с профильным разрезом и вид сверху).

Предмет представляет собой призму с разным количеством граней или цилиндр с двумя сквозными отверстиями – призматическим и цилиндрическим. Варианты заданий даны в табл. 1 и табл. 2. Пример выполнения чертежа приведен на рис. 40.

Цилиндрическое отверстие для всех вариантов одинаковое – сквозное вертикальное диаметром 30 мм, ось отверстия проходит через центр окружности, описанной вокруг основания призмы или через центр окружности основания цилиндра. Призматическое отверстие выбрать в соответствии с вариантом по табл. 2.

Последовательность выполнения чертежа:

1. По номеру варианта из табл. 1 и табл. 2 определить внешнюю форму предмета и форму отверстий.
2. Построить три вида внешней формы предмета, выполнить изображение призматического отверстия на главном виде по форме и размерам, данным в табл. 2.
3. Построить проекции этого отверстия на виде сверху, применяя штриховые линии, и на виде слева. После этого построить изображение цилиндрического отверстия, начав построение с вида сверху.
4. После построения трех видов необходимо выполнить фронтальный разрез, совмещая его с видом спереди, и профильный разрез, совмещая его с видом слева. При построении профильного разреза построить линии пересечения цилиндрического и призматического отверстий.
5. Нанести размеры.
6. Заполнить основную надпись.

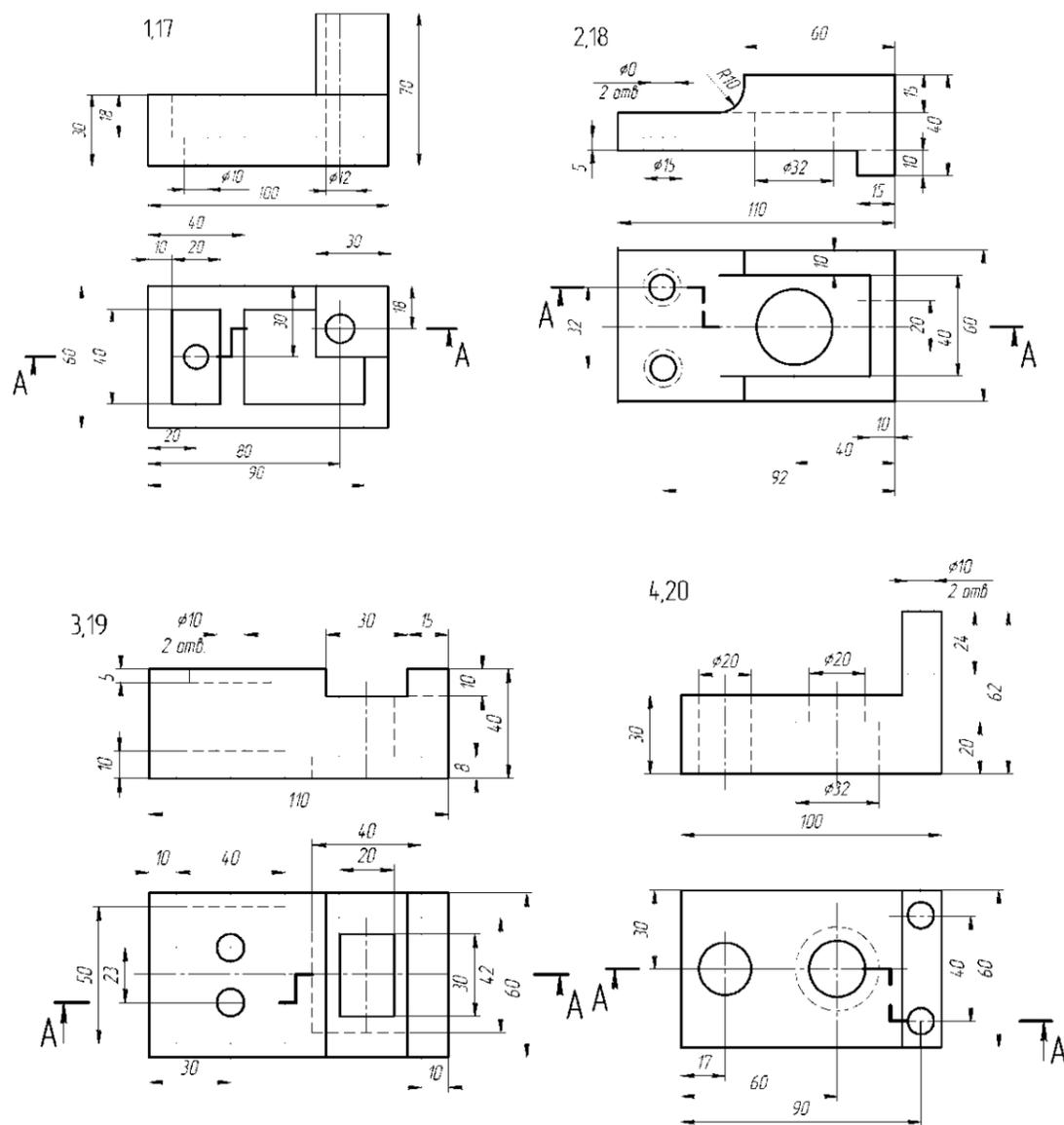


Рис. 38. Индивидуальные задания к графической работе № 3

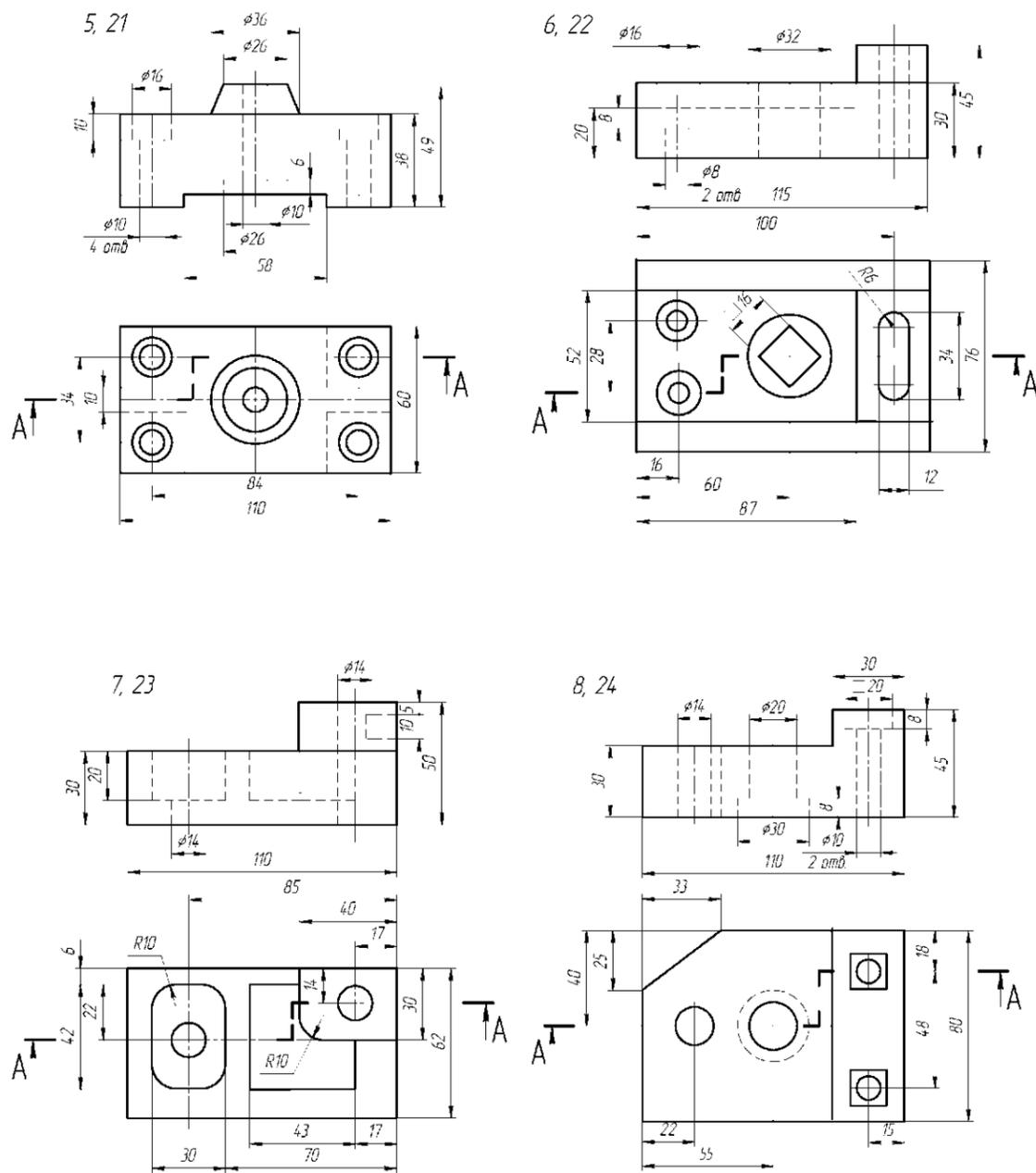


Рис. 38. Индивидуальные задания к графической работе № 3 (продолжение)

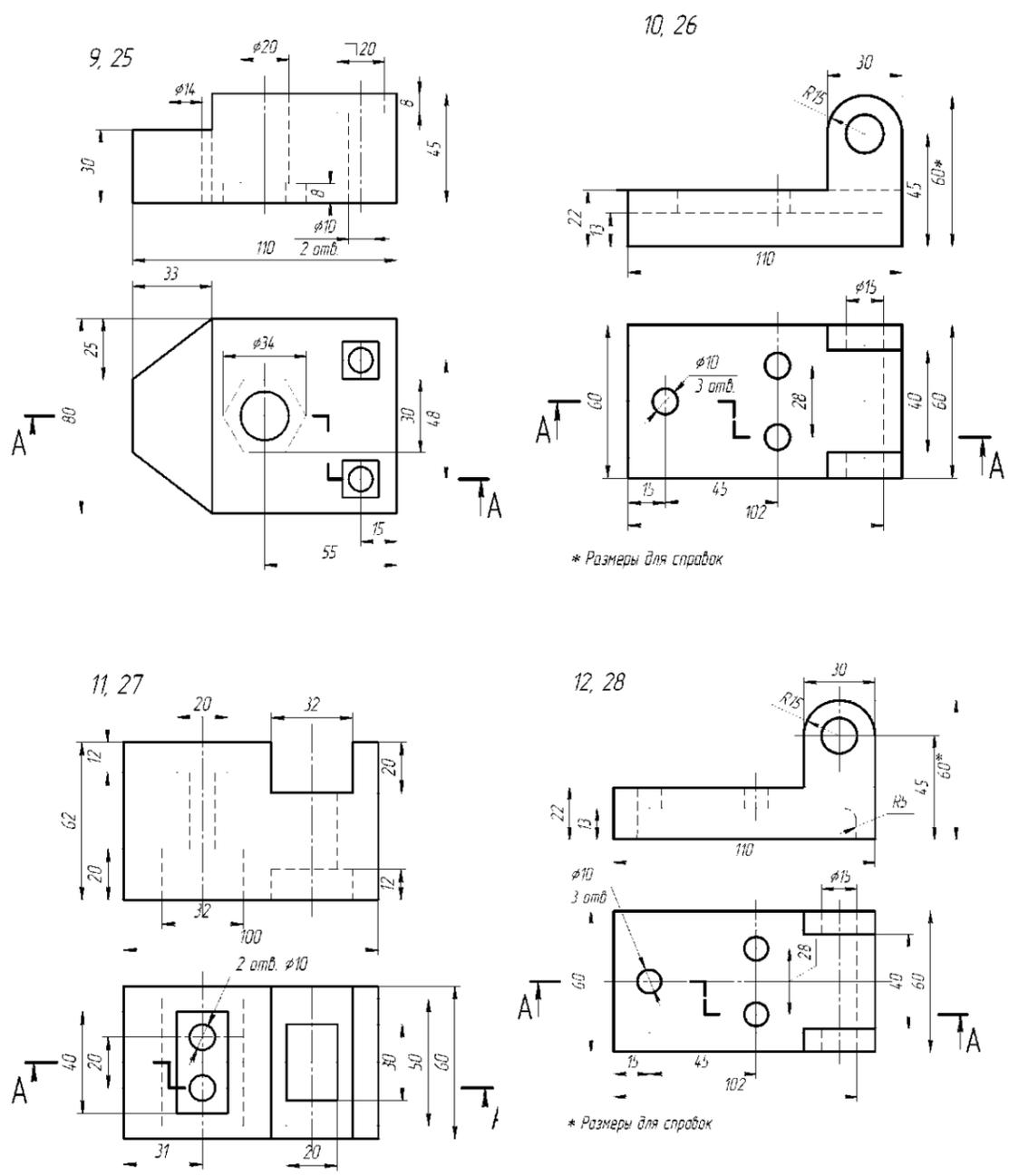


Рис. 38. Индивидуальные задания к графической работе № 3 (продолжение)

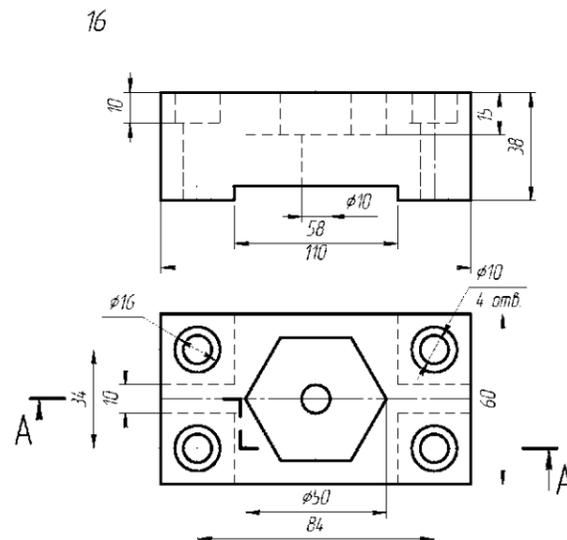
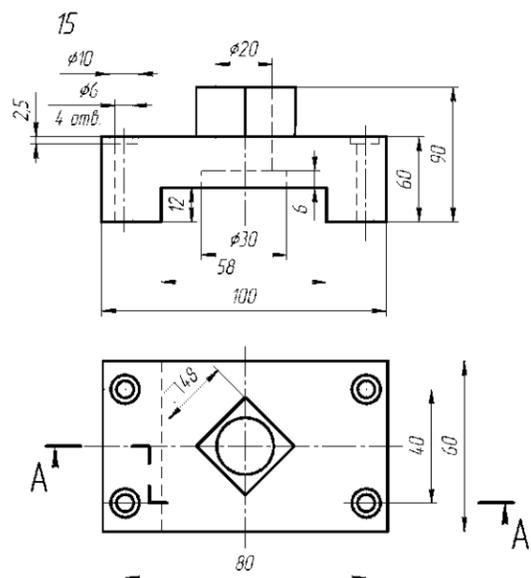
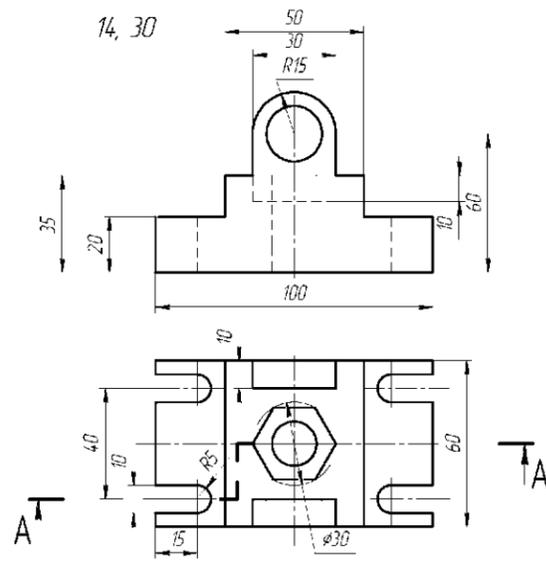
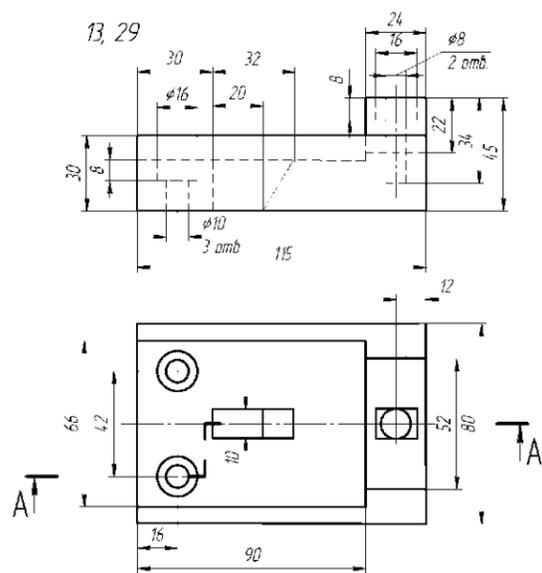


Рис. 38. Индивидуальные задания к графической работе № 3 (окончание)

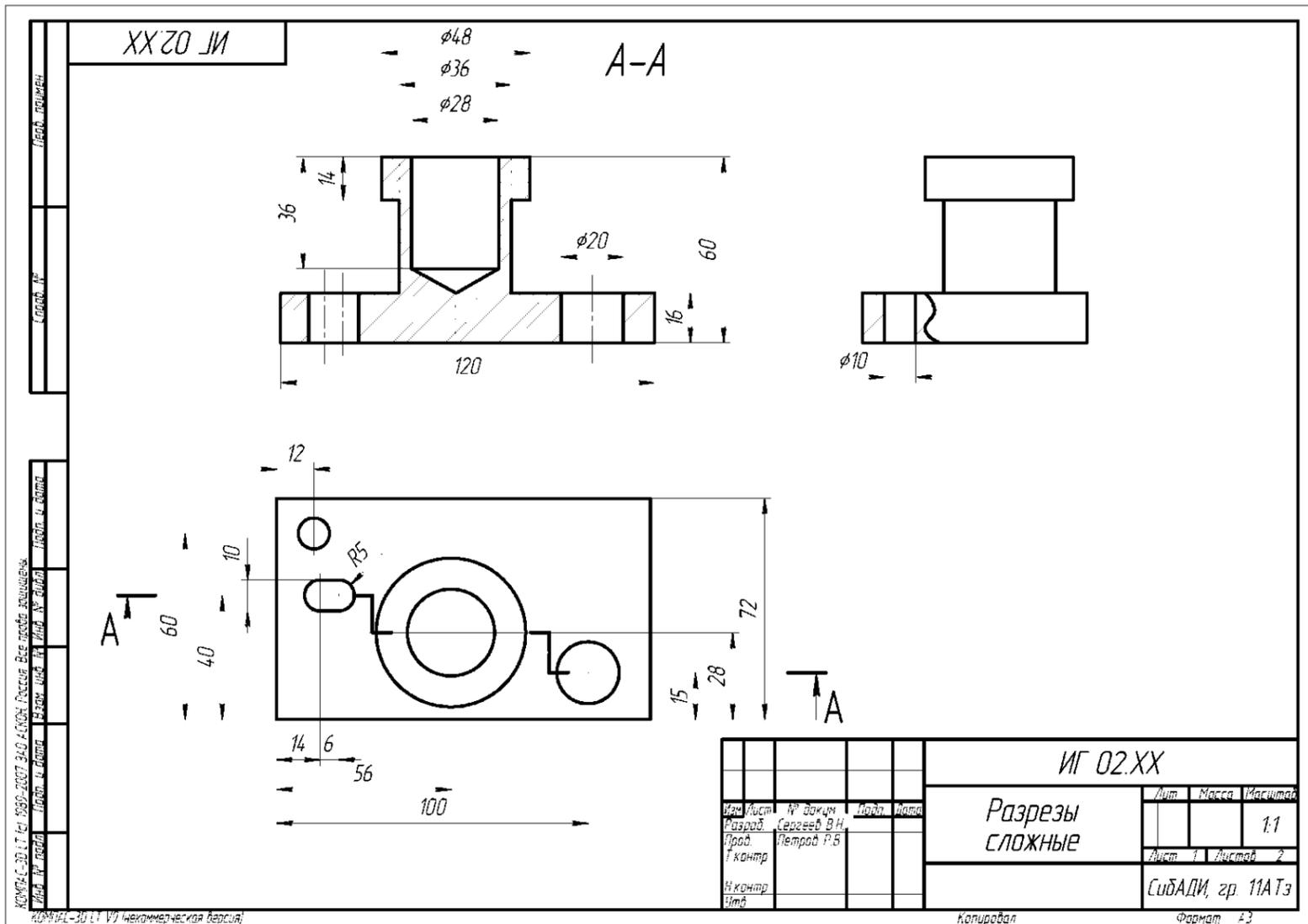


Рис. 39. Пример выполнения графической работы № 3

КОМПАС-3D 11 (c) 1999-2007 3D-СОЛЮС. Россия. Все права защищены.

