

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А . Д . Е В С Т И Г Н Е Е В

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие

Ульяновск
УлГУ
2019

УДК 621.9 (075.8)

ББК 34.63я7

У61

Рецензенты:

к-т техн. наук, доцент В. В. Сапунов

*Печатается по решению Ученого Совета
инженерно-физического факультета высоких технологий
Ульяновского государственного университета*

Евстигнеев, Алексей Дмитриевич

Е 26 Компьютерная графика : учебно-методическое пособие /
А. Д. Евстигнеев. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 73 с.

ISBN 978-5-9795

Пособие разработано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Компьютерная графика» для студентов, обучающихся по направлению подготовки специалистов по специальности 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства» всех форм обучения. Пособие предназначено для использования при самостоятельной работе и проведении практических и лабораторных занятий.

Изложены основные правила и приемы выполнения сборочных и рабочих чертежей с применением современных систем автоматизированного проектирования.

УДК 621.9 (075.8)

ББК 34.63я7

ISBN 978-5-9795

© Евстигнеев А. Д., 2019

© Оформление. УлГУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1. Лабораторная работа № 1. Построение проекций деталей	5
2. Лабораторная работа № 2. Взаимное пересечение тел	
3. Лабораторная работа № 3. Разрезы	
4. Лабораторная работа № 4. Сечения	
5. Лабораторная работа № 5. Резьбовые соединения	
6. Лабораторная работа № 6. Построение проекций сварной детали	
7. Лабораторная работа № 7. Механические передачи	
8. Лабораторная работа № 8. Деталирование	
Заключение	
Библиографический список	
Основные использованные понятия (гlossарий)	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Реалии сегодняшнего дня диктуют высокие требования к специалистам, задействованным во всех сферах автомобильной промышленности. Это связано, прежде всего, с полной компьютеризацией всех этапов и процессов проектирования, изготовления, обслуживания автомобильной техники. Безусловно, умение читать чертежи и схемы, грамотно выполнять построение проекций изделий, является неотъемлемым, первоочередным навыком специалиста.

Формирование указанных компетенций осуществляется в комплексе дисциплин, в том числе в дисциплине «Компьютерная графика».

Под компьютерной графикой обычно понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера. Под графической информацией понимаются модели объектов и их изображения [16].

Целью настоящего учебного пособия является привитие студентам умений и навыков выполнения чертежей изделий с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САПР).

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Построение проекций деталей

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения проекций деталей.

Общие сведения

Изображения предметов на чертеже следует выполнять по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1.1, а). За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба; грани совмещают с плоскостью (рис. 1.1, б) [4].

Вид – это ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования.

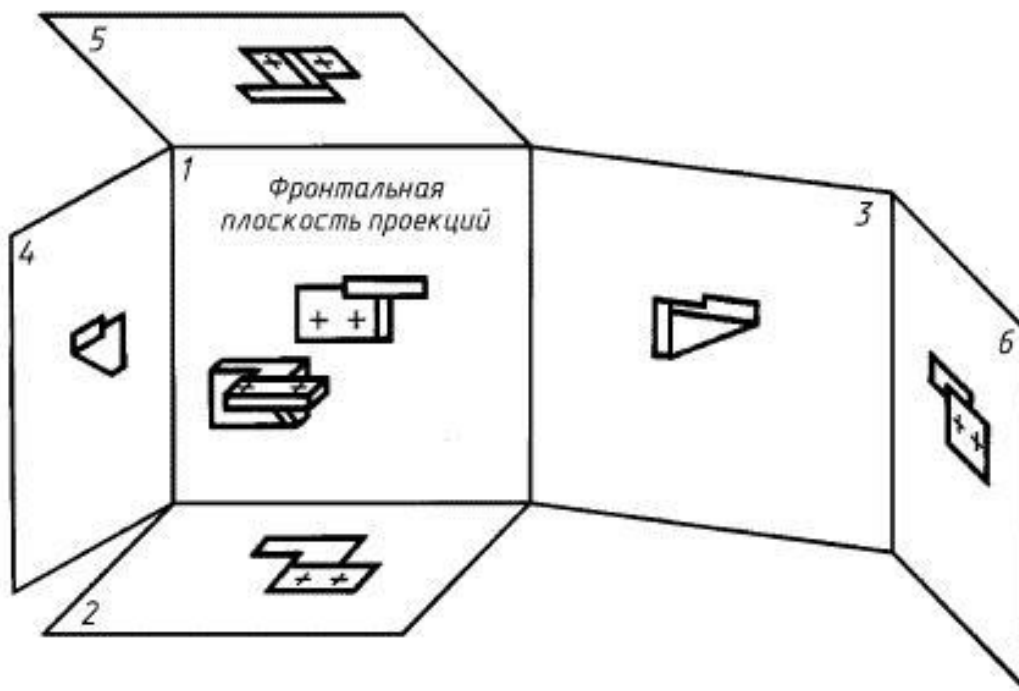
Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета [4].

Главный вид – это основной вид предмета на фронтальной плоскости проекции, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные основные виды [4].

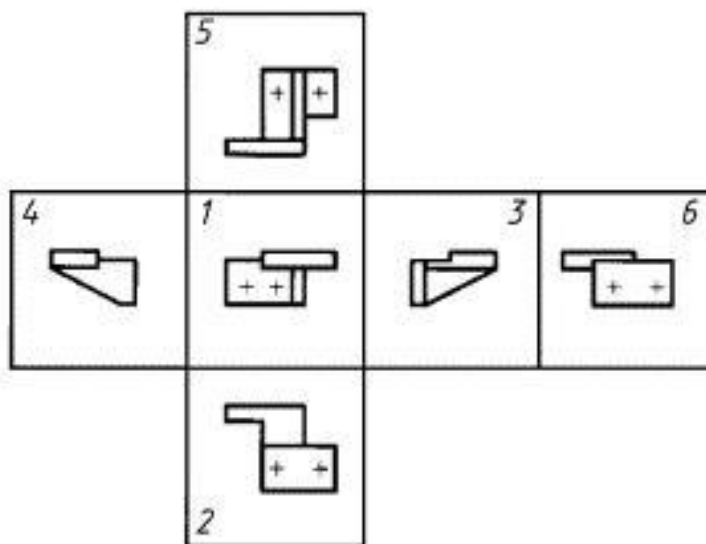
Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета с помощью штриховых линий (рис. 1.2) [4].

Если какую-либо часть предмета на чертеже невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют допол-

нительные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (рис. 1.3, а – б) [4].