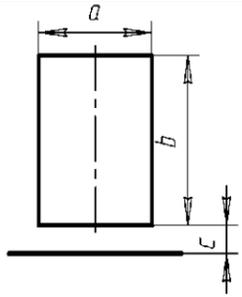
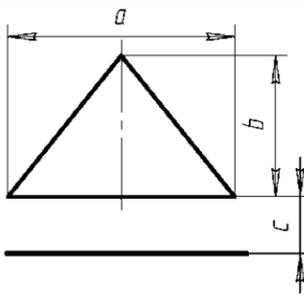
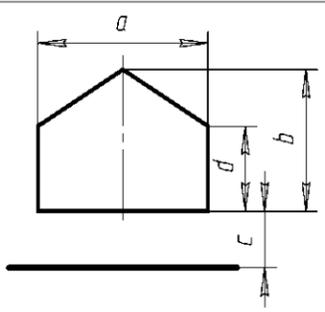
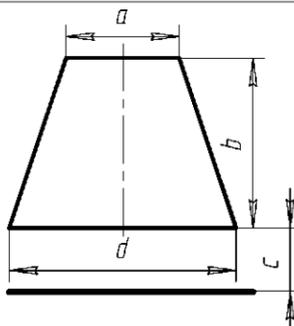
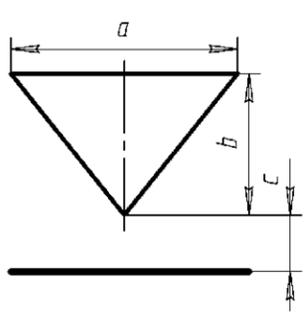
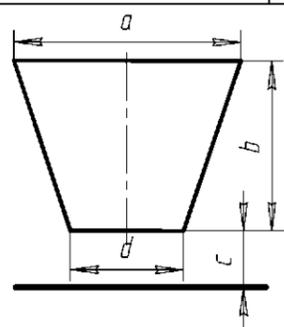
КОМПАС-3D 11 VU некамеральная версия

4.5. Описание предмета к графической работе № 4

Таблица 1

Варианты	Внешняя форма предмета
1, 11, 21	Прямая правильная трехгранная призма. Задняя грань параллельна плоскости Π_2 . Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм
2, 12, 22	Прямая правильная четырехгранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Диагонали основания параллельны осям X и Y
3, 13, 23	Прямая правильная пятигранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Задняя грань параллельна плоскости Π_2
4, 14, 24	Прямая правильная шестигранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Две грани параллельны плоскости Π_2
5, 15, 25	Прямая правильная шестигранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Две грани параллельны плоскости Π_3
6, 16, 26	Прямой круговой цилиндр. Высота цилиндра 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм
7, 17, 27	Прямая правильная трехгранная призма. Задняя грань параллельна плоскости Π_2 . Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм
8, 18, 28	Прямая правильная четырехгранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Диагонали основания параллельны осям X и Y
9, 19, 29	Прямая правильная пятигранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Задняя грань параллельна плоскости Π_2
10, 20, 30	Прямая правильная шестигранная призма. Высота призмы 100 мм, диаметр окружности, описанной вокруг основания, 80 мм. Две грани параллельны плоскости Π_2

Таблица 2

№варианта	Форма отверстия	Размеры в мм	№варианта	Форма отверстия	Размеры в мм
1, 7, 13, 19, 25		$a = 15$ $b = 45$ $c = 30$	4, 10, 16, 22, 28		$a = 60$ $b = 45$ $c = 30$
2, 8, 14, 20, 26		$a = 60$ $b = 45$ $c = 30$ $d = 20$	5, 11, 17, 23, 29		$a = 15$ $b = 45$ $c = 30$ $d = 60$
3, 9, 15, 21, 27		$a = 60$ $b = 45$ $c = 30$	6, 12, 18, 24, 30		$a = 60$ $b = 45$ $c = 30$ $d = 15$

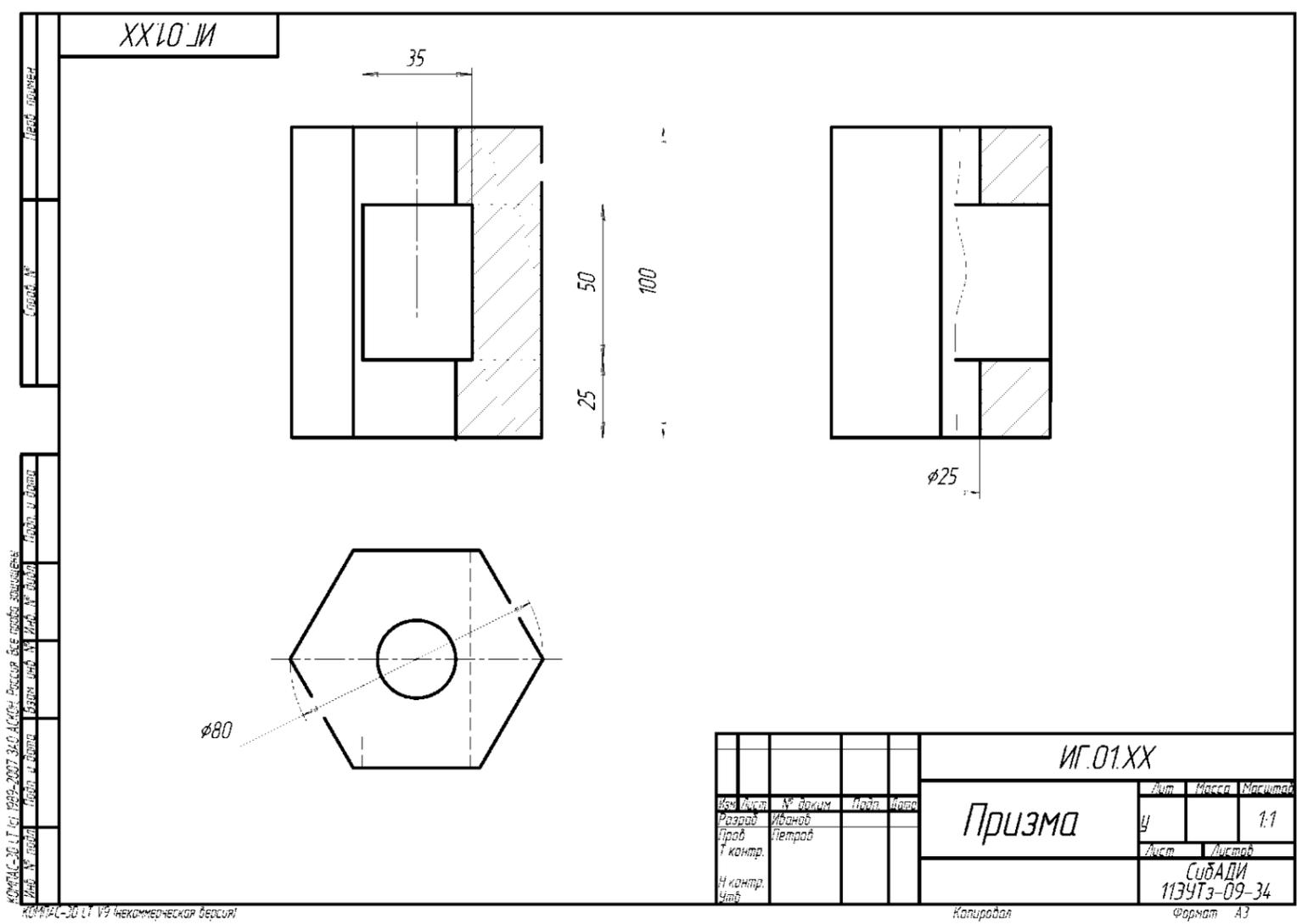


Рис. 40. Пример выполнения графической работы № 4

5. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 2

Со второй контрольной работы начинается изучение машиностроительного черчения. Поэтому особое внимание должно быть уделено изучению ГОСТов, а также пользованию техническими справочниками.

5.1. Виды изделий и их составные части

ГОСТ 2.101-68 устанавливает следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты (рис.41).

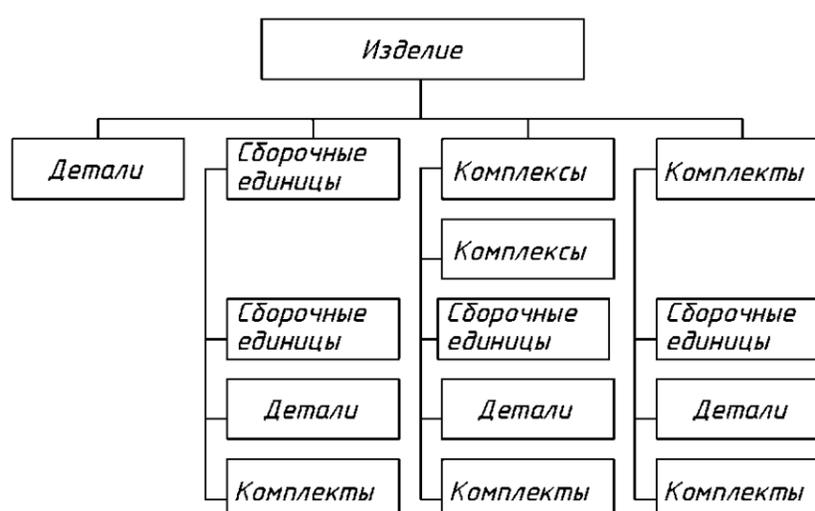


Рис. 41. Виды изделий и их структура

Изделием называют любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению. В учебных условиях применяют обычно два вида изделий – детали и сборочные единицы.

Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик, литой корпус и т.д.; трубка, спаянная (или сварная) из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой и т.п.), например, автомобиль, станок, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

Комплексом называют два и более изделия, не соединенных сборочными операциями на предприятии-изготовителе, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например цех-автомат, бурильная установка и т.д.

Комплектом называют два изделия и более, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и т.д.

Сборочные единицы, комплексы и комплекты относятся к *специфицированным* изделиям, так как включают в себя несколько составных частей, а детали – к *неспецифицированным* изделиям.

5.2. Виды конструкторских документов.

В соответствии с ГОСТ 2.102 – 68 конструкторские документы в зависимости от стадии разработки, делятся на документы, входящие в *комплект проектной документации*, и на документы, входящие в *комплект рабочей документации*.

В комплект проектной документации входит *чертеж общего вида* - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Изготовление изделия осуществляется на основании *комплекта рабочей документации*, разработанного на базе комплекта *проектной документации*.

При изучении курса машиностроительного черчения приходится иметь дело с комплектом рабочей документации, в который входят: *спецификации, сборочные чертежи и чертежи деталей*.

ГОСТ 2.102 -68 устанавливает виды конструкторских документов (КД).

К конструкторским документам относятся *графические* (чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида и др.) и *текстовые* документы (спецификация, пояснительная записка к проекту и др.).

Ниже приведены некоторые виды КД.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Чертежи деталей, или рабочие чертежи, применяются для непосредственного изготовления по ним деталей на производстве.

Чертежи сборочных единиц по назначению можно разделить на чертежи общего вида и сборочные.

Чертеж общего вида – это документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Одним из назначений чертежа общего вида является составление по нему чертежей деталей, входящих в состав сборочной единицы. Разработка чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы называется *детализацией*.

Сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы.

Конструкторские документы в зависимости от характера их использования могут быть выполнены в виде оригиналов, дубликатов, копий. В учебных

чертежах в курсе черчения допускаются некоторые упрощения по сравнению с производственными чертежами.

5.3. Спецификация изделия

Форма спецификации и порядок ее заполнения установлены ГОСТ 2.108 – 68*.

Спецификация выполняется на отдельных листах формата А4, на каждом из которых должна быть основная надпись. На первом листе спецификации она выполняется размером 40 x 185 по форме 1 (рис.42), а на всех последующих по форме 1а (рис.43). На каждом листе спецификации выполняются графы, размеры, расположение и содержание которых приведены на рис. 1.

Спецификация, выполняемая при изучении курса машиностроительного черчения, состоит из следующих разделов: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия.

Характер содержания разделов и последовательность записей внутри каждого из них следующие:

Документация. В раздел записывают основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия (сборочный чертеж, монтажный чертеж и т.д.).

Сборочные единицы. В раздел включают сборочные единицы (их спецификации), входящие в специфицируемое изделие.

Детали. В раздел включают детали, входящие непосредственно в специфицируемое изделие.

Стандартные изделия. Запись производят по группам изделий, по их функциональному назначению, например: крепежные изделия, подшипники и т.п.; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, например: болт, винт, гайка, шпилька и т.п.; в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов; в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например диаметра, длины.

5.4. Виды соединений составных частей изделий

Каждая машина, станок или любое другое изделие состоит из ряда деталей, соединенных между собой различными способами. Все соединения деталей разделяют на разъемные и неразъемные (рис. 44).

Разъемными называются такие соединения, разборка которых возможна без повреждения деталей. Примерами разъемных соединений деталей являются соединения при помощи резьбы, болтов, шпилек, винтов, шпонок, штифтов, клиньев, шлицев и др.

Соединения, разборка которых вызывает повреждение деталей, называются *неразъемными*. К ним относятся соединения деталей при помощи заклепок, сварки, пайки и др.

Имя Фамилия		Подпись		Дата	Лист	Из всего	Листов
Итого		Всего			1		
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					
Итого		Всего					

Копия - не является оригиналом

Рис. 42. Первый лист спецификации

Из разъемных наибольшее распространение получили резьбовые соединения, которые подразделяются на неподвижные и подвижные. К неподвижным относятся такие соединения, в которых скрепленные детали не могут перемещаться одна относительно другой, например, в соединениях болтами, шпильками и винтами. К подвижным резьбовым соединениям относятся такие, в которых возможны взаимные перемещения скрепленных деталей, например, в винтовых передачах токарных станков, в винтовых домкратах и т.п.

Неподвижные резьбовые соединения конструктивно могут быть выполнены непосредственным свинчиванием наружной и внутренней резьбы на соединяемых деталях (например, соединение двух труб) или при помощи стандартных крепежных деталей, называемых *крепежными резьбовыми изделиями* (болты, шпильки, гайки, винты).

Соединения, осуществляемые при помощи этих деталей, называются болтовыми, шпильчатыми и винтовыми. Выбор того или иного вида соединения зависит от конструкции соединяемых деталей и от требований, предъявляемых к соединению.

Крепежные изделия относятся к стандартным деталям. Если такие детали на чертеже общего вида и сборочном чертеже попадают в продольный разрез, то они изображаются неразрезанными.

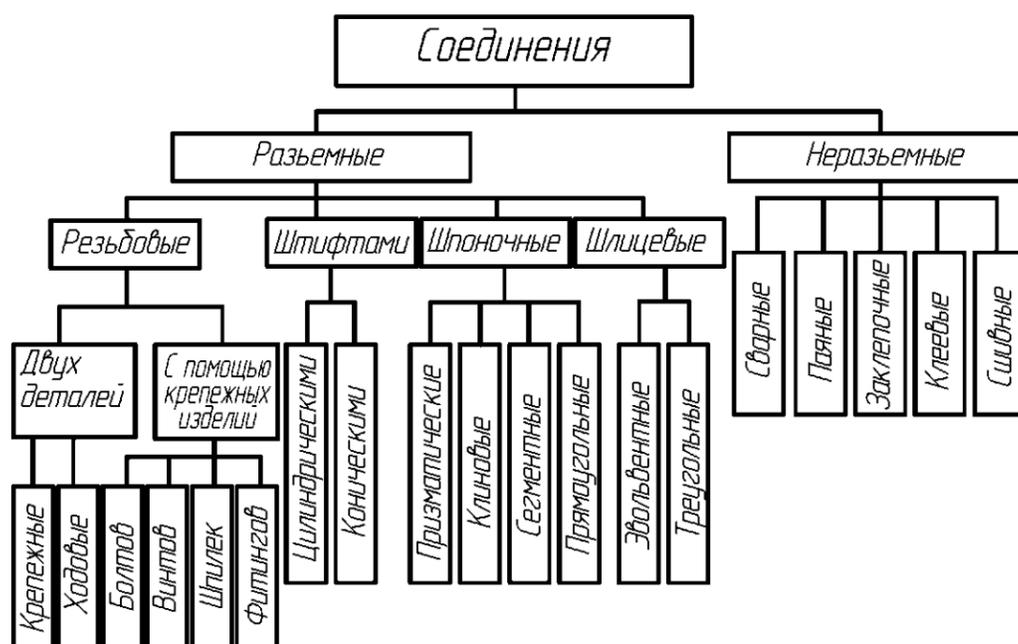


Рис. 44. Виды соединений

Размеры, определяющие величину и резьбу крепежных деталей, на чертежах общего вида и сборочных чертежах не проставляют, а все данные о крепежных стандартных деталях заносят в спецификацию в соответствии с принятыми условными обозначениями.

5.5. Разъемные соединения

5.5.1. Резьбовые соединения

5.5.1.1. Общие сведения о резьбе

Резьбой называется винтовая поверхность на стержне или в отверстии детали. Резьба образуется при винтовом движении плоского контура, задающего профиль резьбы, расположенного в одной плоскости с осью поверхности вращения (осью резьбы).

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют *однозаходной*, образованную движением двух, трех одинаковых профилей - *многозаходной*.

По направлению винтовой поверхности резьбу разделяют на *левую* и *правую*.

Резьба применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов и т.д.

Резьба может быть образована на *цилиндрической* или *конической* поверхности. Резьбу, образованную на наружной поверхности (на стержне), называют *наружной*, на внутренней поверхности (в отверстии) – *внутренней*.

Основными параметрами (размерами) резьбы являются: профиль, наружный диаметр d , внутренний диаметр d_1 , шаг P , угол профиля α (рис. 45).

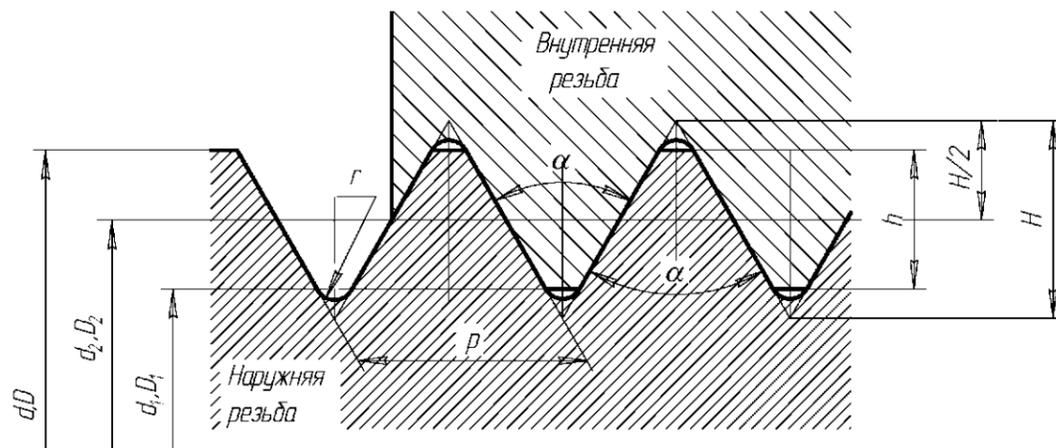


Рис. 45. Параметры резьбы

За *наружный диаметр d* резьбы принимают диаметр выступов наружной резьбы, а за *внутренний d_1* – диаметр впадин.

Шагом P резьбы называется расстояние, измеренное вдоль оси резьбы между соседними одноименными боковыми сторонами профиля резьбы.

Ход резьбы P_h – расстояние, на которое переместится деталь с резьбой (винт при неподвижной гайке или гайка при неподвижном винте) за один оборот. У однозаходной резьбы ход равен шагу, у многозаходной резьбы ход равен шагу, умноженному на число заходов $n(t-nP)$.

Углом профиля α называется угол между боковыми сторонами профиля.

Тип резьбы определяется профилем сечения витка осевой плоскостью. В зависимости от формы профиля резьбу называют *треугольной, трапецидальной, круглой, прямоугольной* (табл. 2). Профили резьбы, за исключением прямоугольного, стандартизированы.

Специальная резьба – это резьбы со стандартным профилем, но отличающаяся от стандартной размером диаметра или шага резьбы.

На рис. 46, *a* – длина резьбы l , длина резьбы с полным профилем l_1 . *Сбег резьбы l_3* – участок неполного профиля в зоне перехода резьбы в гладкую часть предмета. *Недовод резьбы l_4* – величина ненарезанной части поверхности между концом сбega и опорной поверхностью детали (рис. 46, *б*). *Недорез резьбы l_2* включает в себя *сбег* и *недовод* резьбы (см. рис. 46, *б*). Чтобы устранить *сбег* или *недорез* резьбы, выполняют *проточку b* (рис. 46, *в*). Чтобы облегчить ввинчивание резьбового стержня, на конце резьбы выполняют коническую фаску с под углом 45° .

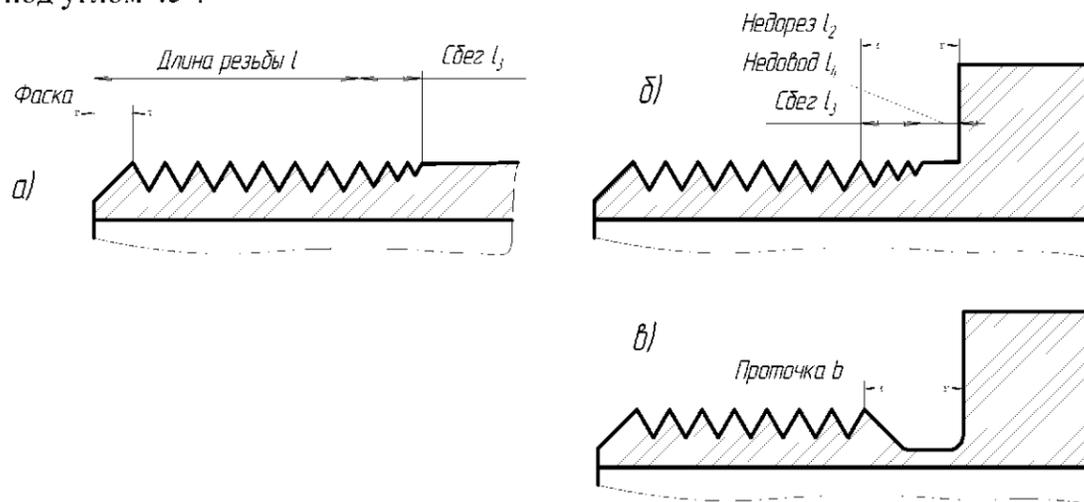


Рис. 46. Элементы резьбы

Изображение резьбы

Построение точного изображения резьбы требует большой затраты времени и усложняет работу по выполнению чертежей. Поэтому на технических чертежах резьбу изображают условно, согласно ГОСТ 2.211-68 и ГОСТ 2.317-69.

На *стержне* резьбу изображают сплошными основными толстыми линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру, которые должны пересекать границу фаски. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности и разомкнутую в любом месте (рис. 47, *a*).

В *отверстии* резьбу изображают сплошными основными толстыми линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими по наружному. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси

отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят тонкой линией дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 47, б).

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы. Штриховку в разрезах следует доводить до сплошных основных толстых линий. Границу нарезки резьбы изображают сплошной основной толстой линией. Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают.

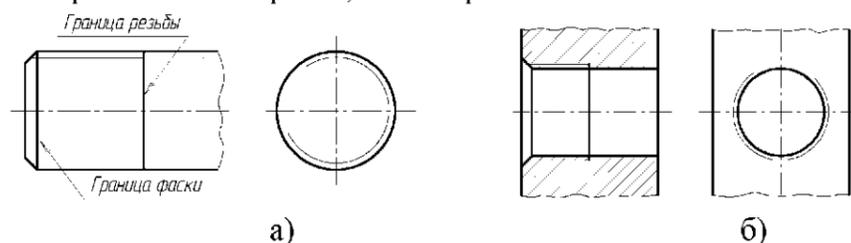


Рис. 47. Изображение резьбы на стержне и в отверстии

При изображении *резьбового соединения* в разрезе резьбу по длине соединения изображают по правилу изображения резьбы на стержне. Часть резьбы в отверстии, не закрытую стержнем, изображают по правилу изображения резьбы в отверстии (рис. 48).

Обозначение резьбы

Тип резьбы и основные параметры указывают на чертежах особой надписью, называемой обозначением резьбы. Для каждого типа резьбы стандартами установлены свои обозначения (табл. 3).

Обозначения резьбы наносятся над размерной линией, проводимой около изображения резьбы между выносными линиями. Размеры линии для обозначения резьбы на цилиндрических стержнях и в отверстиях всегда относят к наружному диаметру резьбы (рис. 49).

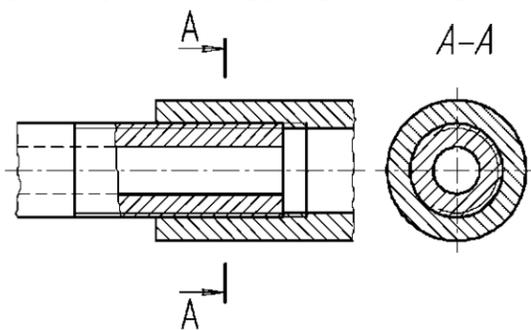


Рис. 48. Изображение резьбового соединения

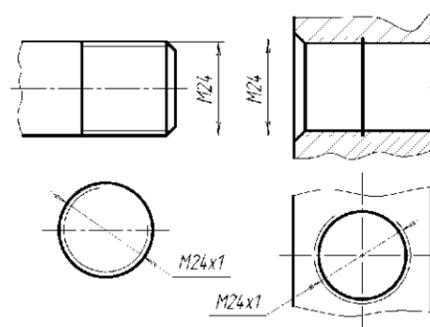


Рис. 49. Обозначение метрической резьбы

Для большинства разъемных соединений деталей, когда скрепленные детали не перемещаются относительно друг друга, а также в крепежных резьбовых

изделиях применяется метрическая резьба, которая имеет треугольный профиль с углом, равным 60°.

Таблица 3

Типы резьбы

Тип резьбы	Профиль	ГОСТ	Числовое значение	Примечание
Метрическая с крупным шагом		ГОСТ 9150-81	M 32 M32 LH	Для разъемных соединений, когда скрепленные детали не перемещаются относительно друг друга
Метрическая с мелким шагом		ГОСТ 24705-81 ГОСТ 8724-81	M 20x1,5 M 20x1,5 LH	
Трубная цилиндрическая		ГОСТ 6357-81	G 2 G 3 LH	На водопроводных трубах, муфтах, угольниках, крестовинах, задвижках, клапанах
Коническая дюймовая		ГОСТ 6111-52	K3/4" ГОСТ 6111-52	В топливных, масляных и воздушных трубопроводах при невысоких давлениях
Метрическая коническая		ГОСТ 25229-82	МК 20x1,5	В соединениях с высоким давлением
Тrapeцеидальная однозаходная		ГОСТ 9484-81 ГОСТ 24737-81 ГОСТ 24738-81	Tr 40x6 Tr 40x6LH	На винтах, передающих возвратно-поступательное движение
Тrapeцеидальная многозаходная		ГОСТ 9434-81 ГОСТ 24713-81	Tr 40x9(P3)	
Упорная		ГОСТ 10177-82	S 80 20(P5)	На винтах, подверженных односторонним направленным усилиям

Стандартом предусматриваются метрические резьбы с *крупным шагом* (единственным для данного диаметра) и *мелкими шагами*, которых для данного диаметра резьбы может быть несколько. Например, для диаметра резьбы 24 мм крупный шаг всегда равен 3 мм, а мелкий может быть 2; 1,5; 1; 0,75 мм, поэтому крупный шаг в обозначении резьбы не указывают, а мелкий указывают обяза-

тельно (см. рис. 49). Диаметры и шаги метрической резьбы установлены ГОСТ 8724-81.

Для нестандартной прямоугольной резьбы размеры наносят, как показано на рис. 50, а, б, в.

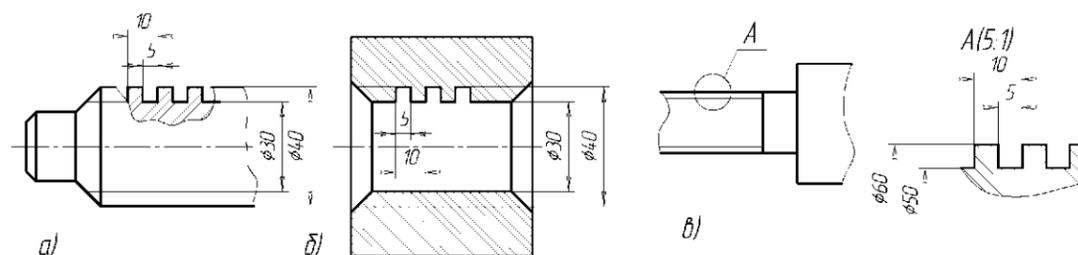


Рис. 50. Изображение прямоугольной резьбы

5.5.1.2. Болтовое соединение

Болтовое соединение применяется для скрепления двух и более деталей и представляет собой сборочную единицу, состоящую из скрепляемых деталей, болта, гайки и шайбы.

Болт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом. Существуют различные типы болтов, отличающиеся друг от друга по форме головки, шагу резьбы и исполнению. За длину болта принимают расстояние от опорной плоскости головки болта до торца стержня.

Гайка имеет резьбовое отверстие для навинчивания на стержень болта или шпильки с такой же резьбой. Чаще всего применяют шестигранные гайки двух исполнений: исполнение 1 – с двумя коническими фасками по наружной поверхности, исполнение 2 – с одной фаской.

Шайбы подкладывают под гайки или под головки болтов и винтов для предохранения поверхности соединяемых деталей от повреждения и самоотвинчивания гаек.

Болтовое соединение рассчитывается и вычерчивается по приводимым формулам в соответствии с чертежом (рис. 51).

Исходными данными для вычерчивания болтового соединения являются величина наружного диаметра резьбы d и толщины соединяемых деталей b_1 и b_2 в миллиметрах.

Длина болта $l_{\text{расч}}$ подсчитывается по формуле

$$l_{\text{расч}} = b_1 + b_2 + S + H + K,$$

где b_1 , b_2 – толщины соединяемых деталей;

S – толщина шайбы;

H – высота гайки;

K – запас резьбы на выходе из гайки.

Например, для болта с резьбой М30 при толщинах соединяемых деталей $b_1 = 28$ и $b_2 = 20$

$$l_{\text{расч}} = 28 + 20 + 4,5 + 24 + 12 = 88,5.$$

Обычно эту величину сравнивают со стандартными длинами болтов по ГОСТ 7798-70 и выбирают длину болта 90, как ближайшую большую к подсчитанной величине. Длины болтов более 40 мм кратны 5.

Длину нарезанной части стержня болта l_0 условно принимают равной $2d$.

Порядок вычерчивания болтового соединения

1. На плоскости, перпендикулярной оси болта, строят вспомогательную окружность радиусом $D/2$ ($D = 2d$) и вписывают в неё правильный шестиугольник.

2. Вписывают окружность, касательную к сторонам шестиугольника, которая, пересекаясь с осью симметрии, определяет проекции точек 1 и 2. Проводят на этой же плоскости окружность заданного диаметра d и $3/4$ дуги окружности, соответствующую внутреннему диаметру резьбы болта $d_1 = 0,85d$. Там же проводят окружность, соответствующую наружному диаметру шайбы $D_m = 2,2d$.

3. Строят фронтальный разрез и вид слева, исходя из следующего: высота головки болта $h = 0,7d$, высота гайки $H = 0,8d$, радиус дуг для средней грани гайки и головки болта $R = 1,5d$.

Для определения радиуса r дуг боковых граней необходимо продолжить дуги средней грани до их пересечения с крайними ребрами боковых граней и провести линию, перпендикулярную к оси болта, до пересечения ее с линией, делящей боковую грань пополам.

4. Определяют на главном виде проекции $1'$ точек 1 (на гайке и головке болта) под углом 30° , через точки 1 проводят фронтальные проекции контура фаски.

Радиус скругления гайки и головки болта на виде слева $R_1 = d$.

Болт, гайка и шайба, попадающие в продольный разрез плоскостью, проходящей через ось болта, условно изображаются неразрезанными.

Соединяемые детали в разрезе штрихуются в разные стороны. Плотность (частота) и направление штриховки для одной и той же детали должны быть одинаковыми на всех изображениях.

Примеры условного обозначения крепежных деталей на учебных чертежах

1. Болт с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной 60 мм с крупным шагом резьбы обозначается так: болт М 12х60 ГОСТ 7798-70. То же, с мелким шагом резьбы: болт М 12х1,25х60 ГОСТ 7798-70.

2. Гайка с диаметром резьбы $d = 12$ мм, исполнения 1 с крупным шагом резьбы: гайка М 12 ГОСТ 5915-70. То же, с мелким шагом резьбы, исполнения 2: гайка 2 М 12х1,25 ГОСТ 5915-70.

3. Шайба круглая, диаметр резьбы стержня болта (шпильки, винта) 20 мм, исполнение 1: шайба 20 ГОСТ 11371-78.

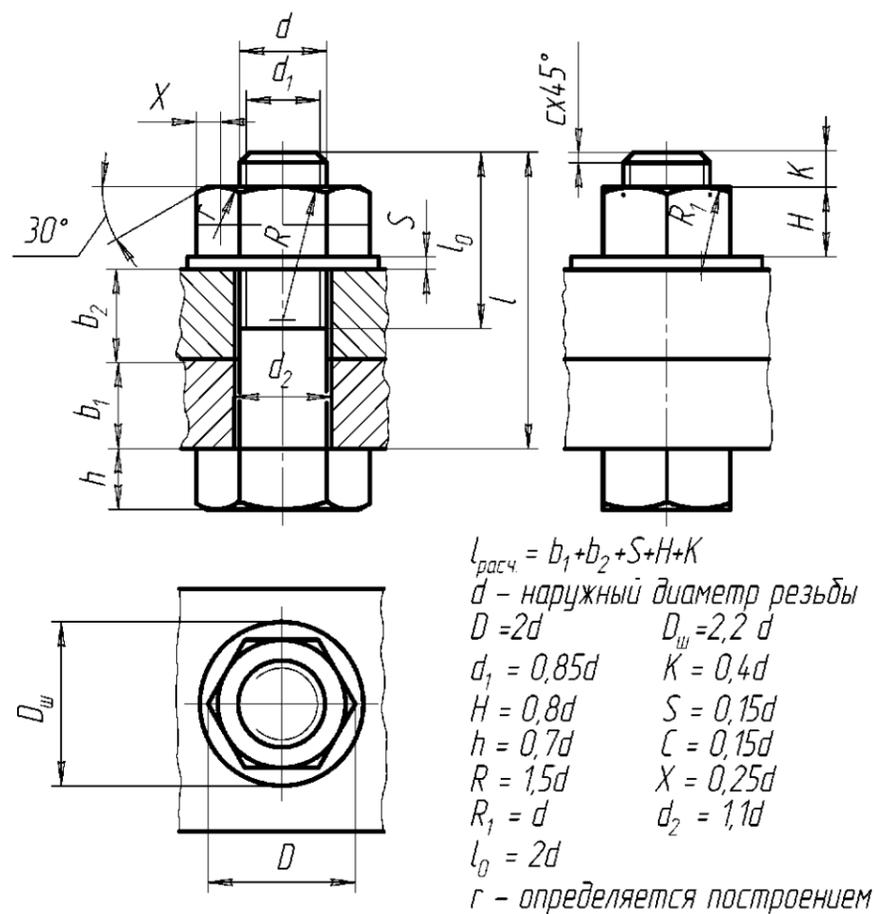


Рис. 51. Болтовое соединение

5.5.1.3. Шпильчатое соединение

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах.

В шпильчатое соединение входят: шпилька, гайка, шайба и соединяемые детали. Изображение шпильчатого соединения складывается из изображений выше перечисленных деталей и выполняется по тем же правилам, что и болтовое соединение (рис.52).

При соединении деталей шпилька одним концом l_1 ввинчивается в резьбовое отверстие детали. Длина ввинчиваемого конца l_1 зависит от материала детали, в которой выполнено резьбовое отверстие:

$l_1 = d$ (сталь, бронза, латунь, сплавы титана), ГОСТ 22032-76;

$l_1 = 1,25d$ (серый и ковкий чугун), ГОСТ 22034-76;

$l_1 = 2d$ (легкие сплавы), ГОСТ 22038-76.

На резьбу гаечного конца l_0 навинчивается гайка.

Длина шпильки l (без ввинчиваемого конца) определяется аналогично длине болта: $l_{расч} = b + S + H + K$,

где b – толщина скрепляемой детали;

S – толщина шайбы,

H – высота гайки,

K – запас резьбы на выходе из гайки.

Полученную величину сравнивают со стандартными значениями длин шпилек и выбирают длину, ближайшую к расчетной.

Длину нарезанной части гаечного конца берут равной (см. рис. 52).

$$l_0 = S + H + K + 0,5d.$$

Пример упрощенного условного обозначения шпильки с диаметром резьбы $d = 16$ мм, крупным шагом $P = 2$, длиной $l = 120$ мм, ввинчиваемой в стальное резьбовое отверстие: шпилька М 16х120 ГОСТ 22032-76.

То же, с мелким шагом $p = 1,5$ мм: шпилька М 16х1,5х120 ГОСТ 22032-76.

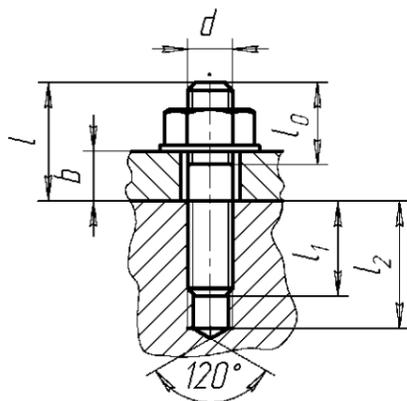


Рис. 52. Элементы шпилечного соединения

5.5.1.4. Винтовое соединение

Винтовое соединение аналогично соединению шпилькой: винт завинчивается в одну из скрепляемых деталей (см. рис. 52).

На учебных чертежах рекомендуется вычерчивать соединения по размерам, определяемым в зависимости от наружного диаметра резьбы d .

l – длина винта; $l = b + l_1$;

l_1 – длина ввинчиваемого резьбового конца; $l_1 = 2d$;

l_0 – длина нарезанной части винта; $l_0 = 2d$;

l_2 – глубина резьбового отверстия; $l_2 = l_1 + 0,5d$.

Наибольшее распространение в машиностроении имеют крепежные винты для металлов, которые изготавливают с цилиндрической – ГОСТ 1491-80 (рис. 53, а), полукруглой – ГОСТ 17473-80 (рис. 53, б) и потайной – ГОСТ 17475-80 (рис. 53, в) головками.

Примеры условных обозначений винтов

1. Винт с цилиндрической головкой, диаметр резьбы 20 мм, шаг резьбы мелкий 1,5 мм, длина винта 80 мм (l – длина винта без головки), ГОСТ 1491-80: винт М20х1,5х80 ГОСТ 1491-80.

2. Винт с потайной головкой, диаметр резьбы 12 мм, шаг резьбы крупный, длина винта 50 мм (для винтов с потайной головкой длина включает длину стержня и высоту головки), ГОСТ 17475-80: винт М 12х50 ГОСТ 17475-80.

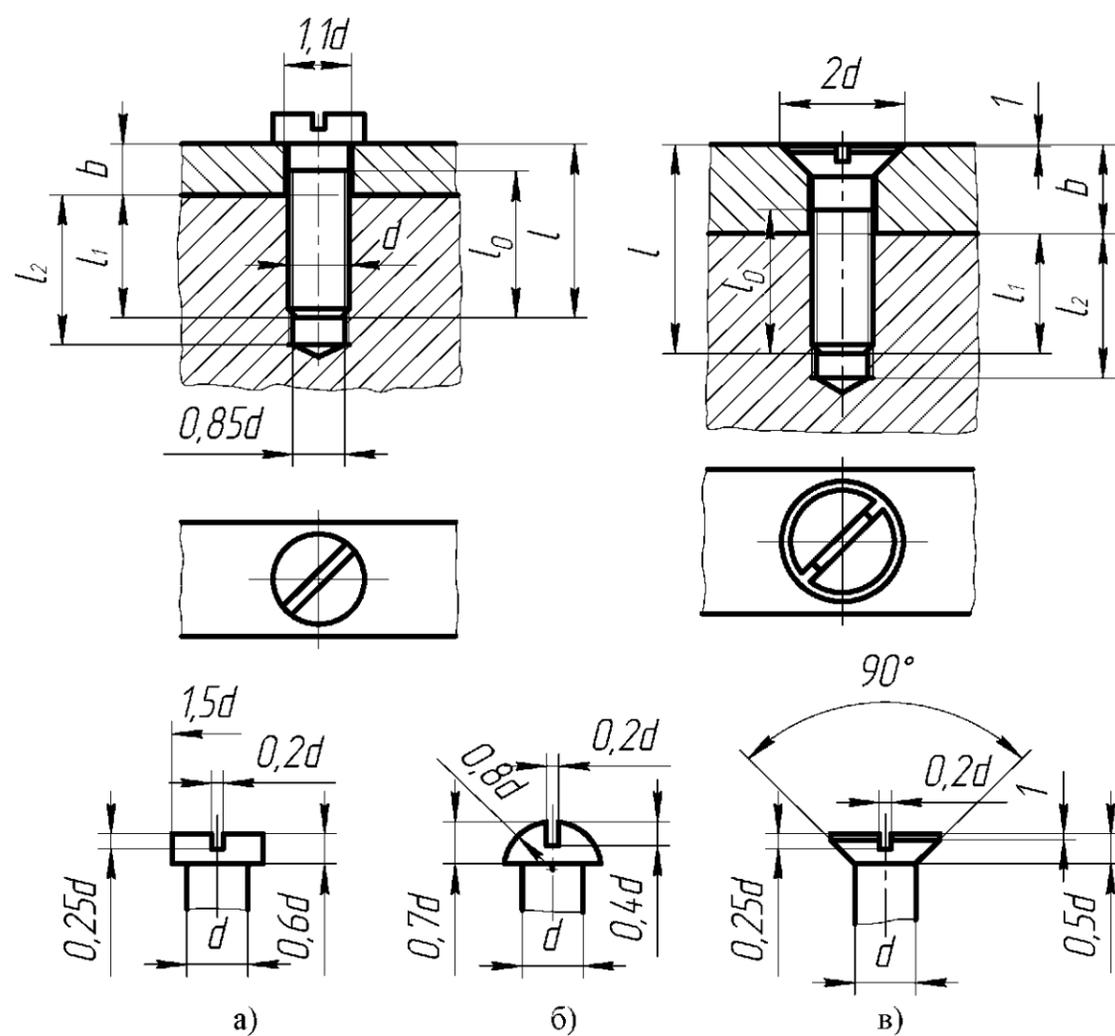


Рис. 53. Винтовое соединение

5.5.2. Шпоночные соединения

Шпоночное соединение состоит, как правило, из вала, зубчатого колеса (или шкива) и шпонки. Наиболее распространенными являются шпонки призматические и сегментные (рис. 54, 55).