а)



б)

Рис. 1.1. Основные виды: а – принцип прямоугольного проецирования; б – расположение проекций на чертеже; 1 – главный вид; 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади [4]

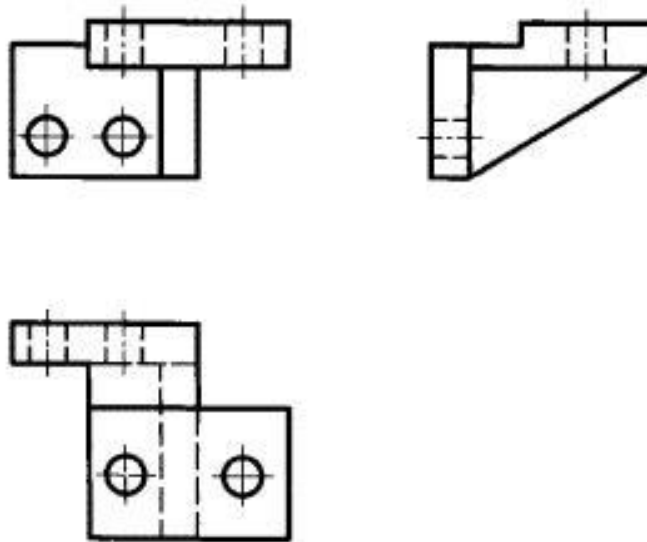


Рис. 1.2. Пример показа невидимых линий [4]

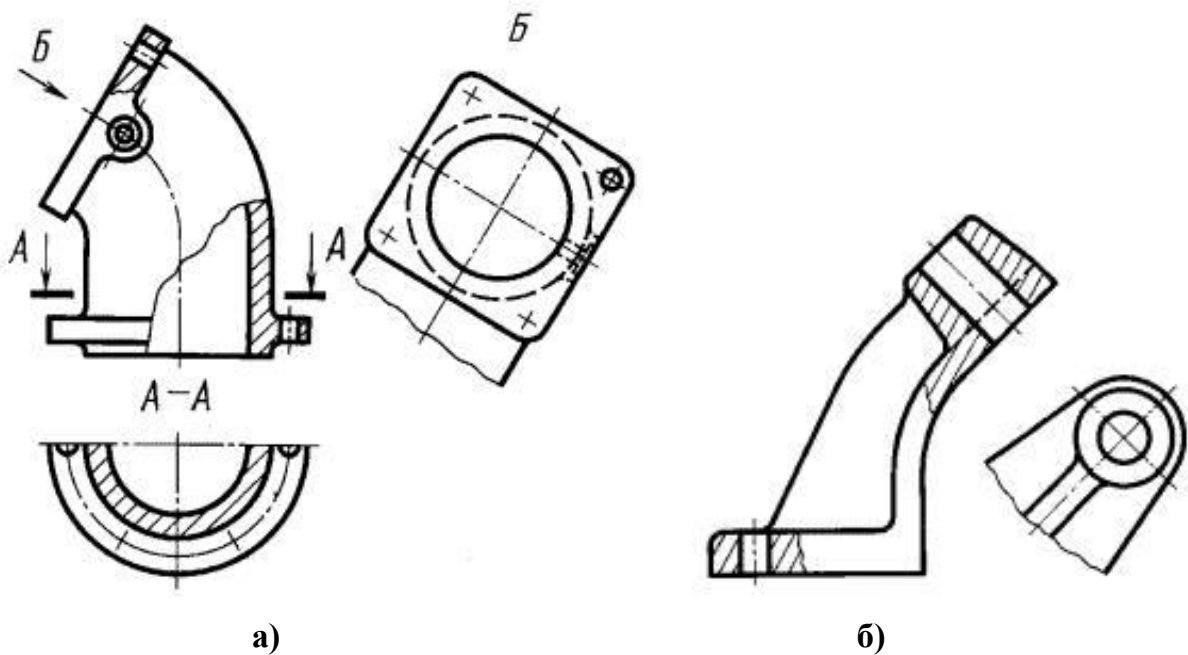


Рис. 1.3. Дополнительные виды: а – с указанием направления взгляда; б – в проекционной связи [4]

Дополнительный вид – это изображение предмета на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций, применяемое для неискаженного изображения поверхности, если ее нельзя получить на основном виде [4].

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой (см. рис. 1.3, а), а у связанного с дополнительным видом изобра-

жения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (например, стрелка Б на рис. 1.3, а) [4].

Размеры стрелок, указывающих направление взгляда, приведены на рис. 1.4 [4].

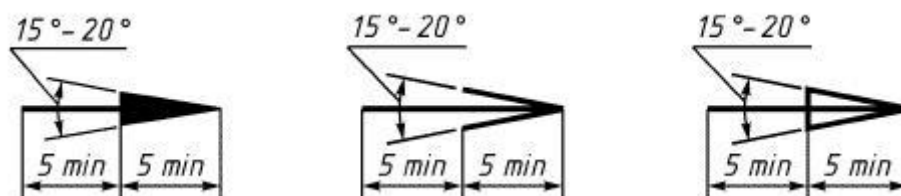



Рис. 1.4. Размеры стрелок взгляда [4]

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (см. рис. 1.3, б) [4].

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении, при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением  (рис. 1.5) [4].

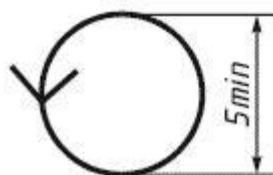


Рис. 1.5. Условное графическое обозначение «повернуто» [4]

Для пояснения конструктивных особенностей элементов детали на чертеже применяют местные виды, позволяющие выполнить локальное изображение части детали без представления всего вида.

Местный вид – изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета [4].

Местный вид (виды Г и Д на рис. 1.6) может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (вид Д на рис. 1.6), или не

ограничен (вид Г на рис. 1.6). Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду [4].