Передача крутящего момента осуществляется боковыми гранями шпонки. Между пазом ступицы и верхней гранью шпонки имеется небольшой зазор $S = 2b$, где b – толщина сплошной основной линии. Длина призматической шпонки обычно меньше длины ступицы на 8–10 мм. Шпонки в продольном разрезе показывают незаштрихованными.

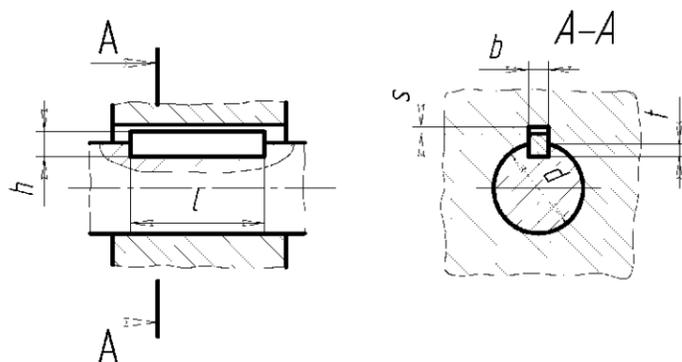


Рис. 54. Шпонка призматическая (ГОСТ 23360-78)

Примеры условных обозначений шпонок

1. Шпонка призматическая с размерами: $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм: шпонка 18x11x100 ГОСТ 23360-78.
2. Шпонка сегментная с размерами: $b = 6$ мм, $h/7 = 10$ мм: шпонка 6x10 ГОСТ 24071-80.

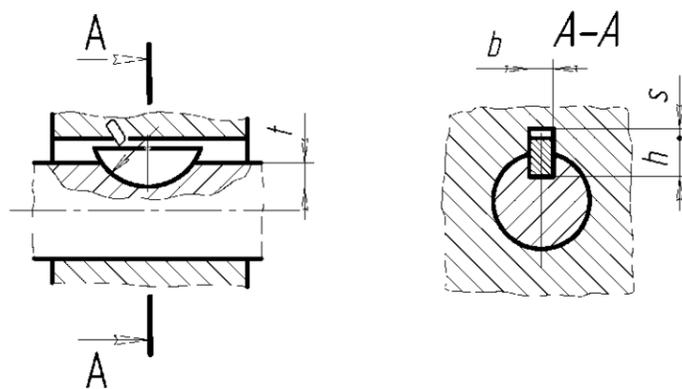


Рис. 55. Шпонка сегментная (ГОСТ 24071-80)

5.5.3. Шлицевые соединения

Зубчатое (шлицевое) соединение – соединение вала и втулки, осуществляемое с помощью зубьев (шлицев) и впадин (пазов), выполненных на валу и в отверстиях втулки. Зубчатое соединение обладает большей прочностью по сравнению со шпоночным, передает большие крутящие моменты, обеспечивает хорошее центрирование и легкость перемещения деталей вдоль оси вала. Стандартизированы соединения с прямоугольным и эвольвентным профилем зубьев. Наиболее широко применяют первое соединение.

Размеры прямоугольных шлицевых соединений установлены ГОСТ 1139-80. Основные параметры: число зубьев z , внутренний диаметр d , наружный диаметр D , ширина зуба b .

Поверхности зубьев вала и втулки могут соприкаться (центрироваться) по внешнему диаметру D (с зазором по внутреннему диаметру, рис. 56, *a*), по внутреннему диаметру d (с зазором по наружному диаметру, рис. 56, *б*) и боковыми сторонами зубьев (с зазором по наружному и внутреннему диаметрам, рис. 56, *в*). Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев вала показывают на всем протяжении сплошными толстыми основными линиями (рис. 57). Окружности и образующие поверхностей впадин на изображениях зубчатого вала показывают сплошными тонкими линиями. Сплошная тонкая линия поверхности впадин на проекции вала на плоскость, параллельную его оси, должна пересекать линию границы фаски. Границу зубчатой поверхности вала, а также границу между зубьями полного профиля и сбегом показывают сплошной тонкой линией.

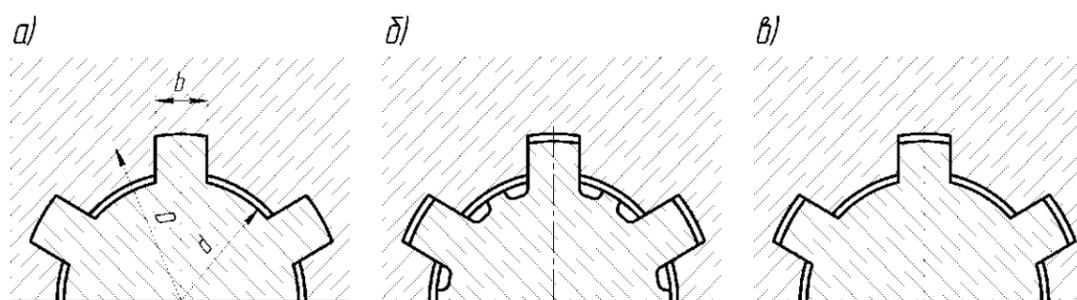


Рис. 56. Условныс изображения зубчатых валов по ГОСТ 2.409–74*

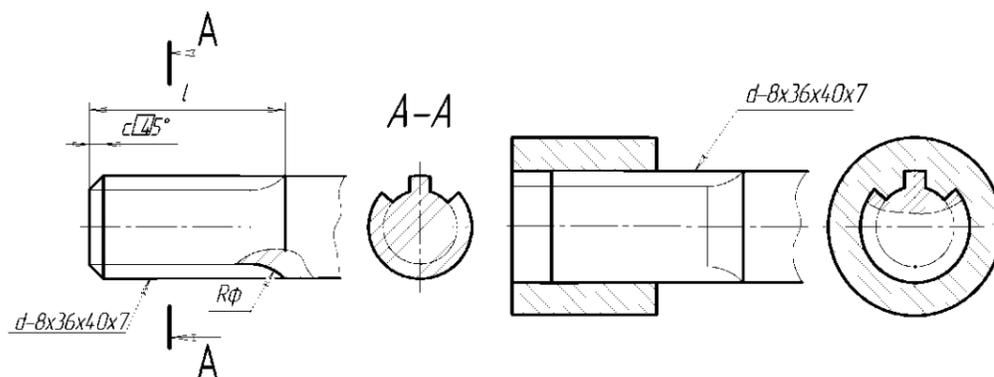


Рис. 57. Чертеж шлицевого вала

Рис. 58. Изображение шлицевого соединения на сборочном чертеже

ГОСТ 2.409–74* устанавливает правила выполнения чертежей зубчатых валов. На рис. 57 приведен чертеж зубчатого вала с прямоугольным профилем зубьев. На изображении вала, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси, указывают длину l зубьев полного профиля до сбегом, радиус инструмента (фрезы) R_{ϕ} , а также основные параметры шлицевого соединения: $d-8 \times 36 \times 40 \times 7$, где d – вид центрирования; 8 – число зубьев; 36 – внутренний диаметр; 40 – наружный диаметр; 7 – ширина зуба. На сборочном чертеже огра-

ничиваются указанием вида центрирования, числа зубьев, размеров внутреннего и наружного диаметров и ширины зуба: $d-8\times 36\times 40\times 7$ (рис. 58).

5.6. Неразъемные соединения

5.6.1. Сварные соединения

Сварным соединением называют неразъемное соединение, выполненное сваркой.

Сварка – процесс получения неразъемного соединения деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния.

Сварка плавлением характерна тем, что поверхности кромок свариваемых деталей плавятся и после остывания образуют прочный сварной шов. Чаще всего сварку плавлением осуществляют газовой или дуговой сваркой.

Сварные швы разделяются по следующим признакам: по протяженности – непрерывные и прерывистые; по внешней форме шва – усиленные и ослабленные; по форме подготовленных для сварки кромок – со скосом и без скоса кромок; по характеру (типу) наполнения шва – одно- и двусторонний.

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды соединений:

- 1) стыковое соединение (*C*) – сварное соединение элементов, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности;
- 2) тавровое соединение (*T*) – сварное соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент;
- 3) угловое соединение (*V*) – сварное соединение 2-х элементов, расположенных под прямым углом и свариваемых в месте примыкания их углов;
- 4) нахлесточное соединение (*H*) – сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга.

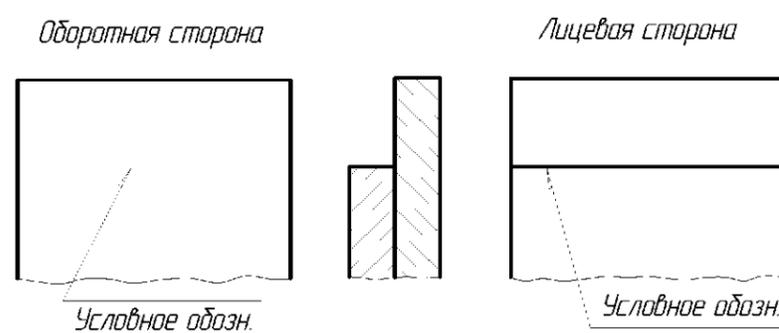


Рис. 59. Изображения сварных швов

В табл. 4 приведены примеры изображения некоторых швов сварных соединений, выполненных электродуговой сваркой по ГОСТ 5264-80, а также условное буквенно-цифровое обозначение сварного шва. Независимо от способа сварки швы сварного соединения

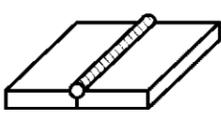
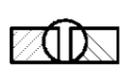
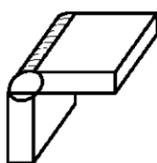
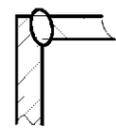
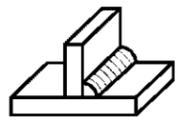
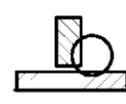
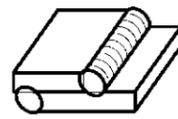
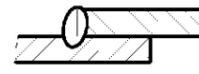
по ГОСТ 2.312-72 изображают: видимый – сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией (рис. 59). На изображении сварного шва различают

лицевую и обратную стороны. За лицевую принимают ту сторону, с которой производится сварка.

От изображения сварных швов проходят линии-выноски, начинающиеся односторонними стрелками. На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски. Условное обозначение лицевого шва наносят над полкой линии-выноски, а обратного шва – под полкой линии-выноски (см. рис. 59).

Таблица 4

Виды сварных соединений

Вид соедин.	Наглядное изображение	Форма поперечного сечения	Вид соедин.	Наглядное изображение	Форма поперечного сечения
Стыковое(С)			Угловое(У)		
Тавровое(Т)			Нахлесточный(Н)		

Примеры условных обозначений стандартных швов сварных соединений на учебных чертежах

1. Шов стыкового соединения со скосом двух кромок, односторонний, выполняемый ручной электродуговой сваркой:

ГОСТ 5264 – 80 – С17
/

2. Шов таврового соединения со скосом одной кромки, односторонний, выполняемый ручной электродуговой сваркой по замкнутой линии:

ГОСТ 14806 – 80 – Т6
○

В приведенном примере вспомогательный знак ○ – обозначение шва, выполняемого по замкнутой линии, изображается окружностью диаметром 3–5 мм.

Т6 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту: буквой обозначается вид соединения (Т – тавровое), цифрой обозначается форма подготовки кромок и характер (тип) шва (6 – шов односторонний со скосом одной кромки).

5.6.2. Паяные соединения

Соединения пайкой нашли широкое применение в электронике и радиотехнике, приборостроении. Согласно ГОСТ 17349-79 припой на видах и в разрезах изображают сплошной линией толщиной $2s$. Для обозначения пайки используют знак (рис. 60) – дугу выпуклостью к стрелке, который чертят на линии выноски, указывающей паяный шов. Если шов выполняется по периметру, то линию-выноски заканчивают окружностью. Номера швов указывают на линии-выноске.

5.6.3. Клеевые соединения

Клеевые соединения позволяют соединять разнородные материалы. Клеевой шов, как и паяный, изображается сплошной линией толщиной $2s$. На линии выноски чертится условный знак (рис. 61), напоминающий букву К.

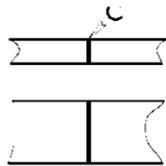


Рис. 60. Обозначение паяного шва

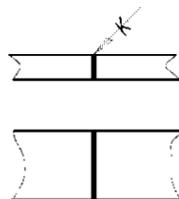


Рис. 61. Обозначение клеевого шва

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 5

Резьбовые соединения

Задание. Вычертить:

- 1) изображение болтового соединения – болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей – в соответствии с параграфом 5.5.1.2. по вариантам, приведенным в табл. 5;
- 2) упрощенное изображение болтового соединения – болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей;
- 3) соединение шпилькой, руководствуясь параграфом 5.5.1.3. по вариантам, приведенным в табл. 6;
- 4) соединение винтом, руководствуясь параграфом 5.5.1.4. по вариантам, приведенным в табл. 7.

Чертежи выполняются карандашом на листе формата А3. Размеры изображаемых деталей указать только те, которые даны на рис.62. Надписать соответствующие условные обозначения деталей соединения, как это сделано на рис. 65.

При выполнении упрощенного изображения болтового соединения руководствоваться рис. 62). Строя изображения шестигранных гаек и головок болтов, надо понять, что дуги кривых на гранях являются дугами гипербол и они могут

быть построены по правилам начертательной геометрии, но их, как правило, заменяют на изображениях дугами окружностей (см. рис.51).

Таблица 5

Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 5

Номера вариантов	Резьба	Толщина соединяемых деталей	Исполнение			ГОСТ		
			болта	гайки	шайбы	болта	гайки	шайбы
1, 11, 21	M 16	30, 30	1	1	1	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
2, 12, 22	M 18 x 1,5	25, 25	1	2	1	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
3, 13, 23	M 20	25, 30	1	1	2	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
4, 14, 24	M 16 x 1,5	35, 25	1	2	2	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
5, 15, 25	M 18	30, 35	1	1	1	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
6, 16, 26	M 20 x 1,5	25,35	1	2	1	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
7, 17, 27	M 16	25, 25	1	1	2	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
8, 18, 28	M 18 x 1,5	25, 30	1	2	2	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
9, 19, 29	M 20	35, 25	1	1	1	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68
10,20, 30	M 18 x 2	30, 35	1	2	1	7798 - 70	5915 - 70	11371 - 68

Таблица 6

Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 5

Номера вариантов	Резьба	Толщина присоединяемой детали	Исполнение		ГОСТ		
			гайки	шайбы	шпильки	гайки	шайбы
1, 11, 21	M 16 x 1,5	50	1	2	22038 - 76	5915 - 70	11371 - 68
2, 12, 22	M 18	55	1	1	22034 - 76	5915 - 70	11371 - 68
3, 13, 23	M 20 x 1,5	45	1	2	22032 - 76	5915 - 70	11371 - 68
4, 14, 24	M 16	50	1	1	22038 - 76	5915 - 70	11371 - 68
5, 15, 25	M 18 x 1,5	55	1	2	22032 - 76	5915 - 70	11371 - 68
6, 16, 26	M 20	45	1	1	22034 - 76	5915 - 70	11371 - 68
7, 17, 27	M 16 x 1,5	50	1	2	22038 - 76	5915 - 70	11371 - 68
8, 18, 28	M 18	55	1	1	22032 - 76	5915 - 70	11371 - 68
9, 19, 29	M 20 x 1,5	45	1	2	22034 - 76	5915 - 70	11371 - 68
10, 20,30	M 16	50	1	2	22032 - 76	5915 - 70	11371 - 68

Примечание. Исполнение шпильки первое.

Таблица 7

**Варианты индивидуальных заданий
к графической работе № 5**

Номера вариантов	Резьба	Толщина присоединяемой детали	ГОСТ винта
1, 11, 21	M18 x 1,5	20	17473-80
2, 12, 22	M16	25	17475-80
3, 13, 23	M14 x 1,5	15	1491-80
4, 14, 24	M12	20	17473-80
5, 15, 25	M18 x 2	20	17475-80
6, 16, 26	M16 x 1,5	15	1491-80
7, 17, 27	M14	20	17473-80
8, 18, 28	M12 x 1	25	17475-80
9, 19, 29	M18	15	1491-80
10, 20,30	M16	20	17473-80

Вопросы для самопроверки

1. Что называется резьбой?
2. Чем определяется тип резьбы?
3. Назовите основные параметры резьбы.
4. Как изображается резьба на стержне и в отверстии?
5. Как условно обозначают метрическую резьбу с крупным и мелким шагом?
6. В чем состоит различие между понятиями «ход резьбы» и «шаг резьбы»?
7. Как отличить левую резьбу от правой (на изображении и в натуре)?
8. Что такое недорез резьбы? Из каких частей он состоит?
9. Пояснить эскизом правило: «Резьба стержня закрывает резьбу отверстия».
10. Нарисуйте профиль резьбы, обозначаемой символом «S».
11. В чем заключается особенность трубной резьбы?
12. Назовите крепежные стандартные детали.
13. Какой размер принимают за длину болта и шпильки?
14. Как условно обозначают болты, гайки, шайбы?
15. От чего зависит длина ввинчиваемого конца шпильки?
16. Расшифруйте условные обозначения:
 - болт M24x75 ГОСТ 7798-70,
 - гайка M12x1,25 ГОСТ 5915-70,
 - шайба 20 ГОСТ 11371-68,
 - шпилька M16x1,5x120 ГОСТ 22032-76.
17. Расшифруйте все составные элементы обозначения резьбового изделия:
Винт 2M12 x 1,25 x 50 ГОСТ 1491 - 72
18. Как условно обозначают сварной шов по замкнутой линии?

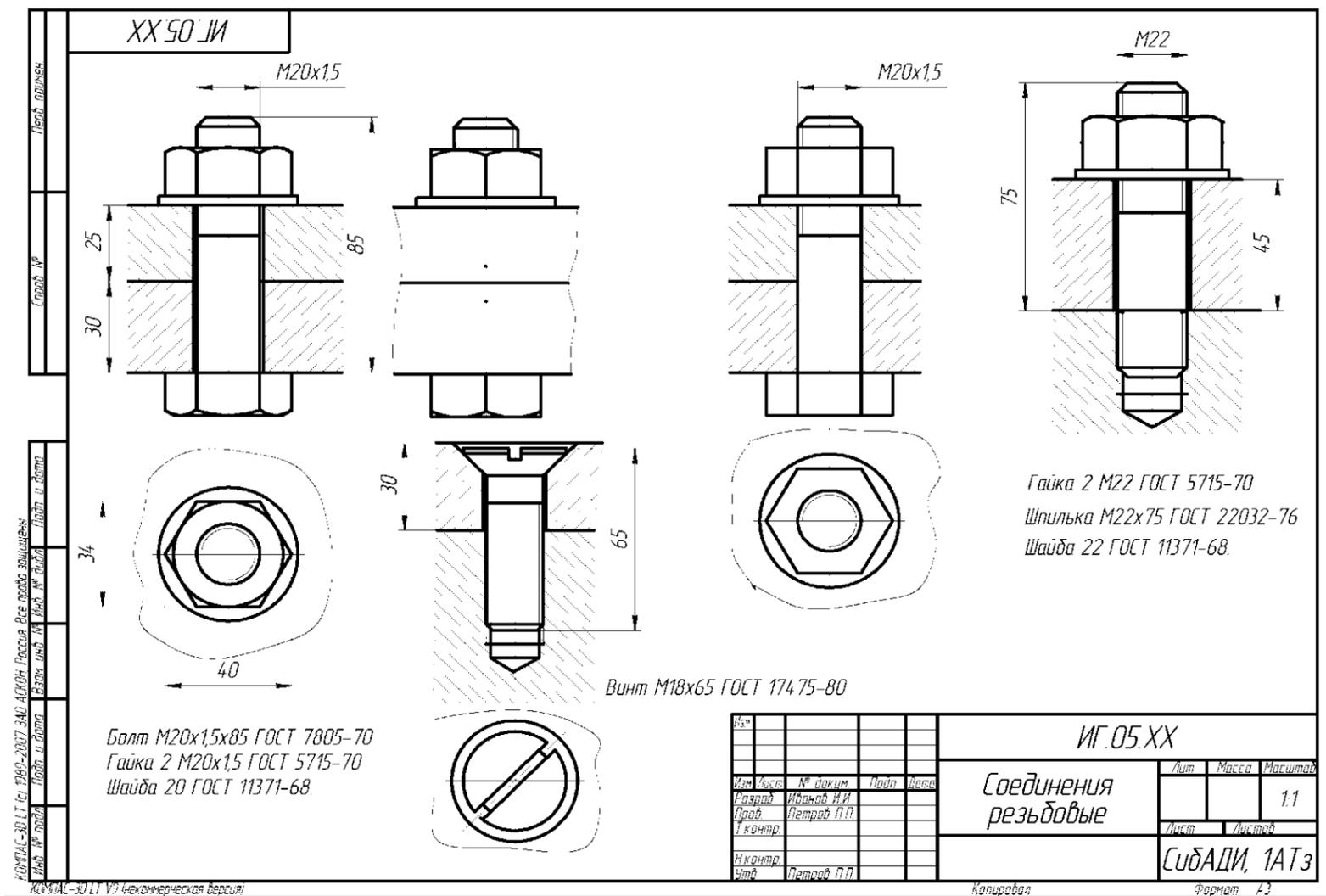


Рис. 62. Пример выполнения графической работы № 5

7. СОСТАВЛЕНИЕ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Конструкторские документы для одnorазового изготовления детали или в качестве чернового варианта рабочего чертежа могут выполняться в виде эскизов.

Эскизом называют чертеж, выполненный без применения чертежных инструментов (от руки) в глазомерном масштабе. При этом должна сохраняться пропорция в размерах отдельных элементов и всей детали в целом. По содержанию к эскизам предъявляют такие же требования, как к рабочим чертежам. Эскизы выполняют на листах клетчатой или миллиметровой бумаги, близких по размеру к формату А4 (210x297). Эскизные чертежи выполняют и обводят мягким карандашом.

Съемку эскизов надо начинать с самой простой детали, переходя к более сложным деталям.

7. 1. Порядок выполнения эскиза детали

1. Проанализировать форму детали и определить, какими поверхностями она ограничена (плоскость, цилиндр, конус, сфера, тор и др.).

2. Выбрать главное изображение и его содержание (вид, разрез, соединенные виды с разрезом и т. д.).

Главное изображение надо выбрать так, чтобы оно наиболее ясно и полно отражало форму и размер детали.

Детали, ограниченные поверхностями вращения (валы, шпиндели, втулки, штуцеры, болты и т. д.), обрабатываемые в основном на токарных станках, изображают с осью вращения, расположенной горизонтально. Точно также изображают маховики, шкивы, колеса, шестерни. В учебных чертежах с целью экономии чертежной бумаги допускается вертикальное расположение оси валика на чертеже. Это дает возможность использовать меньший формат листа. Такое решение может быть даже предпочтительнее, если валик обрабатывать на вертикальном токарном станке.

Корпуса, крышки, фланцы и т. п. детали, заготовки которых получают литьем, изображают так, чтобы основная привалочная, обработанная плоскость детали была расположена горизонтально. От этой плоскости детали проставляют размеры.

3. Выбрать количество изображений детали. Оно должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о детали. Любое лишнее изображение вызывает неоправданные затраты времени на его вычерчивание и рассматривается как допущенная ошибка. Детали, полное представление о которых можно получить применением знаков диаметра или квадрата, следует изображать, как правило, в одной проекции. Для уменьшения количества изображений допускается показывать невидимые части поверхности детали штриховыми линиями. Этим следует пользоваться в случае простых очертаний невидимых частей, когда можно избежать использования невидимого контура для нанесения размеров. При изображении втулок, шестерен, храповых колес, шкивов, маховиков и т. п. рекомендуется применять полные разрезы.

4. Выбрать величину изображения (глазомерный масштаб).
5. Выбрать формат листа с учетом величины изображений и компоновки их на листе.
6. Выполнить изображения.
7. Нанести размерные линии.
8. Обмерить деталь и нанести действительные размерные числа.
9. Заполнить основную надпись.

7. 2. Последовательность графических операций при выполнении эскиза

1. На выбранном формате листа наносят (без линейки) рамку поля чертежа и основную надпись.
2. Проводят осевые линии с габаритными отметками для каждого намеченного изображения, предусматривая места для размещения размерных линий.
3. Определив на глаз соотношения размеров, наносят тонкими линиями основные очертания проекций детали. (Окружности больших размеров можно проводить циркулем с последующей обводкой или от руки, рис. 63, а).

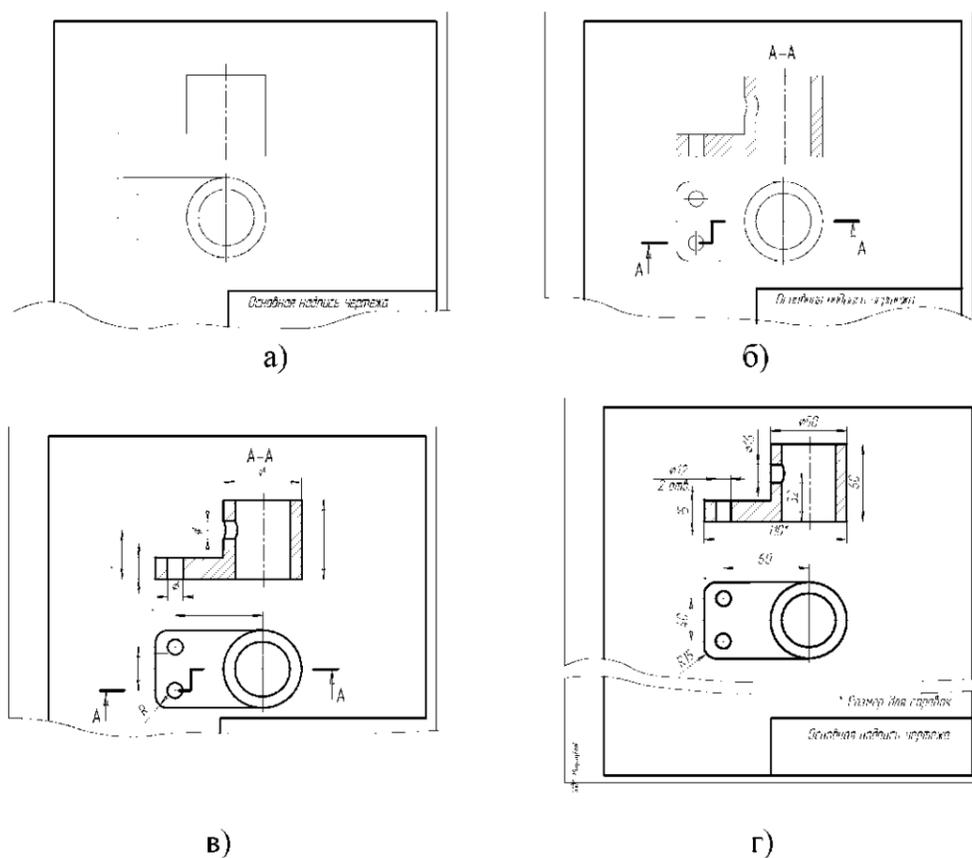


Рис. 63. Последовательность выполнения эскиза

4. Выполняют изображения отверстий, закруглений, разрезов и сечений, заштриховывают разрезы. Наносят линии невидимого контура, если это необходимо (рис. 63, б).

5. Обводят эскиз контурными линиями, а также наносят необходимые выносные и размерные линии и знаки диаметра, радиуса, квадрата, типа резьбы (рис. 63, в).

6. Деталь обмеряют измерительными инструментами и наносят размерные числа над заготовленными размерными линиями. Заполняют основную надпись (рис. 63, г).

7.3. Простановка размеров

Особое внимание при выполнении эскиза или при вычерчивании рабочего чертежа следует обратить на нанесение размеров, т.к. от этого зависят многие качества чертежа и моменты производства: удобное чтение чертежа, технология изготовления детали, контроль и сборка изделия.

Для нанесения размеров следует сначала определить их значения и использовать основную и вспомогательную базы.

Так как размеры в машиностроительном черчении представляют по правилу незамкнутой цепочки, то отсчет размеров надо вести от *размерных баз*.

7.3.1. Базы в машиностроении

Базирование и базы в машиностроении определяет ГОСТ 21495 – 76. *Базирование* – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. *База* – поверхность (или сочетание поверхностей), ось, точка, принадлежащие заготовке (изделию) и используемые для базирования.

Конструкторская база – база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии. Группу *конструкторских баз* составляют *основные* и *вспомогательные базы*.

Основная база – конструкторская база данной детали или сборочной единицы, используемая для определения их положения в изделии. *Вспомогательная база* – конструкторская база данной детали или сборочной единицы, используемая для определения положения присоединяемого к ним изделия. *Технологическая база* – база, используемая для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте. *Измерительная база* – база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения. *Скрытая база* – база в виде воображаемой плоскости, оси или точки (рис. 64, а, б). *Явная база* – база в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

На рабочих чертежах деталей рекомендуется использовать конструкторские базы для нанесения координирующих размеров.

Все поверхности детали, в зависимости от их назначения, можно условно разделить на *сопрягаемые* и *свободные*.

На рис. 64, а показано соединение осью (поз. 3) и гайкой (поз. 4), подвижной планки (поз. 1), поворачивающейся относительно неподвижной планки (поз. 2), и даны примеры сопрягаемых и свободных поверхностей.

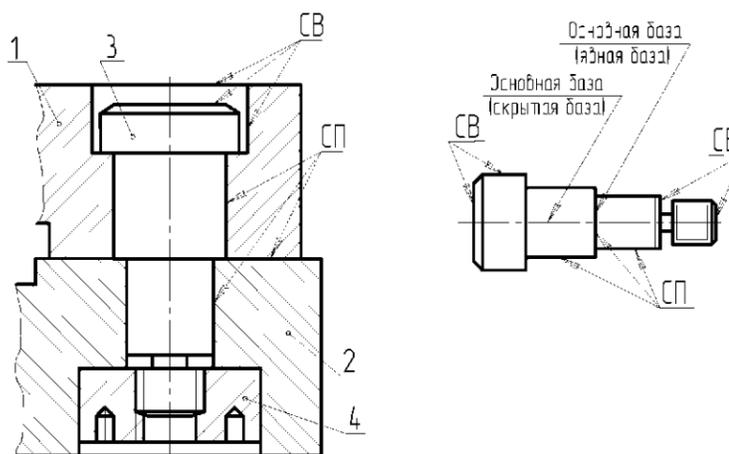


Рис. 64. Базы в машиностроении

Сопрягаемые – поверхности, с помощью которых данная деталь, взаимодействуя с другой, занимает предусмотренное положение в изделии. Размеры сопрягаемых поверхностей обычно выполняются с относительно высокой точностью. Сопрягаемые поверхности (СП), как правило, подвергаются механической обработке (см. рис.64).

Свободные (СВ) – такие поверхности, которые не соприкасаются с поверхностями других деталей в изделии. Эти поверхности изготавливают с меньшей точностью и часто не подвергают механической обработке (см. рис. 64).

7.3.2. Группы деталей

Все детали можно разделить на три группы:

Детали стандартные (болты, винты, гайки, шайбы и т.д.).

По форме и размерам каждый тип той или иной стандартной детали должен соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом. На стандартные детали обычно чертежи не выполняют.

Детали со стандартными изображениями.

В технике находят широкое применение детали, сходные по форме, но отличающиеся по размерам. Для этих деталей установлены стандартные изображения и нанесения размеров (ГОСТ 2.401 – 68... ГОСТ 2.427 – 75). К таким деталям относятся пружины, детали с элементами зубчатых зацеплений и др.

Детали оригинальные.

К оригинальным деталям следует отнести такие детали, форма которых частично или полностью отличается от формы стандартных деталей и деталей со стандартными изображениями. Наиболее распространенные виды таких деталей – корпуса, крышки, валы, оси, фланцы, штуцера, втулки и т.д., изготавливаемые точением, фрезерованием, литьем, штамповкой и т.д.

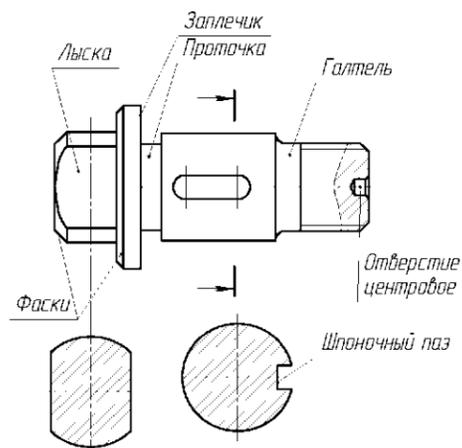
Если деталь имеет стандартные элементы, например фаски, проточки и т.д., то их размеры перенести из стандартов на чертеж детали.

Наиболее распространенные типы оригинальных деталей: литые детали; детали, имеющие форму тел вращения; детали, изготовленные горячей и холодной штамповкой; детали, ограниченные плоскостями.

7.3.3. Элементы деталей

Наиболее распространены такие элементы деталей: фаски, галтели, проточки, пазы, буртики, лыски; различные отверстия – центровые, под винты; ребра, бобышки и т.д (рис. 65).

Фаски – конические или плоские срезы применяют для устранения острых кромок, обозначают по ГОСТ 2.807 – 68.



Галтели – скругления внешних и внутренних углов на деталях. Выполняют для облегчения приготовления деталей литьем, штамповкой, ковкой, для повышения прочностных свойств валов, осей в местах перехода от одного диаметра к другому.

Проточки (канавки) применяют для установки в них стопорящих деталей, уплотняющих прокладок, для «выхода» режущего инструмента (например, при нарезании резьбы).

Рис. 65. Названия элементов деталей

7.3.4. Виды размеров

Правила нанесения на чертеже размеров устанавливает ГОСТ 2.307 – 68. Размеры, наносимые на чертеж, должны соответствовать действительной величине детали, независимо от масштаба ее изображения. Каждый размер наносят на чертеже один раз. Размеры должны быть нанесены так, чтобы обеспечить наименьшую трудоемкость изготовления детали. Неудачное нанесение размеров может привести к выполнению лишних технологических операций и к повышению себестоимости детали. Размеры, наносимые на чертеж, должны определять форму всех составляющих ее элементов и поверхностей и их взаимное положение.

Формы технических деталей образуют преимущественно следующие основные поверхности: плоскость, цилиндр, конус, сфера, тор и винтовая поверхность. Каждая из них характеризуется определенными размерами формы и положения.

При этом следует отметить, что для задания формы тела вращения достаточно одной его проекции на плоскость, параллельную оси вращения тела, а вторая проекция заменяется знаком \emptyset .

Оптимальный вариант нанесения размеров положения такой, при котором конструкторская база совпадает с технологической и измерительной базами (рис. 66). Размер А определяет положение оси отверстия, плоскость Б – конструкторская, технологическая и измерительная базы. Однако не всегда этот принцип баз возможно соблюсти.

В зависимости от выбора измерительных баз и необходимой точности изготовления отдельных элементов детали применяются три способа нанесения размеров: цепочкой, координатный и комбинированный.

Каждая ступень валика обрабатывается самостоятельно (рис. 70, а), т.е. сначала обрабатывается ступень диаметра d_1 на длину l_1 от базы А, затем ступень диаметра d_2 на длину l_2 от базы С, а затем последняя ступень диаметра d_3 . Размеры цепочкой наносят в тех случаях, когда требуется точно выдержать размеры отдельных элементов, а не суммарный размер.

При *координатном* способе размеры наносят от одной базы (рис. 67, б), конструкторской или технологической. В этом случае сначала обрабатывают ступень диаметра d_3 на длину l_3 , затем ступень диаметра d_2 на длину l_2 и т.д. от одной базы А.

Комбинированный способ нанесения размеров представляет собой сочетание двух описанных выше способов и находит широкое применение в практике (рис. 67, в). Этот способ позволяет обеспечить высокую точность исполнения размера независимо от исполнения других размеров детали.

При нанесении размеров любым способом размерная цепь не должна быть замкнутой.

При нанесении размеров на рабочих чертежах деталей необходимо соблюдать следующие положения:

1. Чертеж детали должен содержать три группы размеров, необходимых для ее изготовления: а) *габаритные*; б) *межосевые и межцентровые* и их расстояние до баз; в) *размеры отдельных элементов детали*.

2. Для удобства пользования чертежом все размеры, определяющие элемент детали, должны концентрироваться на одном, главном для элемента изображении.

3. Нельзя смешивать размеры наружных и внутренних поверхностей элементов детали. Размеры для внутренних поверхностей наносятся с одной стороны детали, а для наружных – с другой (при совмещенных виде и разрезе – со стороны вида). При этом размерные линии предпочтительнее располагать вне контура изображения (рис. 68).

4. Размеры симметрично расположенных элементов наносят один раз без указания их количества (рис. 69, а), сгруппировав их в одном месте.

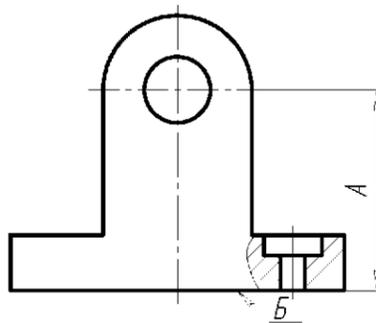


Рис. 66. Измерительные базы

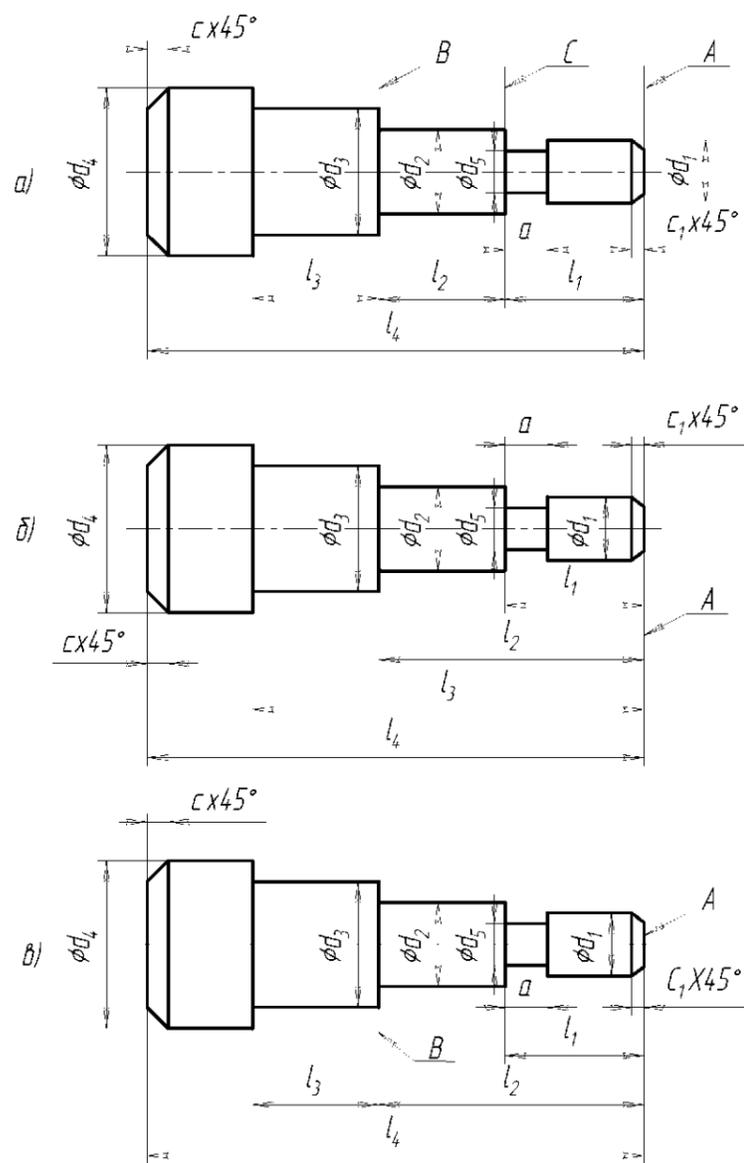


Рис. 67. Способы нанесения размеров на чертежах

5. Если одинаковые элементы располагаются на разных поверхностях детали и показаны на разных изображениях, то количество этих элементов записывают отдельно для каждой поверхности (рис. 69, б).