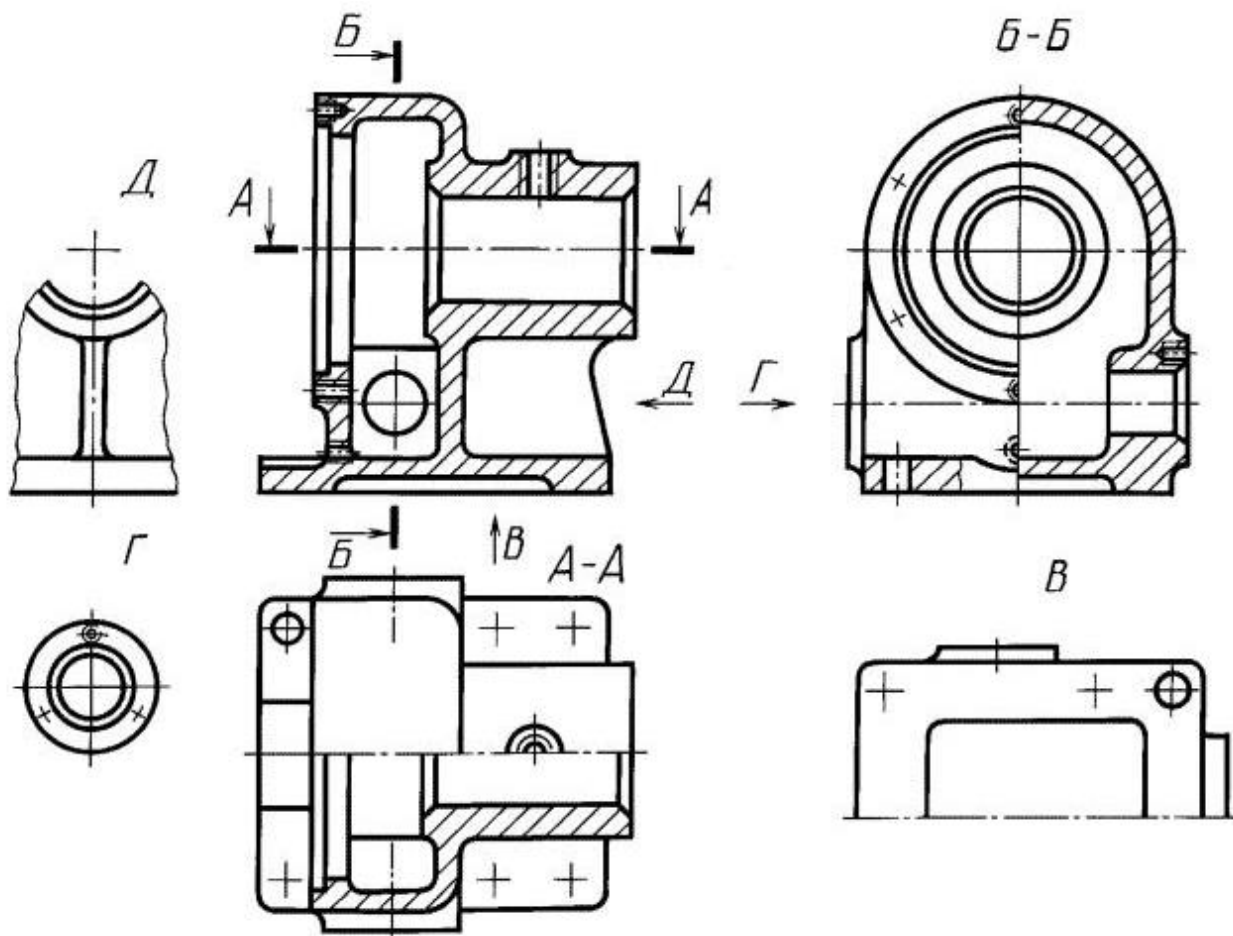


Рис. 1.6. Указание местных видов [4]

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют

задание. Примеры заданий приведены на рис. 1.7.

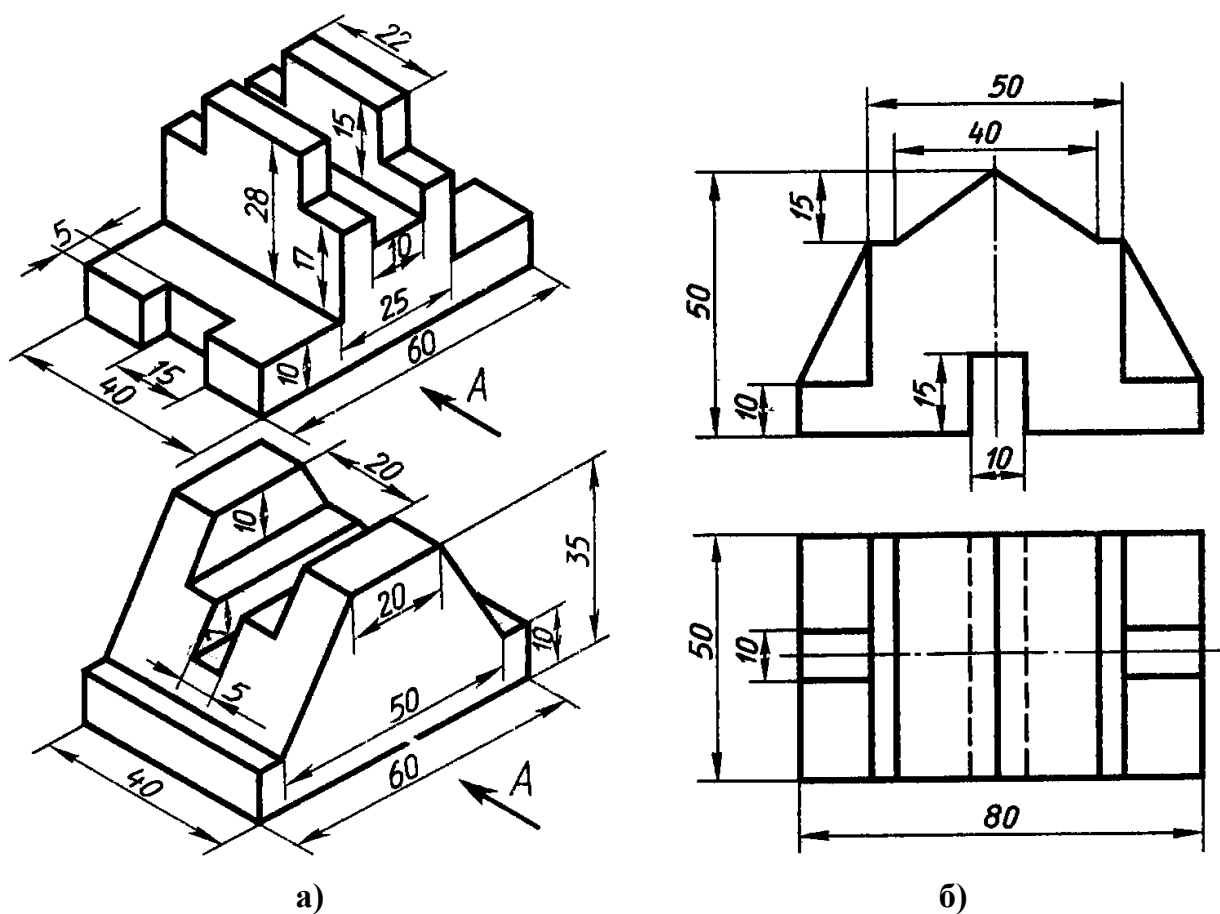


Рис. 1.7. Примеры заданий: а – построение проекций детали по аксонометрии; б – построение третьей проекции детали [3]

2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.

3. Выполняют построение чертежей деталей по своему варианту.

3.1. В САПР создают новый чертеж детали.

3.2. В проекционной связи выполняют построение необходимых проекций деталей по своему варианту. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

3.3. По двум готовым проекциям в проекционной связи выполняют построение вида слева.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Взаимное пересечение тел

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения контура пересечения тел.

Общие сведения

На чертежах деталей машин часто встречаются линии пересечения поверхностей (линии перехода). Рассмотрим приемы построения этих линий [15].

Взаимное пересечение многогранников

На рис. 2.1, а, б приведены модель и три проекции двух пересекающихся призм – четырехугольной и треугольной. Построение фронтальной проекции на рис. 2.1, б не закончено, проекция линий пересечения на ней не показана. Требуется построить проекции линий пересечения тел на всех проекциях чертежа [15].