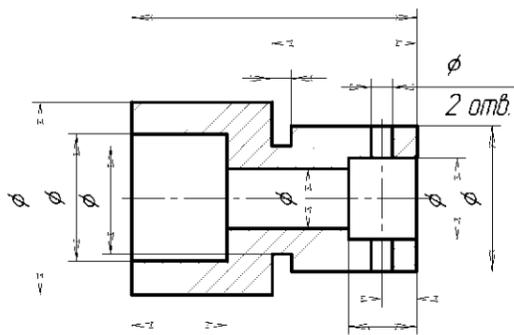


Рис. 68. Нанесение размеров

6. На рис. 70, а приведен пример нанесения размеров отверстия в разрезе и на виде (рис. 70, б), если отсутствует на чертеже разрез по отверстию.

Другие примеры отражены в ГОСТ 2.307 – 68, п. 2.55 и ГОСТ 2.318 – 81.

7. В некоторых случаях для удобства чтения чертежа наносят размеры, которые при обработке детали не выполняют. Такие размеры называют справочными и отмечают знаком «*», например, размеры 30 и 90 (см. рис.69, а). В этом случае в технических требованиях делают запись: «Размеры для справок». Технические требования помещают в правом нижнем углу чертежа над основной надписью.

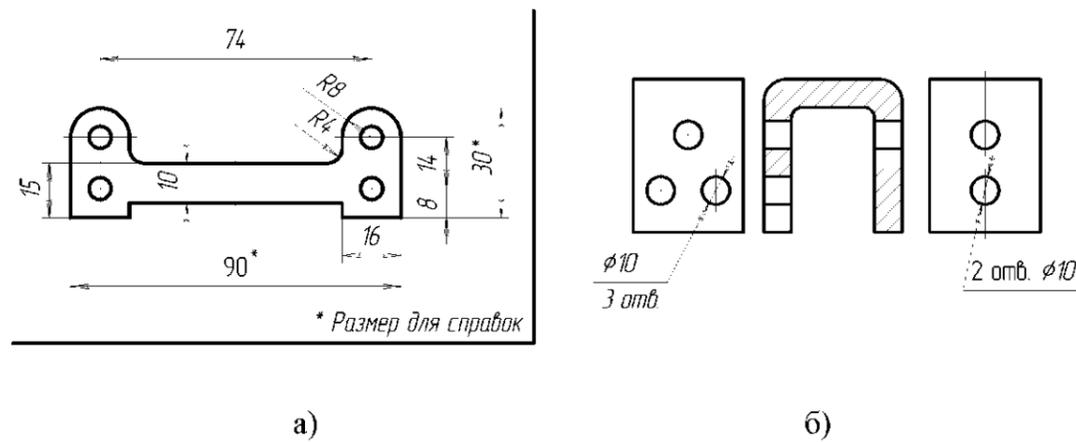


Рис. 69. Нанесение размеров элементов деталей

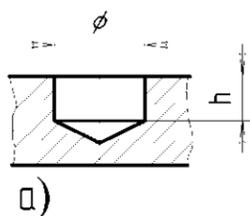


Рис. 70. Нанесение размеров отверстий

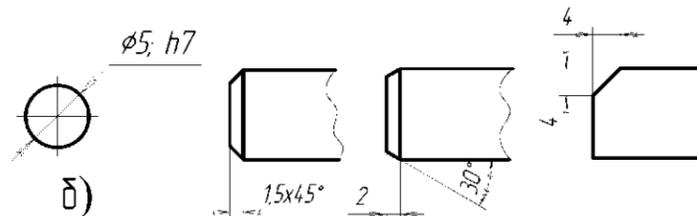


Рис. 71. Нанесение размеров фасок

Размеры фасок наносят в соответствии с рис. 69: коническая фаска под углом 45° обозначается через знак «х»; для конической фаски, снятой под другими углами, указывают высоту и угол; для плоской фаски указывают два размера.

7.4. Выполнение чертежей и эскизов зубчатых цилиндрических колес (шестерен)

Чертежи этих деталей характерны условными изображениями элементов зацепления, выполняемыми по ГОСТ 2.402 – 68. Часть размеров и другие данные указывают в таблице параметров, которая расположена в правом верхнем углу чертежа, состоит из трех частей и содержит основные данные для изготов-

ления элементов зацепления, данные для контроля и справочные данные (ГОСТ 2.403 – 75). Для выполнения учебного чертежа этих деталей нужно иметь пред-

ставление об основных геометрических параметрах элементов зацепления. На рис. 72 показана часть венца цилиндрического зубчатого колеса (шестерни) с прямыми зубьями и указаны некоторые элементы зацепления. На рис. 73 и рис. 74 приведены соответственно проекции и условное изображение этой части зубчатого венца по ГОСТ 2.402 – 68.

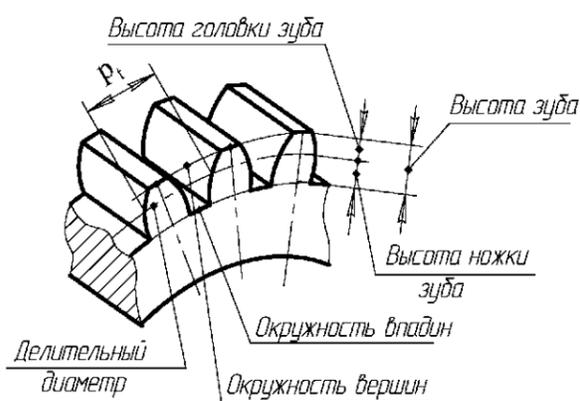


Рис. 72. Параметры зубчатого колеса

Допускается применение модулей 3,75; 4,25; 6,5 мм и других отличающихся от стандартных. Высота головки зуба равна величине модуля m , а высота ножки зуба составляет $1,25m$. Диаметр окружностей d_a и d_f вычисляют по формуле $d_a = d + 2m$; $d_f = d - 2,5m$.

Все основные элементы зубчатых зацеплений стандартизованы. Основным расчетным параметром является модуль зацепления m . Модуль показывает число миллиметров диаметра делительной окружности на один зуб шестерни. $m = P_t / \pi$.

Так как длина делительной окружности $\pi d = P_t z$, где z – число зубьев, то $d = mz$, $m = d/z$.

Числовые значения модуля выбирают из ГОСТа 9563 – 60. Наиболее часто встречающиеся в учебной практике значения модулей:

1-й ряд – 1; 1,25; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10;

2-й ряд – 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7,0.

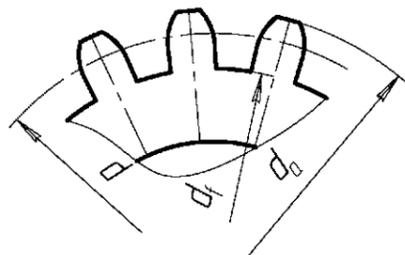


Рис. 73. Проекция зубчатого венца

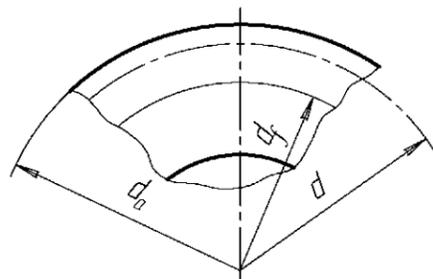


Рис. 74. Условное изображение зубчатого венца

На рис. 75 представлен учебный чертеж цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями (правила выполнения рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес устанавливает ГОСТ 2.403 – 75). В качестве главного вида принят фронтальный разрез детали, на виде слева для упрощения показан только контур отверстия со шпоночным пазом. На чертеже нанесены размеры элементов зацепления – диаметр окружности вершин, ширина зубчатого венца и размер фасок на торцовых кромках цилиндра вершин. В таблице параметров указаны модуль, число зубьев (основные данные) и делительный диаметр (справочные данные).

При выполнении эскиза цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями измерением определяют диаметры d_a и d_f , ширину венца b , подсчитывают число зубьев z . Модуль подсчитывают по формуле $m = d_a / z + 2$ и округляют до ближайшего стандартного. Затем подсчитывают делительный диаметр $d = mz$, диаметр впадин $d_f = m(z - 2,5)$ и уточняют диаметр вершин зубьев $d_a = m(z + 2)$.

Размеры всех остальных элементов зубчатого колеса определяют путем обмера зубчатого колеса.

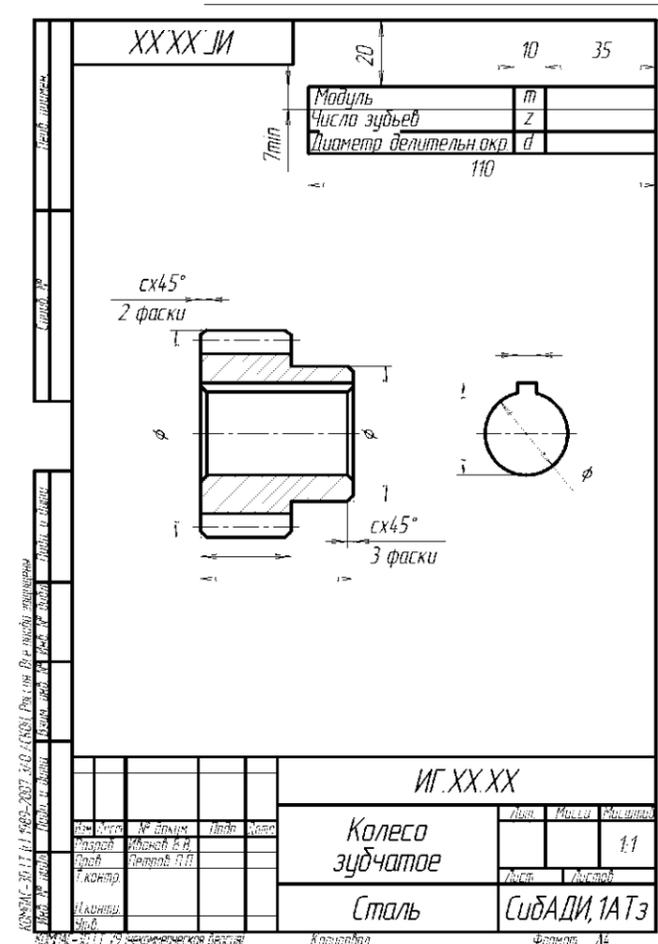


Рис. 75. Пример учебного чертежа зубчатого колеса

7.5. Краткие сведения о материалах и их обозначениях

В машиностроении применяются материалы металлические и неметаллические. Приводимые ниже краткие сведения о материалах, необходимы для понимания их условных обозначений, приводимых в чертежах, а при выполнении эскизов или чертежей деталей, если в задании нет сведений о материалах, то для их выбора.

Чугуны подразделяют на серый (СЧ), ковкий (КЧ) и легированный. Пример обозначения: СЧ 25, ГОСТ 1412 – 85 (слова «серый чугун» не пишут).

Ковкий чугун по ГОСТ 1215 – 79* выпускают двух классов: ферритовый (Ф) марок 30-6, 33-8 и т.д. и перлитовый (П) марок 45-7, 50-5 и т.д.

Примеры обозначения: КЧ 30-6 Ф ГОСТ 1215 – 79; КЧ 60-3 П ГОСТ 1215 – 79.

Стали подразделяют на углеродистые и легированные.

Сталь углеродистая обыкновенного качества изготавливают по ГОСТ 390 – 88* семи марок, от нулевой до шестой. Пример обозначения: Ст 3 ГОСТ 380 – 88 (слово «сталь» в обозначении не пишут).

Сталь углеродистую качественную конструкционную изготавливают по ГОСТ 1050 – 88* марок 08, 10, 15, 20, 45 и т.д. Из стали марок 10, 15, 20 изготавливают болты, винты, гайки; из стали марок 45 ... 60 – ответственные детали – коленчатые валы, зубчатые колеса, поршни.

Пример обозначения: сталь 45 ГОСТ 1050 – 88 (слово «сталь» пишут обязательно).

Легированные стали. В качестве легирующих элементов в них применяют: хром (Х), кремний (С), марганец (Г), никель (Н), медь (Д), молибден (М) и т.д.

Пример обозначения: сталь 12ХН4А ГОСТ 4543 – 71 - высококачественная (буква А) хромоникелевая сталь, содержащая 0,12 % углерода, 2% хрома, 4% никеля.

Алюминиевые сплавы, предназначенные для литья, обозначают АЛ 1, АЛ 2 и т.д.; дляковки – АК 1, АК 2 и т.д.; обрабатываемые давлением – Д1, Д2 и т.д. Цифры указывают номер сплава.

Примеры обозначения: АЛ9 ГОСТ 2685 – 75; АК8 ГОСТ – 74; Д16 ГОСТ 4784 – 74.

Бронзы подразделяют на оловянные и безоловянные.

Примеры обозначений: Бр ОЦСН 3-7-5-1 – бронза оловянная; Бр АЖМ_ц 10-3-1,5 ГОСТ 1628 – 78 – бронза алюминиевая.

Буквы обозначают: О – олово, Ц – цинк, С – свинец, Н – никель, А – алюминий, Ж – железо, М_ц – марганец; числа – среднее содержание элементов в %.

Латуни. Пример обозначения: ЛАН 59-3-2 ГОСТ 15527 – 70. Буквы обозначают: Л – латунь, А – алюминий, Н – никель; числа обозначают: 59 - % меди, 3 - % алюминия, 2 -% никеля, остальные – цинк.

Неметаллические материалы. Применяется значительное количество неметаллических материалов, которые успешно заменяют металлы и их сплавы. Они используются для литья под давлением, прессования, сварки, склеивания и других процессов изготовления деталей.

Пластмассы. Наиболее употребляемые пластмассы: фторопласт -4П ГОСТ 10007 – 80 (для прокладок, втулок, вкладышей, подшипников и т.д.), гетинакс -1 12,0 ГОСТ 2718 – 74 (для втулок, подшипников, маховичков, трубок и т.д.).

Также в изделиях машиностроения применяются *пластины резиновые* и *резинотканевые* по ГОСТ 7338 – 77 для вырезки из них прокладок, для уплотнения неподвижных соединений; *войлок технический* и детали из него по ГОСТ 288 – 72, ГОСТ 6308 – 71 и ГОСТ 6418 – 81.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 6

Выполнение эскизов

Выполнить эскизы двух деталей по их аксонометрическим изображениям. Эскизы выполнить на бумаге в клетку или на миллиметровой бумаге каждый на формате А4.

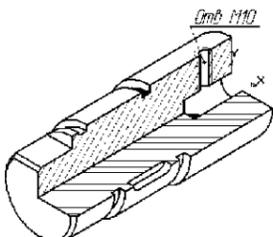
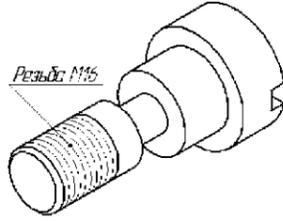
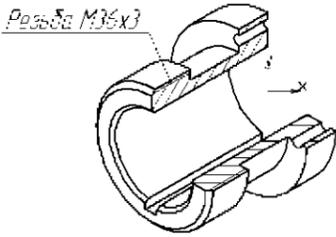
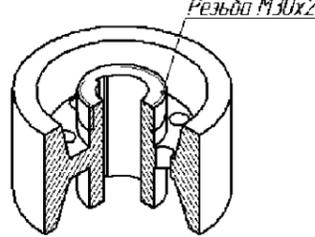
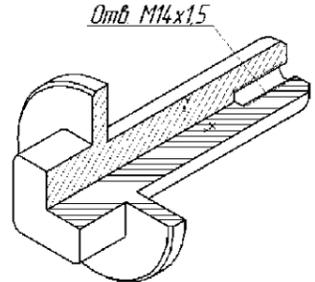
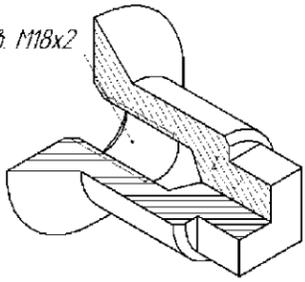
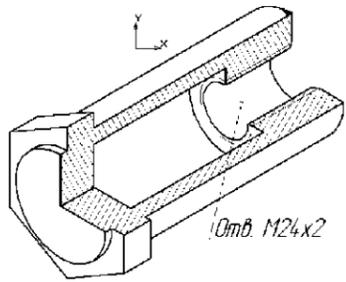
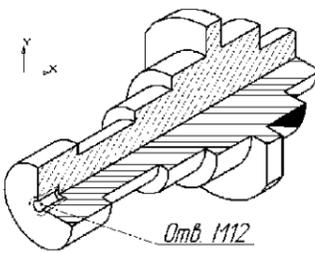
На эскизе детали № 1 вычертить необходимое количество изображений, нанести размерные линии, изобразить и обозначить резьбу, заполнить основную надпись с обозначением материала (сталь). Варианты заданий приведены в табл. 8.

На эскизе колеса зубчатого заполнить таблицу по расчету, приведенному в п. 6.8. На чертеже указать размеры наружного диаметра зубчатого колеса. Для остальных размеров нанести только размерные линии. Заполнить основную надпись с обозначением материала. Варианты заданий приведены в табл. 9. Пример учебного чертежа зубчатого колеса приведен на рис. 75.

Вопросы для самопроверки

1. В какой последовательности надо выполнять эскиз детали?
2. Изобразить элемент детали, содержащий проточку.
3. На какие группы разделяют все детали?
4. Сформулировать понятие измерительной базы.
5. На какие виды подразделяются размеры?
6. Какими способами проставляют размеры на чертежах деталей?
7. Какие размеры называются справочными?
8. Сформулировать понятие «модуль зубчатого колеса».
9. К какой группе деталей относятся зубчатые колеса?

Таблица 8

Варианты заданий	Варианты заданий
<p>1, 16 Вал</p> 	<p>2, 17 Винт</p> 
<p>3, 18 Стакан</p> 	<p>4, 19 Шкив</p> 
<p>5, 20 Палец</p> 	<p>6, 21 Колпачок</p> 
<p>7, 22 Крышка</p> 	<p>8, 23 Вал</p> 

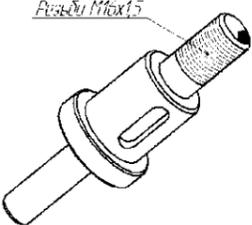
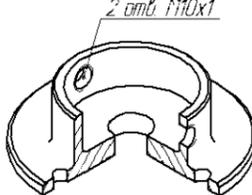
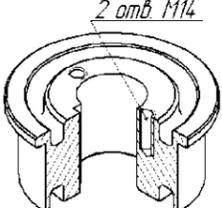
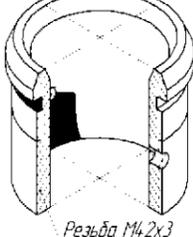
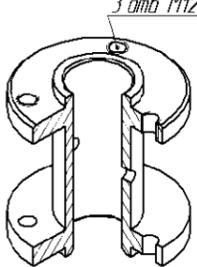
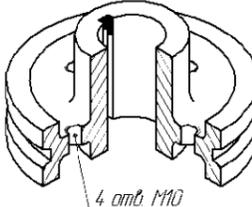
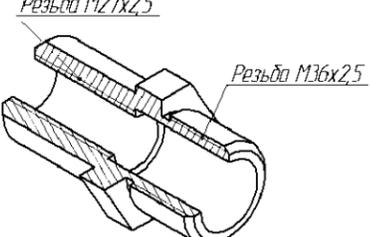
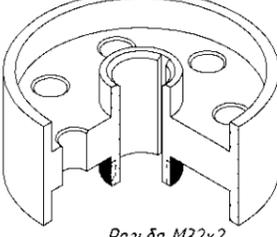
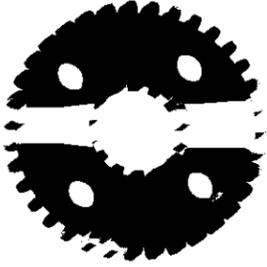
Варианты заданий	Варианты заданий
<p>9, 24 Вал</p>  <p>Резьба М6х15</p>	<p>10, 25 Крышка</p>  <p>2 отв. М10х1</p>
<p>11, 26 Шкив</p>  <p>2 отв. М14</p>	<p>12, 27 стакан</p>  <p>Резьба М4х3</p>
<p>13, 28 Барабан</p>  <p>3 отв. М12х15</p>	<p>14 Шкив</p>  <p>4 отв. М10</p>
<p>15, 30 Штуцер</p>  <p>Резьба М27х2,5 Резьба М36х2,5</p>	<p>29 Шкив</p>  <p>Резьба М32х2</p>

Таблица 9

№ варианта	Колесо зубчатое	№ варианта	Колесо зубчатое
1 z = 20 m = 3,75		2 z = 28 m = 2,5	
3 z = 18 m = 2,75		4 z = 35 m = 1,5	
5 z = 25 m = 2		6 z = 14 m = 4,25	
7 z = 28 m = 1,75		8 z = 35 m = 1,75	

Окончание табл. 9

№ варианта	Колесо зубчатое	№ варианта	Колесо зубчатое
z = 35 m = 1,5		z = 33 m = 1,5	
z = 28 m = 2,25		z = 24 m = 3	
z = 33 m = 1,25		z = 28 m = 2	
z = 35 m = 2		z = 24 m = 2,75	

9. ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

9.1. Чтение чертежа общего вида

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Прочитать чертеж общего вида изделия (сборочной единицы) – значит ответить на вопросы о назначении, устройстве, принципе действия изображенного изделия, а также получить представление о взаимном расположении, способе соединения, взаимодействии, назначении и форме его составных частей (сборочных единиц, деталей и стандартных изделий).

Наименование изделия, указанное в основной надписи чертежа общего вида, таблица с указанием наименований и обозначений составных частей изделия (помещается на листе с чертежом изделия), изображения на чертеже позволяют получить ответы на указанные вопросы.

Номера позиций составных частей, внесенных в таблицу, дают возможность отыскать изображение составных частей на чертеже. Определив изображение детали, на котором указан номер ее позиции, следует затем отыскать все остальные ее изображения, приведенные на данном чертеже, как на основных видах и разрезах, так и на вынесенных сечениях, выносных элементах, дополнительных видах. Проекционная связь отдельных изображений детали, положения секущих плоскостей, при помощи которых выполнены разрезы и сечения, направления, по которым даны местные и дополнительные виды, правила нанесения штриховки в разрезах и сечениях позволяют представить внешнюю форму детали и ее внутреннее устройство.

Чертеж общего вида сборочной единицы «Клапан выпускной» приведен на рис. 79.

Ознакомившись с основной надписью, таблицей и приведенными изображениями изделия, можно составить следующее представление об устройстве и действии клапана выпускного.

Клапан выпускной предназначен для выпуска в корпус тормозной системы воздуха (из воздушной магистрали под давлением) при нажатии рычага этой системы на верхний конец клапана. Корпус и рычаг тормозной системы на чертеже показаны сплошными тонкими линиями (ГОСТ 2.303 – 68).

На чертеже (см. рис. 76) даны следующие изображения: ломаный разрез А-А (главное изображение), вид сверху и местный вид Б.

Клапан выпускной состоит из 6 составных частей – деталей и стандартных изделий. Наименование деталей, их количество и материалы, из которых они изготовлены, указаны в спецификации.

Корпус (поз. 1) показан на разрезе А-А и предназначен для соединения всех деталей в единый узел, присоединения к корпусу тормозной системы и присоединения воздухопровода. Смежными с корпусом являются пружина (поз. 2), прокладка (поз. 5) и крышка (поз. 6), присоединенная к корпусу при помощи

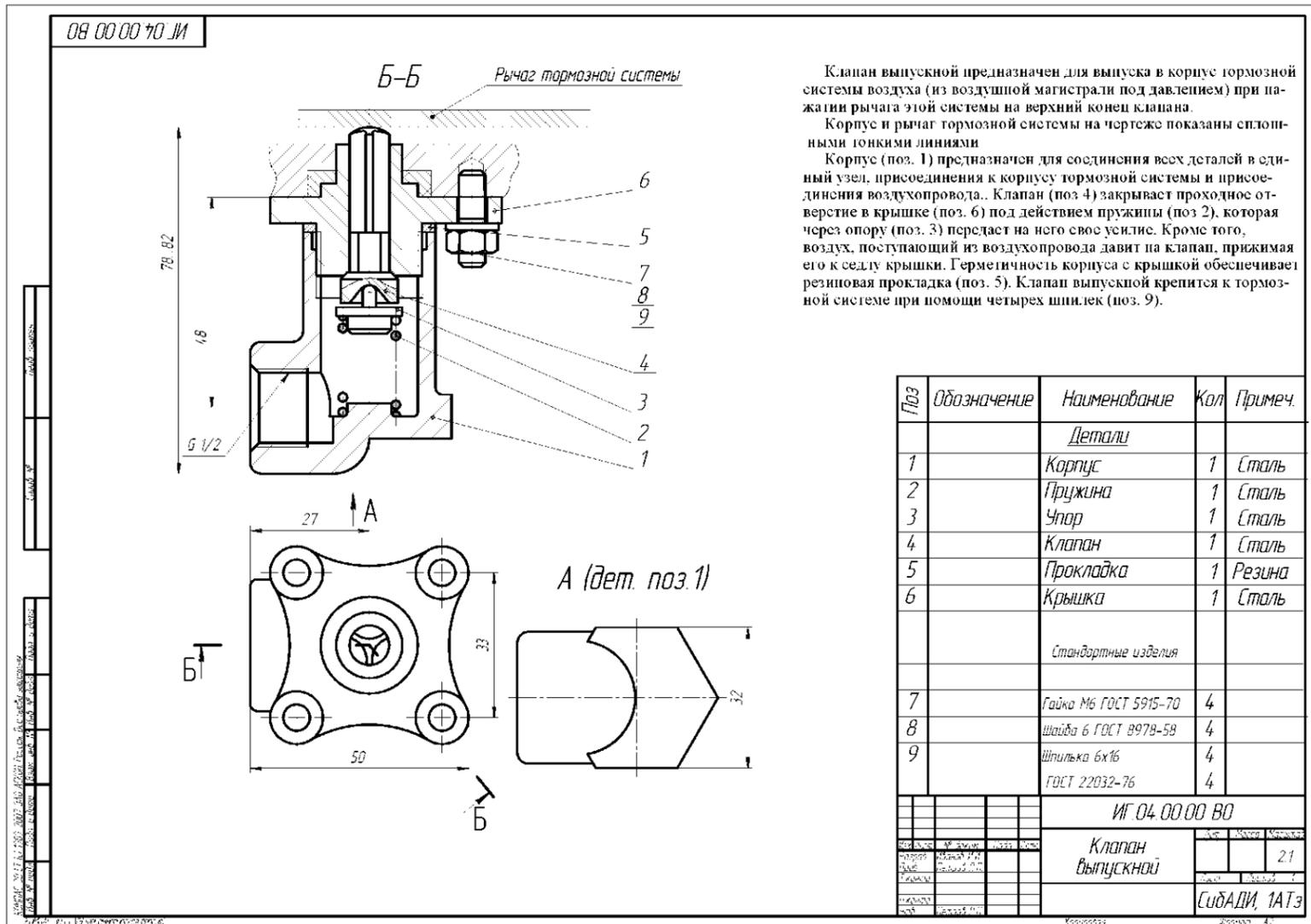


Рис. 76. Чертеж общего вида сборочной единицы «Клапан выпускной»

резьбы. Пружина (поз. 2) опирается на корпус. Опора (поз. 3) вставляется в верхнюю часть пружины, фиксирует ее в определенном положении. Основной рабочей деталью данного изделия является клапан (поз. 4). Клапан закрывает проходное отверстие в крышке под действием пружины, которая через опору передает на него свое усилие. Кроме того, воздух, поступающий из воздухопровода под давлением, также давит снизу на клапан, прижимая его к седлу крышки.

Рабочей поверхностью клапана является коническая поверхность, которая входит в коническую поверхность седла крышки. Клапан открывается под действием механического давления рычага тормозной системы на его верхний сферический конец. Опускаясь вниз, клапан, сжимая пружину, открывает проходное отверстие в крышке и воздух под давлением поступает в корпус тормозной системы. Герметичность соединения корпуса с крышкой обеспечивает прокладка (поз. 5).

Клапан выпускной присоединяется к корпусу тормозной системы при помощи шпилечного соединения.

9. 2. Выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы

Выполнение рабочих чертежей деталей по данному чертежу общего вида называется детализацией. Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные для ее изготовления и контроля. Рекомендуется следующий порядок детализации чертежа общего вида:

1. Прочитать чертеж общего вида.
2. Выбрать деталь, для которой будет составляться рабочий чертеж, определив по спецификации ее наименование и материал.
3. Найти все изображения детали на чертеже общего вида, выяснить наружную и внутреннюю формы детали и определить габаритные размеры.
4. Выбрать минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов).
5. Выбрать главное изображение (на фронтальной плоскости проекций), которое должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.
6. Выбрать стандартный масштаб изображений.
7. С учетом компоновки изображений определить необходимый стандартный формат листа чертежа, расположение рамки поля чертежа и основной надписи.
8. Вычертить изображения детали.
9. Нанести выносные и размерные линии; нанести размерные числа (номинальные) путем обмера изображений на чертеже общего вида с учетом масштаба; особое внимание уделить согласованию размеров сопрягаемых элементов деталей.
10. Заполнить основную надпись.

Закончив чертеж одной детали, в той же последовательности приступить к выполнению чертежа второй детали и т.д.

Для примера рассмотрим выполненную детализировку чертежа общего вида клапана выпускного (см. рис.76) Остановимся на третьей операции (параграф 6.2, пункт 3): найти все изображения детали на чертеже общего вида, выяснить ее форму и определить габаритные размеры, т.к. именно эта операция является основной в процессе детализирования. Эту операцию необходимо проводить в следующей последовательности:

а) найти все изображения детали на чертеже, начиная с того изображения, к которому отнесена полка с номером позиции данной детали. При этом данная деталь мысленно выделяется из всех остальных. Поэтому на рис. 77, рис. 78, рис. 79 изображения соответствующих деталей выделены сплошной основной линией, а все остальные изображения показаны тонкими линиями;

б) сопоставляя все изображения детали и учитывая способ соединения ее с другими смежными деталями данного изделия, определить виды поверхностей, ограничивающих форму детали, и на основании этого мысленно представить ее конструкцию, которая показана на аксонометрическом изображении.

Детализирование клапана выпускного начато с выполнения рабочего чертежа клапана (поз. 4, см. рис. 76 и рис. 77).

Клапан на рис. 76 показан на разрезе Б-Б и виде сверху. По изображению клапана на разрезе Б-Б и его взаимному расположению с крышкой поз. 6 устанавливаем, что нижняя часть клапана снаружи ограничена цилиндрической поверхностью А, а внутри – конической Б, переходящей в сферическую В (рис. 77, б). Выше имеется поверхность усеченного конуса Г, которая является рабочей поверхностью клапана, и плоский торец, а затем – цилиндрическая поверхность Д, к верхнему торцу которой примыкает шток Е, заканчивающийся сферической поверхностью Ж. Форма штока видна на виде сверху. Он ограничен цилиндрической поверхностью З, которая в пересечении с тремя цилиндрическими поверхностями и образует три ребра клапана. Рабочий чертеж клапана представлен на рис. 81. Аксонометрическое изображение поясняет форму клапана (см. рис. 77, в).

Клапан изображен в горизонтальном положении, т.к. оно является основным при обработке клапана на токарном станке.

На чертеже дан главный вид с местным разрезом и вынесенное сечение А-А. Главное изображение дает полное представление о конструкции клапана, за исключением формы штока клапана, которое поясняет сечение А-А.

Величина угла 90° рабочей конической поверхности клапана должна быть согласована с углом седла крышки, а диаметр штока (9 мм) – с диаметром проходного отверстия крышки.

Крышка (поз. 6, см. рис. 76 и рис.79) показана на разрезе Б-Б и виде сверху. Рассматривая два изображения крышки, учитывая ее взаимосвязь с клапаном и корпусом, устанавливаем, что ее наружная форма (см. рис.79, б)состоит из трех соосных цилиндрических поверхностей А, Б, В, фигурного фланца Г, ограниченного сопряженными цилиндрическими поверхностями Д и Е и пяти параллельных плоскостей.

На поверхности В выполнена фаска и нарезана резьба.

Внутренняя форма крышки представляет цилиндрическую поверхность Ж (отверстие под шток клапана), которая внизу заканчивается конической поверхностью З, являющейся его седлом. Кроме того, на фланце имеются четыре цилиндрических отверстия с фасками.

АксонOMETрическое изображение крышки поясняет ее форму (рис. 79, в).

На рабочем чертеже (рис.80) главное изображение крышки представляет соединение вида спереди и простого фронтального разреза. Вид поясняет наружную форму крышки, разрез поясняет ее внутреннюю форму – отверстия диаметром 9 и диаметром 6. Вид сверху поясняет форму фланца крышки.

Размерами сопрягаемых элементов крышки являются размеры резьбы М 24 х 1,5 (сопрягаемой с резьбой корпуса), отверстия диаметром 9 (согласовываются с диаметром штока клапана) и угол 90° седла (согласовывается с углом рабочей конической поверхности клапана).

Корпус (поз. 1, см. рис. 76 и рис. 81, а, б, в) показан на разрезе Б-Б, на виде сверху и виде А. Сопоставляя три изображения корпуса, учитывая соединение с крышкой (поз. 6) и взаимосвязь с пружиной (поз. 3), устанавливаем, что снаружи он ограничен цилиндрической поверхностью А (рис.81, б), которая внизу заканчивается поверхностью шестигранной призмы Б, а слева внизу переходит в цилиндрическую поверхность со сферой Г.

Внутренняя форма корпуса состоит из поверхностей: цилиндрических Д, Е (ограничивающих вертикальное отверстие с резьбой М 24 х 1,5); цилиндрической Ж, ограничивающей выступ на дне вертикального отверстия; цилиндрической З, ограничивающей горизонтальное отверстие с резьбой G1/2, в котором коническая фаска. Все скругления И представляют собой части торцовых поверхностей.

АксонOMETрическое изображение корпуса, данное на чертеже, поясняет его форму (см. рис. 81, в). На рабочем чертеже корпуса (рис. 82) даны два изображения: главное изображение, представляющее фронтальный разрез, и вид сверху. Фронтальный разрез и вид сверху вполне определяют конструкцию корпуса.

Размерами сопрягаемых элементов корпуса являются размеры резьбы М 24 х 1,5, сопрягаемой с резьбой крышки, и размеры диаметра цилиндрического выступа диаметром 10, сопрягаемого с внутренним диаметром пружины (поз. 2, см. рис. 76 и рис. 82).

Конструкцию остальных деталей чертежа общего вида следует рассмотреть самостоятельно.