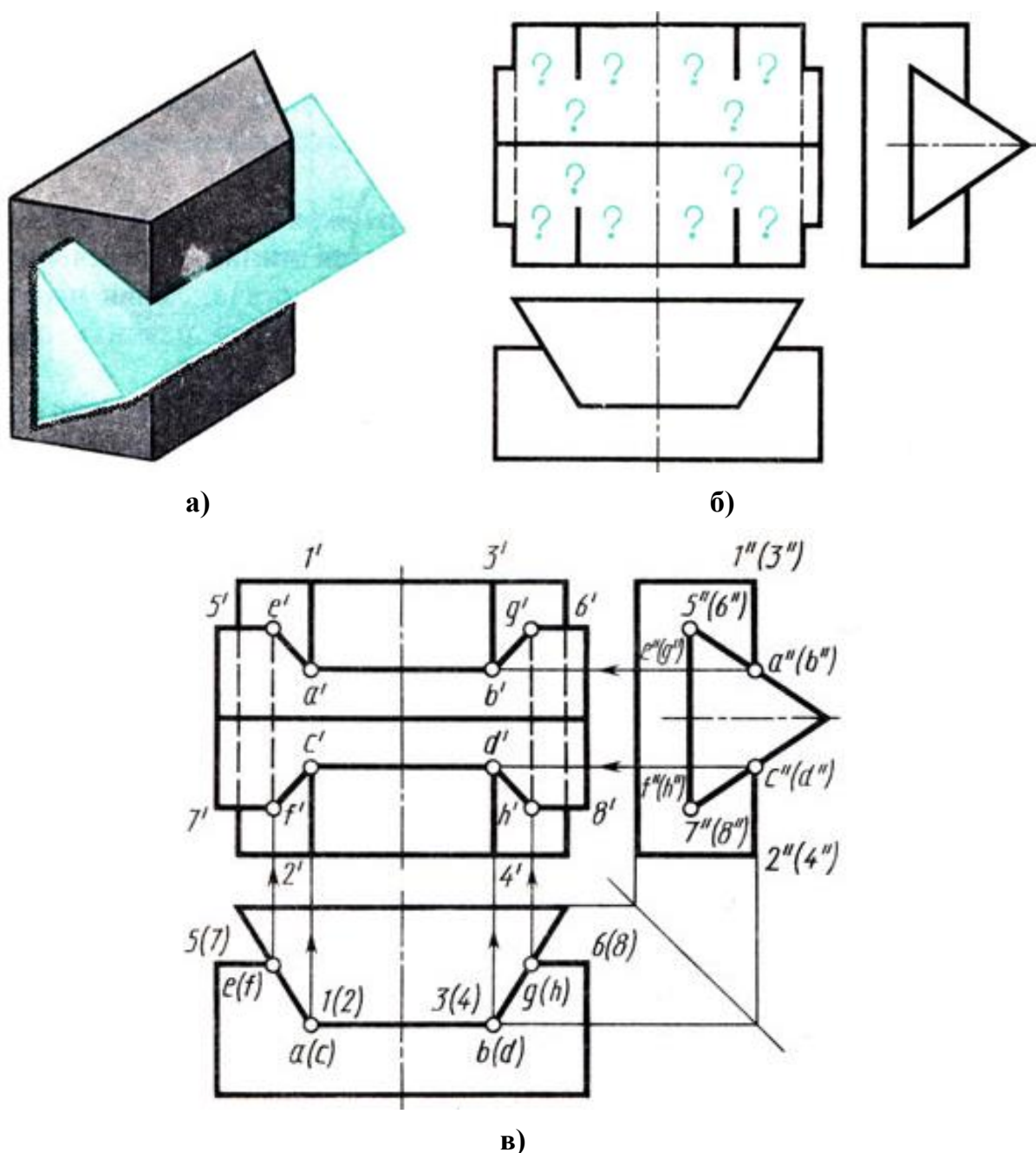


Рис. 2.1. Построение линии пересечения двух призм [15]:

- а** – модель пересекающихся тел; **б** – три проекции пересекающихся тел;
- в** – порядок построения линий пересечения тел

Рассматривая горизонтальную и профильную проекции, можно установить, что боковые грани вертикально расположенной (четырёхгранной) призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций; проекция линии пересечения на эту плоскость совпадает с проекциями боковых граней, т.е. с отрезками прямых линий. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с профильной проекцией треугольной

призмы. Никаких дополнительных линий на этих проекциях не будет (см. рис. 2.1, в). Следовательно, решение задачи сводится к построению фронтальной проекции линии пересечения. Для этого нужно найти точку пересечения ребер одной призмы с гранями другой [15].

При решении задачи сначала определяют ребра каждой из призм, которые не пересекают грани другой (эти ребра на рис. 2.1, в не помечены цифрами). Затем, рассматривая профильную и горизонтальную проекции, видим, что ребра 1-2 и 3-4 пересекают наклонные грани треугольной призмы. Места пересечения – точки встречи ребер 1-2 и 3-4 с контуром профильной проекции треугольной призмы, т.е. a'' , b'' , c'' , d'' видны на чертеже. Проекции невидимых точек заключены в скобки [15].

Горизонтальные проекции a , b , c , d точек A , B , C , D расположены на горизонтальных проекциях ребер 1-2 и 3-4. Проекции ребер изображаются в виде точек. Фронтальные проекции – точки a' , b' , c' , d' определяют при помощи линий связи. Далее устанавливают, что ребра 5-6 и 7-8 треугольной призмы пересекают грани четырехугольной. Горизонтальные проекции точек пересечения e , f , g , h видны на чертеже. Фронтальные проекции точек E , F , G , H находят, проводя линии связи к проекциям соответствующих ребер. Чтобы получить линию пересечения, нужно соединить полученные точки прямыми линиями. Соединяют те точки, которые находятся на одних и тех же гранях каждой призмы. Затем нужно последовательно соединить точки a' , b' , g' , h' , d' , c' , f' , e' . Линии пересечения на фронтальной проекции (отрезки $e'f'$ и $g'h'$) невидимы, т.к. закрыты наклонными гранями треугольной призмы, поэтому их обводят штриховой линией [15].

На рис. 2.2 показано построение линии пересечения четырехугольной усеченной пирамиды и четырехугольной призмы. Построение выполнено аналогично приведенному на рис. 2.1. На фронтальной проекции линия пересечения совпадает с проекцией боковых граней призмы, так как они перпендикулярны фронтальной плоскости проекции (см. рис. 2.2). Верхнее и нижнее ребра призмы пересекаются с передним и задним ребрами пирамиды в точках 1, 2, 3, 4, проекции которых $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ находятся в точках пересечения соответствующих ребер. Имея фронтальные и про-

фильные проекции точек 1, 2, 3, 4, находят их горизонтальные проекции при помощи линий связи, как показано стрелками на чертеже [15].

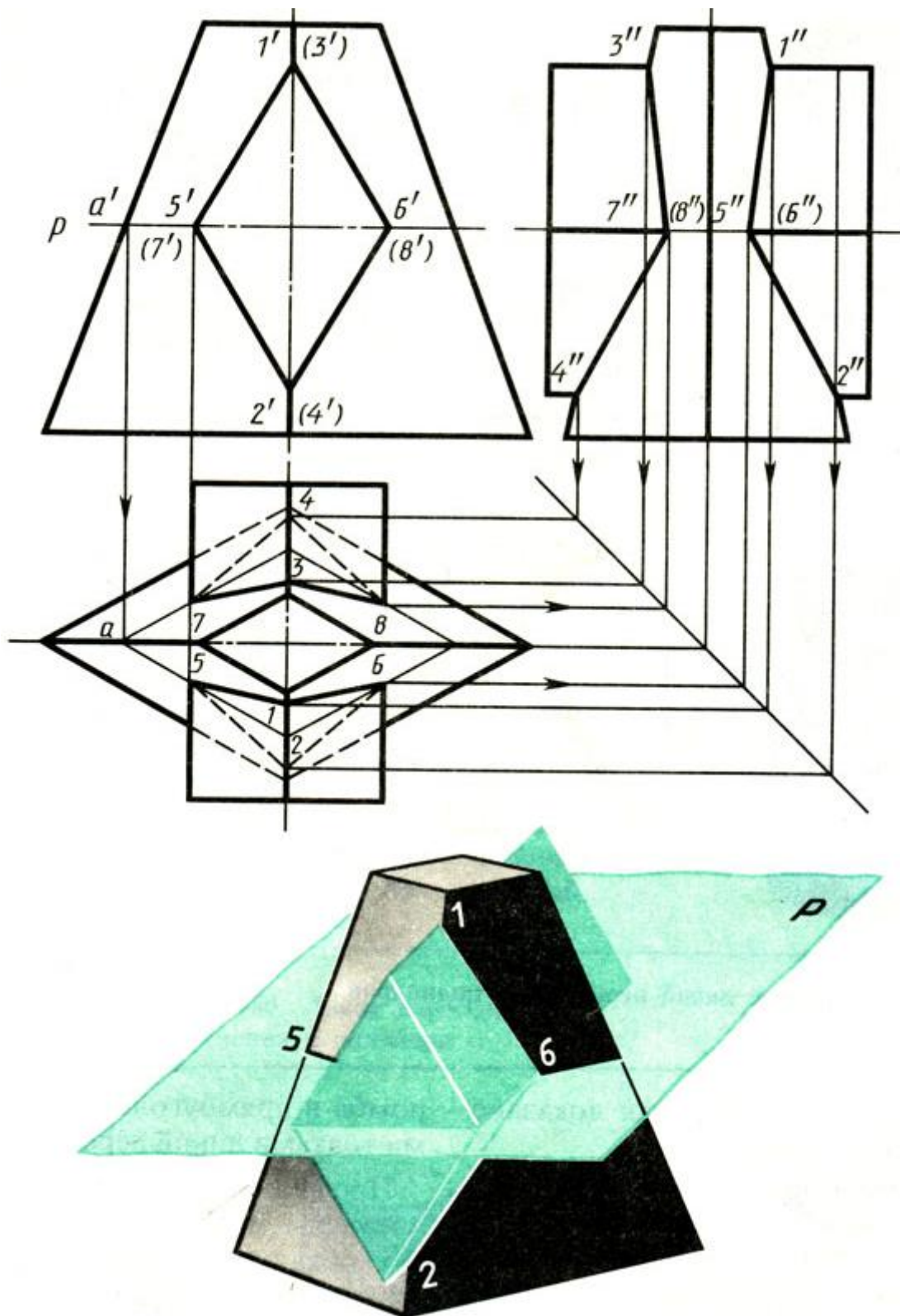


Рис. 2.2. Построение линий пересечения четырехугольной призмы и усеченной пирамиды [15]

Точки пересечения других двух ребер призмы с гранями пирамиды без дополнительного построения получить нельзя. Чтобы определить эти точки, призму и пирамиду пересекают горизонтальной секущей плоскостью P . При пересечении плоскости P с пирамидой образуется ромб, стороны которого будут параллельны сторонам оснований пирамиды. Ромб легко построить, спроецировав точку a' на горизонтальную плоскость проекций и проведя прямые, параллельные сторонам основания. При пересечении плоскости P с призмой образуется прямоугольник, равный горизонтальной проекции призмы. Точки 5, 6, 7, 8 пересечения контуров ромба и прямоугольника будут искомыми точками линий пересечения обоих тел. Профильные проекции точек $5''$, $6''$, $7''$, $8''$ получены при помощи линий связи. В скобках проставлены проекции невидимых точек. Соединяя прямыми проекции точек, расположенных на одних и тех же гранях пирамиды и призмы, т.е. точки 1, 6, 2, 5, точки 3, 8, 4, 7, точки $1''$, $5''$, $2''$ и точки $3''$, $7''$, $4''$, получают недостающие проекции линии пересечения (см. рис. 2.2) [15].

Взаимное пересечение тел вращения

На рис. 2.3 показано построение линии пересечения двух цилиндров разных диаметров; оси цилиндров взаимно перпендикулярны и пересекаются [15].

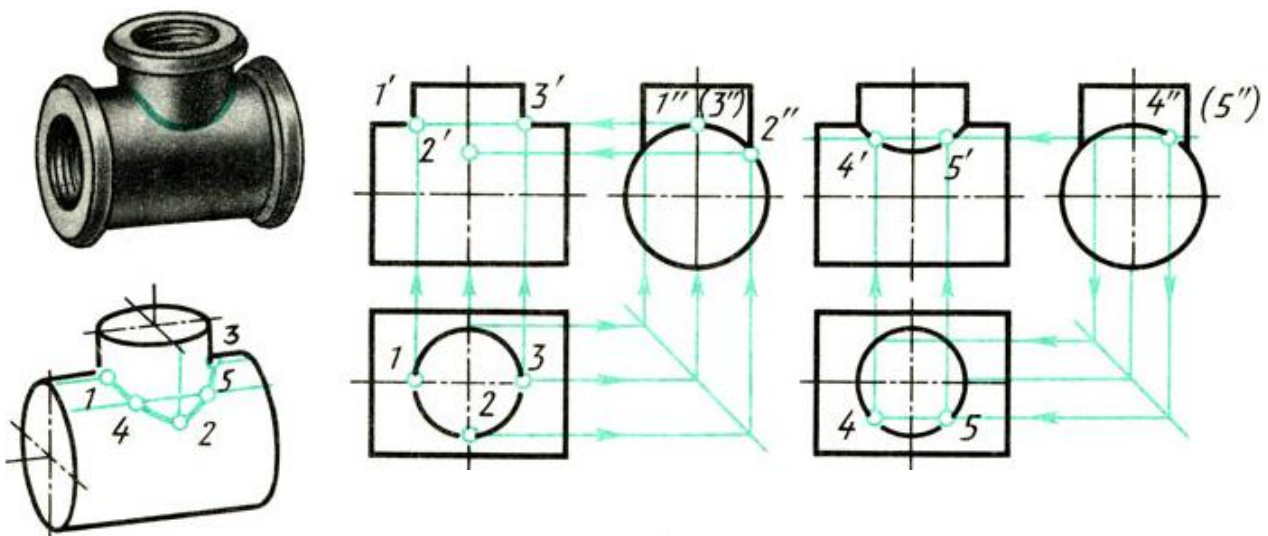


Рис. 2.3. Построение линий пересечения цилиндров разных диаметров [15]

На рис. 2.3 изображены деталь, предназначенная для соединения труб – тройник и ее упрощенная модель – два пересекающихся цилиндра. Пересекаясь, цилиндрические поверхности образуют пространственную кривую линию. Горизонтальная проекция линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией вертикально расположенного цилиндра, т.е. с окружностью. Профильная проекция линии пересечения совпадает с окружностью, являющейся профильной проекцией горизонтально расположенного цилиндра. Отметив на горизонтальной проекции характерные точки 1, 2, 3, находят их профильные проекции 1", 2", 3", которые расположены на дуге окружности. По горизонтальной и профильной проекциям точек 1, 2, 3 находят их фронтальные проекции 1', 2', 3'. Таким образом, находят проекции точек, определяющих линию перехода [15].