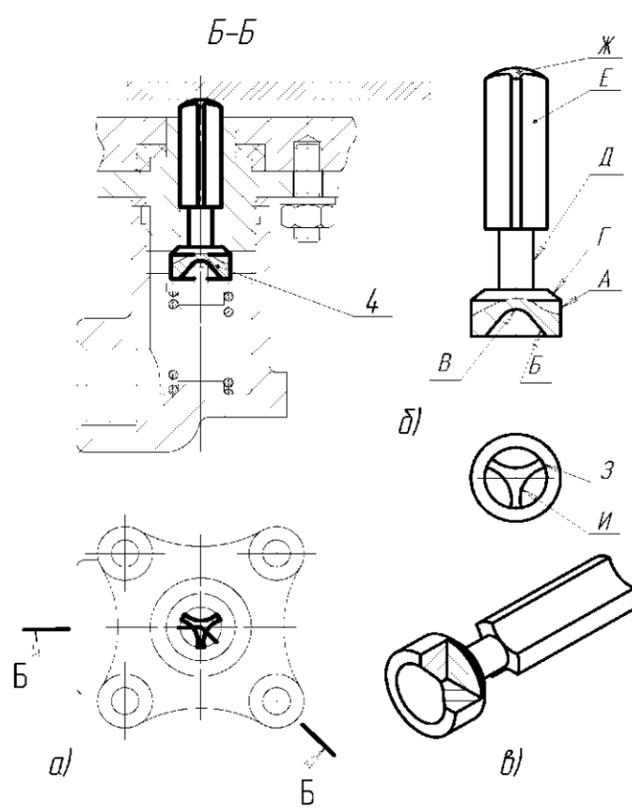


Рис. 77. Положение клапана в изделии

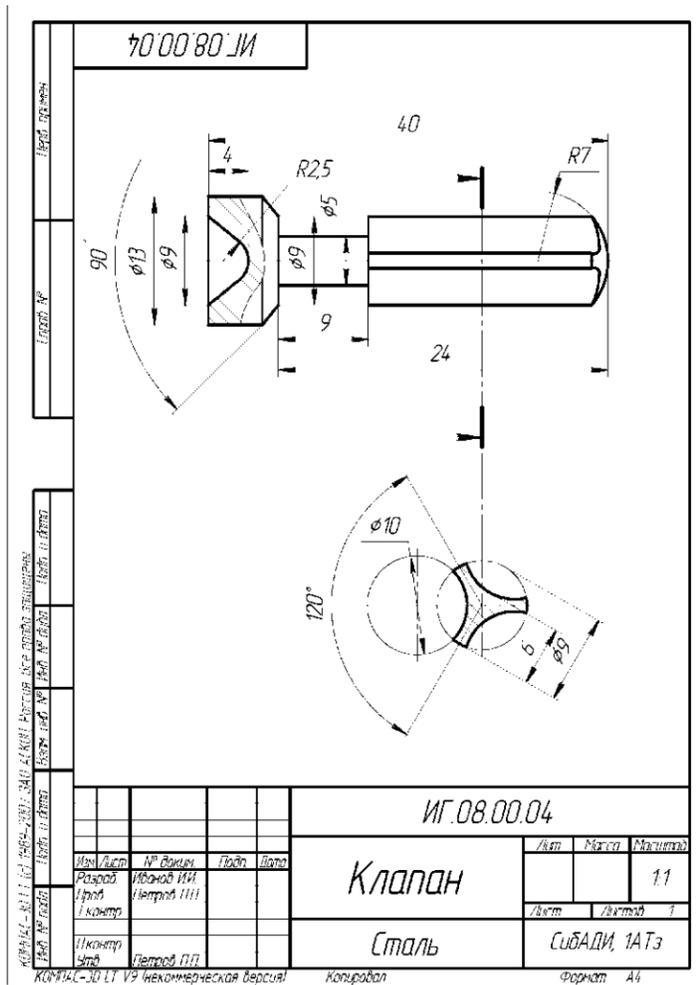


Рис. 78. Рабочий чертеж клапана

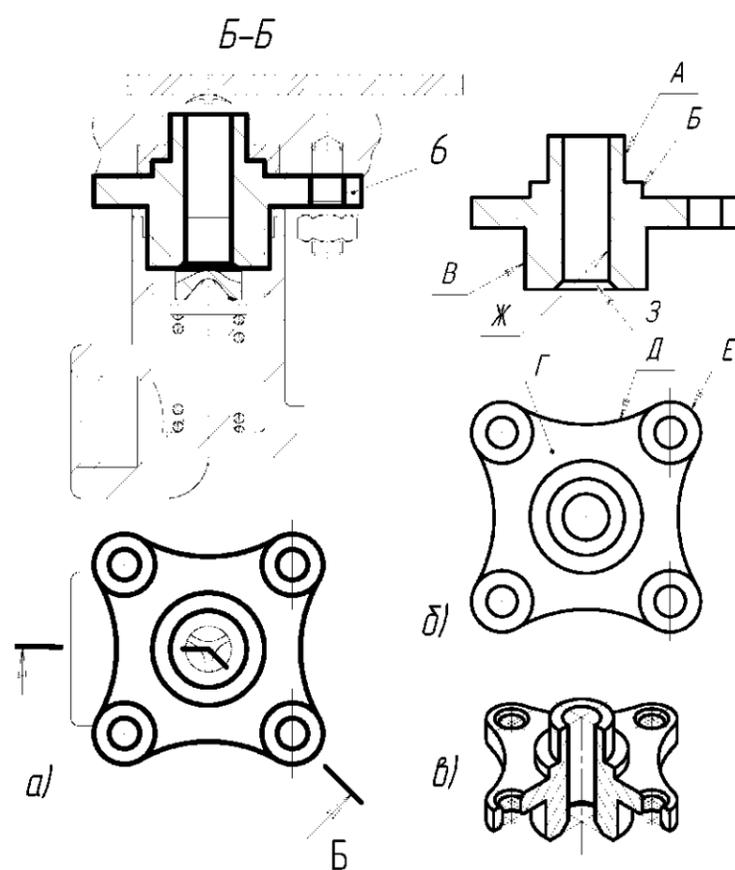


Рис. 79. Положение крышки в изделии

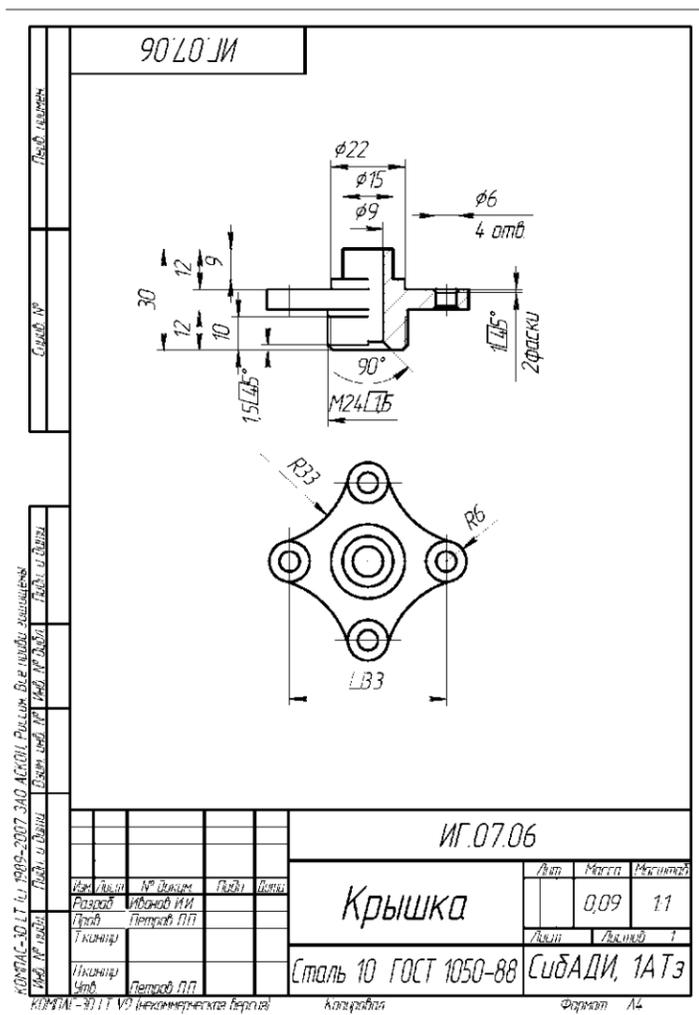


Рис. 80. Рабочий чертеж крышки

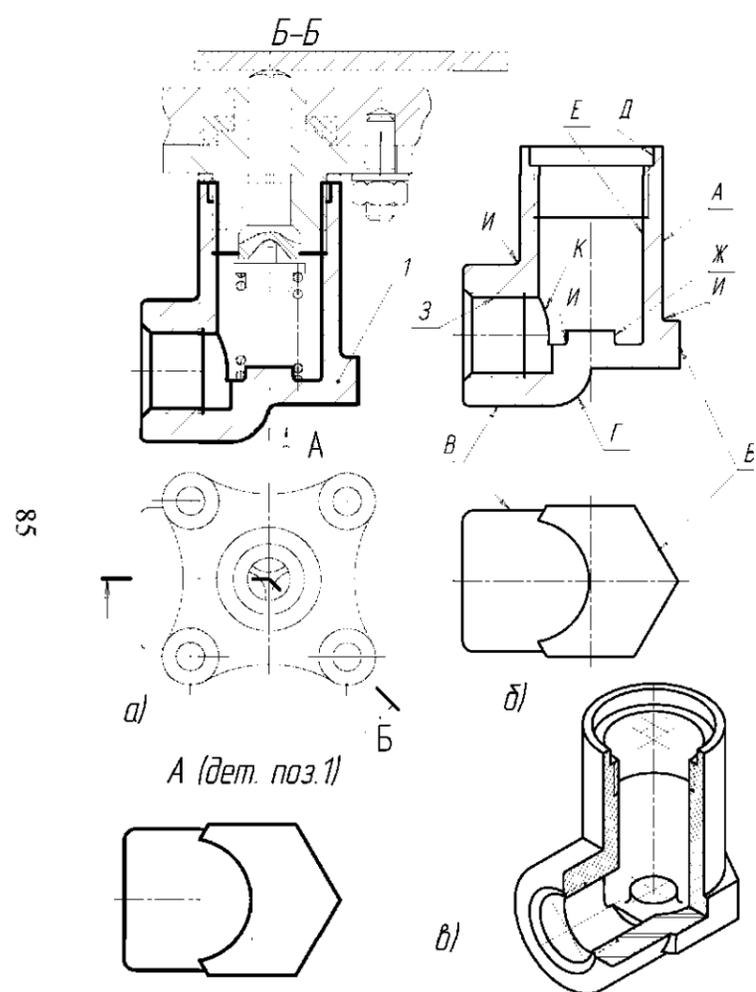


Рис. 81. Положение корпуса в изделии

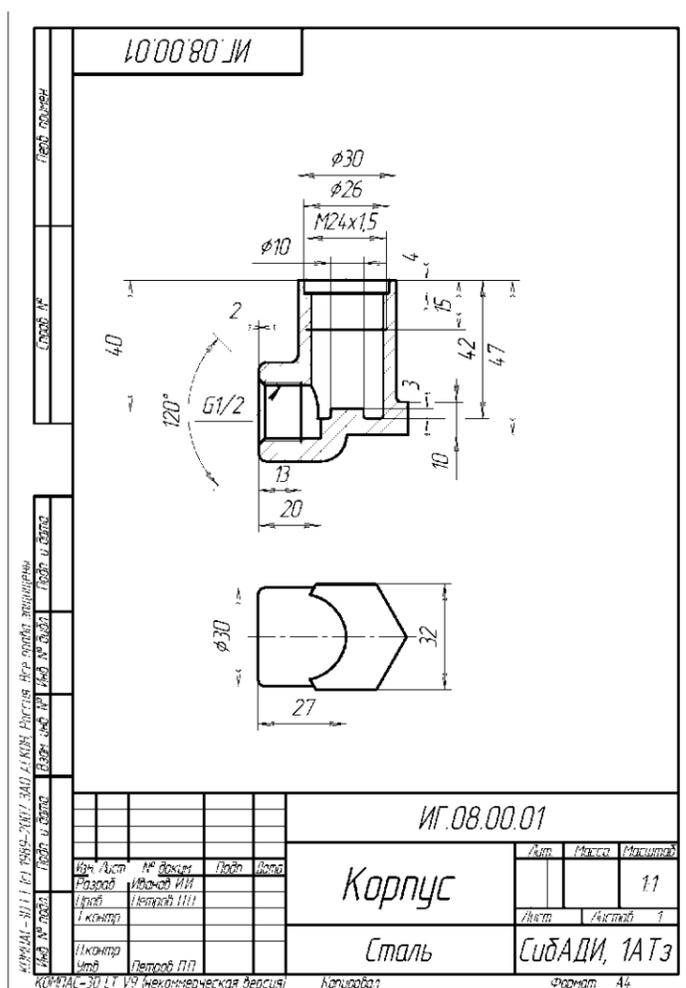


Рис. 82. Чертеж корпуса

9. 3. Учебные чертежи.

В курсе черчения студенты изучают основные правила выполнения чертежей деталей, сборочных чертежей и спецификаций (для некоторых специальностей предусмотрено также выполнение схем). Выполнение этих видов конструкторских документов, полностью отвечающих требованиям производства, возможно только после изучения специальных дисциплин, как технология металлов, сопротивление материалов, детали машин, допуски и посадки и ряд других.

Поэтому в курсе черчения КД выполняются с некоторыми отступлениями от требований стандартов и производства. Так, например, размеры наносятся только *номинальные*, без указания предельных отклонений; шероховатости поверхностей не обозначаются. (*Номинальным* называется основной расчетный размер, определенный исходя из его функционального назначения).

Кроме того, учебные чертежи могут отличаться от производственных, например, требованием сохранения на них линий построения, в частности линий перехода; дополнением чертежей аналитическими записями и т.д. Иначе говоря, они могут и должны до известной степени носить лабораторный, исследовательский характер. Студент все это должен знать, строго выполнять требования программы курса черчения, понимать необходимость дальнейшего расширения своих знаний, относящихся к конструкторской документации.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 7

Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида

Задание. По чертежу общего вида выполнить рабочие чертежи указанных в задании деталей, следуя рекомендациям, изложенным в параграфе 11.2. Выполнить аксонометрию одной детали из них с вырезом. Чертеж каждой детали выполнить на отдельном формате. Масштаб детали выбрать в соответствии с форматом, мелкие детали следует увеличить по сравнению с изображением их на задании. Проставить все размеры. Размеры снять с исходного чертежа задания, согласуя с его масштабом. В основной надписи обязательно указать материал детали. Варианты задания выдаются на кафедре.

Вопросы для самопроверки

1. Какое изделие называется деталью?
2. Какое изделие называется сборочной единицей?
3. Каким требованиям должен удовлетворять чертеж детали?
4. Каким требованиям должен удовлетворять чертеж сборочной единицы?
5. Как подразделяется конструкторская документация (КД) в зависимости от стадии проектирования?

11. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Согласно ГОСТ 2.109 – 73 сборочный чертеж должен содержать:

1. Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу.
2. Сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы.
3. Размеры, которые должны быть выполнены по сборочному чертежу.
4. Указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.).
5. Номера позиций составных частей, входящих в изделие.
6. Габаритные размеры, установочные и присоединительные размеры.
7. Справочные размеры.

Основная надпись сборочного чертежа выполняется по форме 1 ГОСТ 2.104 – 68.

Сборочный чертеж имеет то же наименование, которое записано в спецификации, и обозначение, идентичное обозначению в спецификации с добавлением шифра «СБ».

Для каждой составной части сборочной единицы на чертеже указан номер позиции, соответствующий номеру позиции, указанному в спецификации. Номера позиций на сборочном чертеже наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Эти линии должны пересекать контур изображения составной части и заканчиваться точкой, не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельны линиям штриховки, не должны пересекать изображения других составных частей и размерных линий чертежа.

Номера позиций на чертеже наносят, как правило, один раз. При необходимости повторения номера позиций проставляют на двойной полке. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа и группируют их в колонку или в строчку. Размер шрифта номеров позиций должны быть на 1-2 номера шрифта больше размера шрифта размерных чисел.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления, допускается проводить общую линию-выноску, полки при этом располагаются колонкой и соединяются тонкой линией.

Если сборочный чертеж выполняется на формате А4, то спецификация может быть помещена вместе с чертежом, при этом шифр «СБ» не проставляется.

На сборочных чертежах допускаются условности и упрощения изображений:

1. Упрощенные изображения крепежных деталей должны соответствовать ГОСТ 2.315 – 68.
2. Изделия из одного материала, выполненные сваркой, пайкой, склеиванием, в разрезах и сечениях следует штриховать в одном направлении как монолитные; границы между деталями в таких случаях выполняются сплошными основными линиями.

3. Крайние положения деталей, перемещающихся в процессе действия изделия, показывают штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками.

4. Допускается условно изображать сплошной тонкой линией, пограничные (соседние) изделия («обстановку») или их части.

5. Допускается не изображать мелкие элементы деталей: фаски, галтели, проточки, рифления, насечки, а также зазоры между стержнем и отверстием.

6. В том случае, если изделие имеет несколько одинаковых равномерно расположенных деталей (болтов, винтов, отверстий и пр.), допускается выполнять изображение одной из них, остальные можно не показывать, указав только их расположение осевыми линиями.

7. Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями винтов, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений винтов.

Об уплотнительных устройствах. В технике широко применяется так называемое *сальниковое устройство*, на изображение которого надо обратить особое внимание, поскольку такого рода уплотнительные устройства встречаются во многих изделиях (вентилях, кранах, задвижках, клапанах, насосах и др.). Их назначение – препятствовать просачиванию через зазоры между движущимися частями изделия жидкостей, паров и газов. Обычно сальниковое устройство состоит из втулки, мягкой набивки и накидной гайки. При затягивании накидной гайки втулка опускается и сжимает набивку, чем и обеспечивается достаточная герметичность соединения. Сальниковое устройство на сборочных чертежах изображается при выдвинутом положении втулки. Задвижки и вентили изображаются в закрытом положении, а краны – в открытом.

Иногда втулка нажимная и гайка накидная объединены в одну деталь, а иногда гайка накидная заменяется фланцем, как например, изображено на чертеже крана на рис. 84.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 8

Выполнение чертежа сборочной единицы

Работа может выполняться в двух вариантах, причем студент может выбрать для выполнения любой.

Вариант 1. Задание. Выбрать самостоятельно, если есть возможность, сборочную единицу, например, вентиль, пробковый кран, тиски и т.д. Составить структурную схему (рис. 83), спецификацию, выполнить эскизы всех входящих деталей на миллиметровой бумаге или на ватмане. Выполнить учебный сборочный чертеж. Схему и спецификацию выполнять на отдельных листах формата А4 с основной надписью по форме 1 ГОСТ 2.108-68, сборочный чертеж – на формате А2 или А1. Пример выполнения сборочного чертежа приведен на рис. 84.

Структурная схема деления изделия на составные части имеет обозначение Е1.

Вариант 2. Задание. По наглядному изображению сборочной единицы и рабочим чертежам всех входящих деталей выполнить: структурную схему, составить спецификацию, выполнить сборочный чертеж. Требования к оформлению те же, что приведены выше.

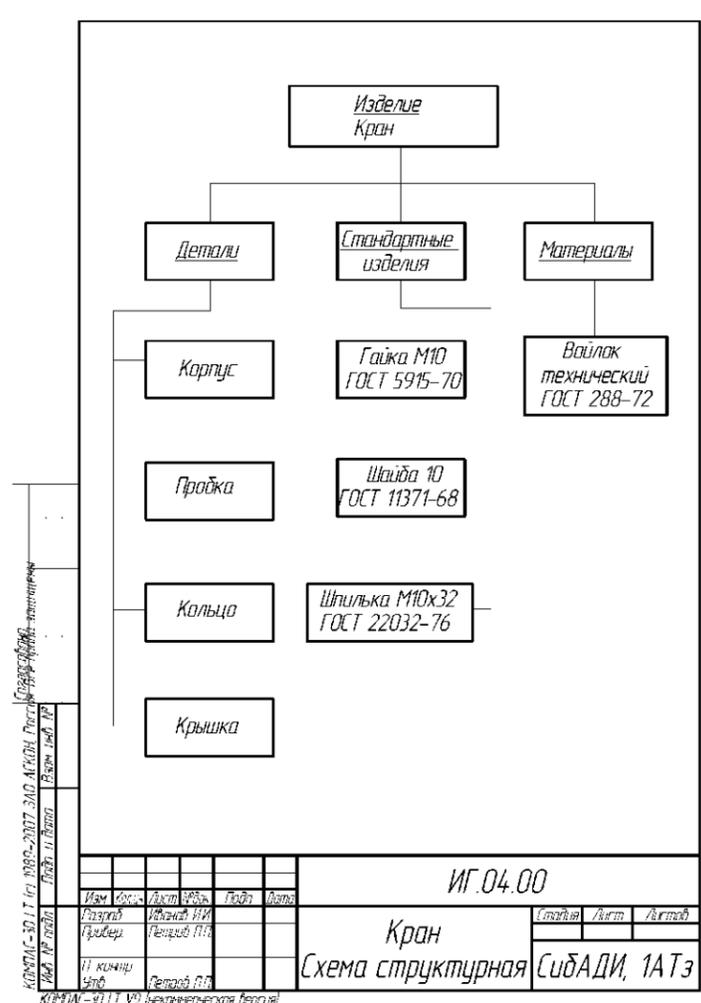


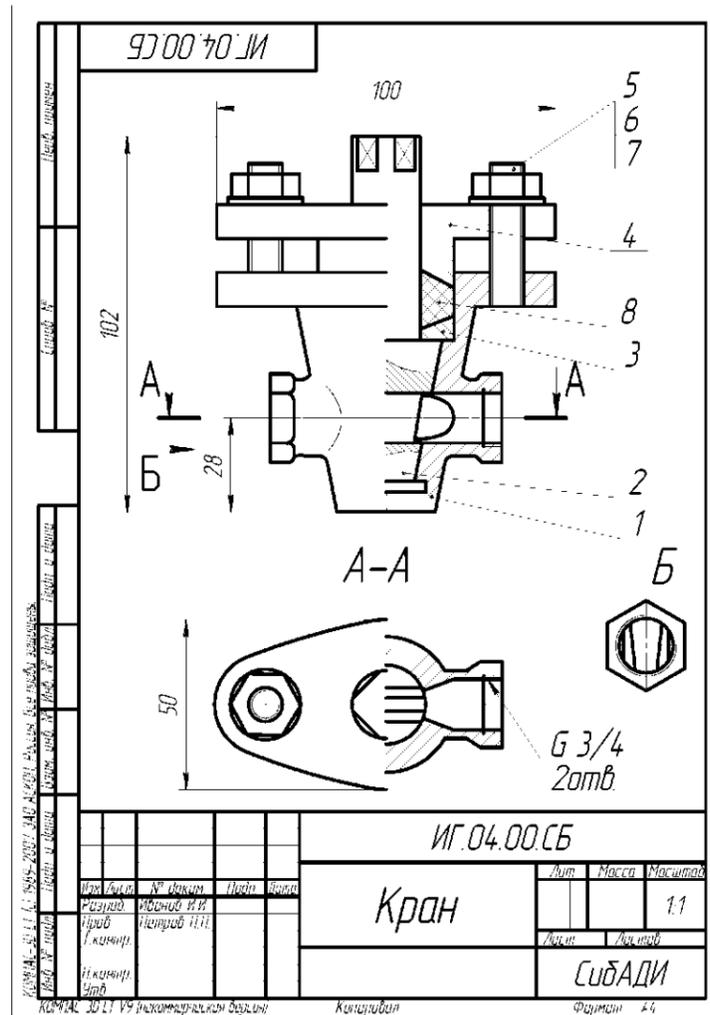
Рис. 83. Схема структурная

Вопросы для самопроверки

1. Что должен содержать сборочный чертеж?
2. Какие размеры проставляют на сборочном чертеже?
3. Какие упрощения допускаются на сборочных чертежах?
4. Перечислить основные разделы спецификации.
5. Как надо располагать на поле чертежа номера позиций?

Рисунки Знач	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
Документация					
ИГ.0400.СБ			Сборочный чертеж		
Детали					
1	ИГ.0401		Корпус	1	
2	ИГ.0402		Продка	1	
3	ИГ.0403		Кольца	1	
4	ИГ.0404		Крышка	1	
Стандартные изделия					
5			Гайка 2М10 ГОСТ5915-70	2	
6			Шайба 10 ГОСТ 11371-68	2	
7			Шпилька М10х32 ГОСТ22034-76	2	
Материалы					
8			Войлок технический ГОСТ 288-72	0,02 кг	
ИГ.04.00					
Кран				СибАДИ, 1АТз	

Рис. 84. Пример выполнс



ния учебного сборочного чертежа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, выполнены чертежи последней контрольной работы. Полезно оглянуться на пройденный путь и подвести некоторые итоги. Способы построения проекционных чертежей основаны на положениях начертательной геометрии. При выполнении курсовых и дипломного проектов, вероятно, будет небесполезным заглянуть иногда и в учебник по начертательной геометрии. Инженер любой специальности должен свободно «читать» проекционные чертежи.

Государственные стандарты, в их числе и относящиеся к оформлению чертежей, не есть нечто застывшее, неизменное. Развитие науки и техники требует периодического их пересмотра, внесения в них тех или иных изменений, поэтому, применяя стандарты, нужно всегда быть уверенным, что они действующие.

Чертеж должен быть выполнен простым, ясным, лаконичным языком. Следует помнить, что лишние изображения (проекции), надписи, условные знаки и т.п., перегружая чертеж ненужной информацией, затрудняют пользование им.

Как уже отмечалось, составление чертежей, полностью отвечающих требованиям производства, возможно только после изучения еще ряда общетехнических и специальных дисциплин. Твердое знание материала, изученного в курсе черчения, облегчит вам движение вперед.

Библиографический список

1. ГОСТы ЕСКД. – М.: Издательство стандартов, 1991.
2. Бабич О.А. Чтение и детализация сборочных чертежей / О.А. Бабич, И.Н. Владиславская. – М.: Высшая школа, 1966. – 94 с.
3. Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. – М.: Высшая школа, 1997. – 367 с.
4. Баранова Л.А., Боровикова Р.Л., Панквич А.П. Основы черчения. – М.: Высшая школа, 1996. – 384 с.
5. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: – М.: 2001. – 429 с.
6. Машиностроительное черчение / ред. Г.П. Вяткин. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
7. Миронова Р.С., Миронов Б.Г.. Сборник заданий по инженерной графике. – М.: Высшая школа, 2000. – 263 с.
8. Начертательная геометрия и черчение: метод. указания и контрольные задания для студентов-заочников инж.-техн. спец. вузов / С.А. Фролов, А.В. Бубенников, В.С. Левицкий, И.С. Овчинникова. – М.: Высшая школа, 1982. – 88 с.
9. Чекмарев А.А. Инженерная графика (текст): справочные материалы / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Владос, 2002. – 416 с.

Учебное издание

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 2

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие для студентов заочной формы обучения
инженерно-технических и строительных специальностей

Редактор Т.И. Калинина

Подписано к печати ____ . ____ . 200 ____

Формат 60x90 1/8. Бумага писчая

Оперативный способ печати

Гарнитура Times New Roman

Усл. п.л. 10,75, уч.- изд. л.7,8

Тираж 500 экз. Заказ № ____

Цена договорная

Издательство СибАДИ

644099, г. Омск, ул. П. Некрасова, 10

Отпечатано в полиграфическом отделе УМУ СибАДИ

644080, г. Омск, ул. Пр.Мира, 5