В ряде случаев такого количества точек недостаточно, и чтобы получить дополнительные точки, применяют способ вспомогательных секущих плоскостей. Этот способ заключается в том, что поверхность каждого тела пересекают вспомогательной плоскостью, образующей фигуры сечений, контуры которых пересекаются. Точки, полученные при пересечении контуров сечений, являются точками линии пересечения. В данном случае оба цилиндра пересекают вспомогательной горизонтальной секущей плоскостью (см. рис. 2.3). При пересечении вертикально расположенного цилиндра образуется окружность, а горизонтально расположенного цилиндра – прямоугольник. Точки пересечения 4 и 5 окружности и прямоугольника принадлежат обоим цилиндрам и, следовательно, определяют линию пересечения обоих тел. Отметив профильные, а затем горизонтальные проекции точек 4 и 5, при помощи линий связи находят фронтальные проекции (см. рис. 2.3). Полученные точки соединяют плавной кривой [15].

При необходимости увеличить число точек, определяющих линию пересечения, проводят еще несколько параллельных вспомогательных секущих плоскостей [15].

Если оба цилиндра имеют одинаковые диаметры, то одна из проекций линий пересечения представляет собой пересекающиеся прямые (рис. 2.4), а линии пересечения – эллипсы [15].

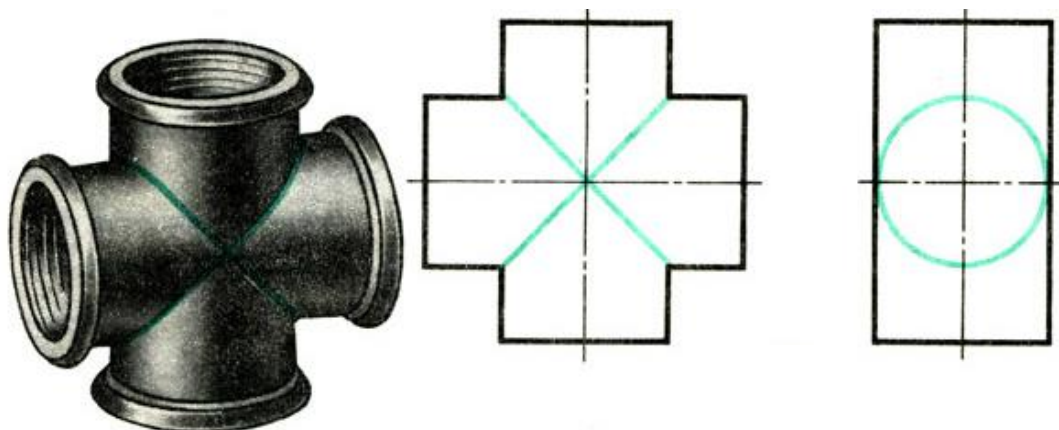


Рис. 2.4. Построение линий пересечения цилиндров одинаковых диаметров [15]

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание.
2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.
3. Выполняют построение чертежей пересекающихся деталей по своему варианту.
 - 3.1. В САПР создают новый чертеж детали.

3.2. В проекционной связи выполняют построение трех видов пересекающихся деталей по своему варианту. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

3.3. По готовым проекциям в проекционной связи выполняют построение контуров пересечений тел.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Разрезы

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения разрезов детали.

Общие сведения

При выполнении чертежей широкое распространение получили разрезы, позволяющие наглядно продемонстрировать внутренние конструктивные особенности изделия.

Разрез – ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей [4].

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на [4]:

– *горизонтальные* (разрез А-А на рис. 3.1; разрез Б-Б на рис. 3.2) – разрезы, выполненные секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций;

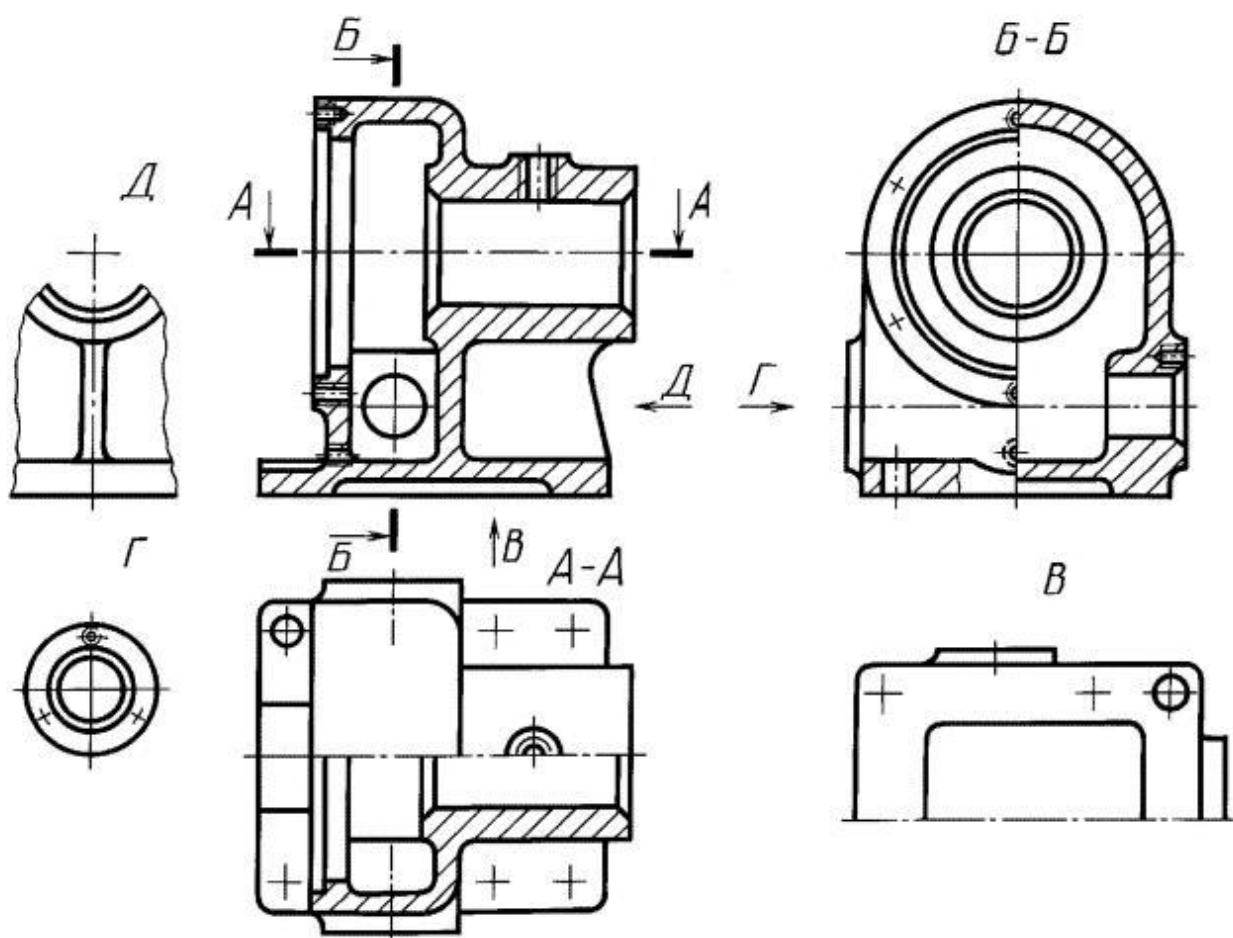


Рисунок 3.1. Примеры выполнения разрезов [4]

– *вертикальные* (см. разрез на месте главного вида на рис. 3.1; разрезы А-А, В-В, Г-Г на рис. 3.2) – разрезы, выполненные секущей плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций;

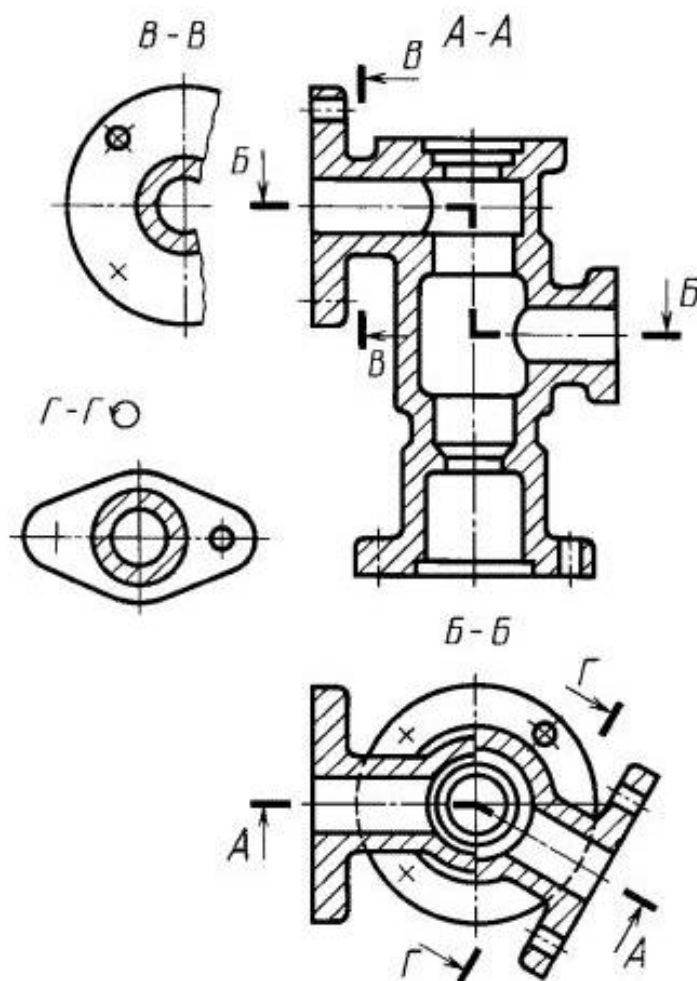


Рисунок 3.2. Примеры выполнения разрезов [4]

– *наклонные* (разрез В-В на рис. 3.3) – разрезы, выполненные секущей плоскостью, составляющей с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на [4]:

– *простые* (рис. 3.4) – разрезы, выполненные одной секущей плоскостью;

– *сложные* (см. разрез А-А на рис. 3.3; разрез Б-Б на рис. 3.2) – разрезы, выполненные двумя и более секущими плоскостями.

Вертикальный разрез бывает [4]:

– *фронтальным* (см. рис. 3.4; разрез А-А на рис. 3.5) – вертикальный разрез, выполненный секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций;

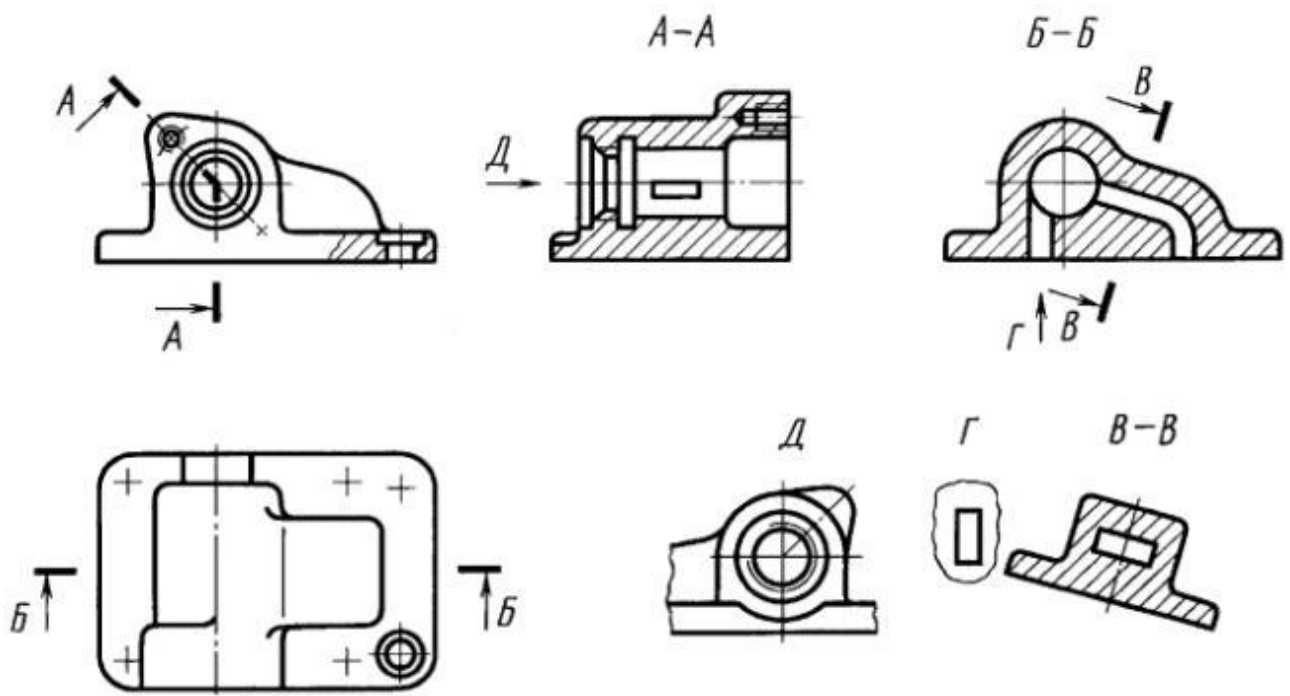


Рисунок 3.3. Примеры выполнения разрезов [4]

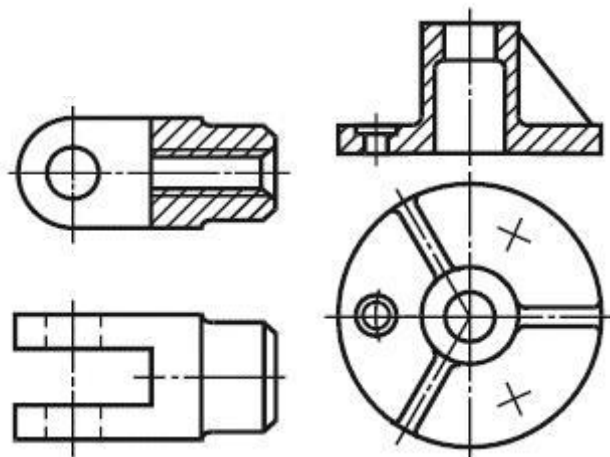


Рисунок 3.4. Примеры выполнения разрезов [4]

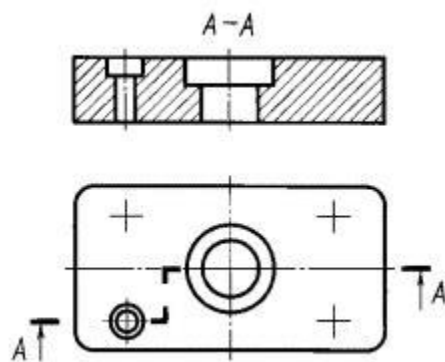


Рисунок 3.5. Примеры выполнения разрезов [4]

– *профильным* (см. разрез Б-Б на рис. 3.1) – вертикальный разрез, выполненный секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций.

Сложные разрезы бывают [4]:

– *ступенчатыми* (см. ступенчатый горизонтальный разрез Б-Б на рис. 3.2; ступенчатый фронтальный разрез А-А на рис. 3.5) – сложный разрез, выполненный параллельными секущими плоскостями;

– *ломаными* (см. разрезы А-А на рис. 3.2 и рис. 3.3) – сложный разрез, выполненный пересекающимися плоскостями.

Разрезы бывают [4]:

– *продольными* (рис. 3.6) – разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной вдоль длины или высоты предмета;



Рисунок 3.6. Продольный разрез [4]

– *поперечными* (разрезы А-А и Б-Б на рис. 3.7) – разрез, выполненный секущей плоскостью, направленной перпендикулярно к длине или высоте предмета.

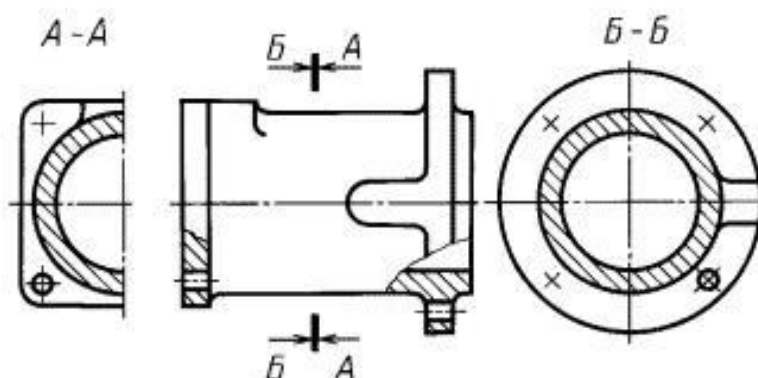


Рисунок 3.7. Продольный разрез [4]

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения следует применять разомкнутую линию. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки следует наносить на расстоянии 2-3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А-А» (всегда двумя буквами через тире) [4].

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости и разрез надписью не сопровождают (см. разрез на месте главного вида на рис. 3.1). При этом горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (см. рис. 3.1) [4].

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения. Допускается располагать такие разрезы в любом месте чертежа (см. разрез В-В на рис. 3.3), а также с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В последнем случае к надписи должно быть добавлено условное графическое обозначение «повернуто» (см. разрез Г-Г на рис. 3.2) [4].

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда (рис. 3.8) [4].

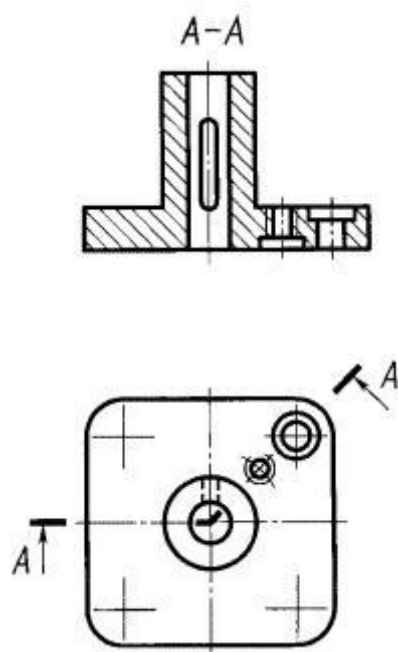


Рисунок 3.8. Ломанный разрез [4]

Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломанный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (см. разрезы А-А на рис. 3.2 и 3.3). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (рис. 3.9).

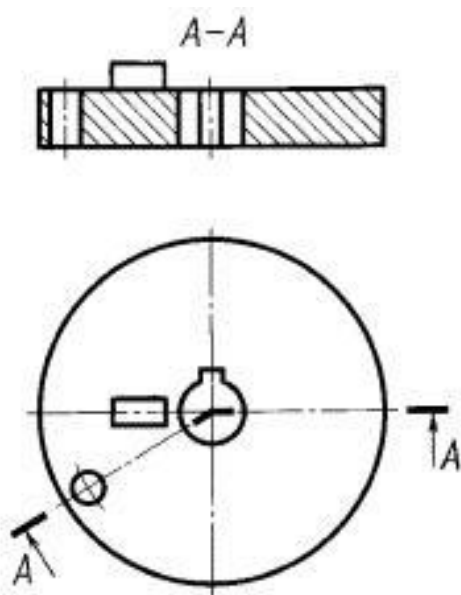


Рисунок 3.9. Ломанный разрез [4]

Для удобства изображения скрытых элементов изделий часто применяют местные разрезы.

Местный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью только в отдельном, ограниченном месте предмета [4].

Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией (см. рис. 3.10) или сплошной тонкой линией с изломом. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения [4].

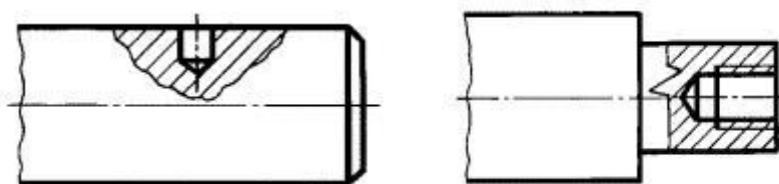


Рисунок 3.10. Местный разрез [4]

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (рис. 3.11). Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 3.12). Допускается также разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией (см. рис. 3.12), совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет собой тело вращения [4].

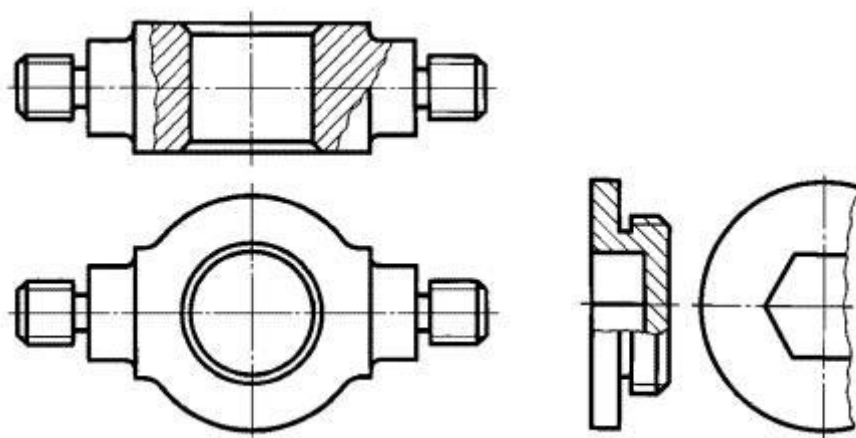


Рисунок 3.11. Местный разрез [4]

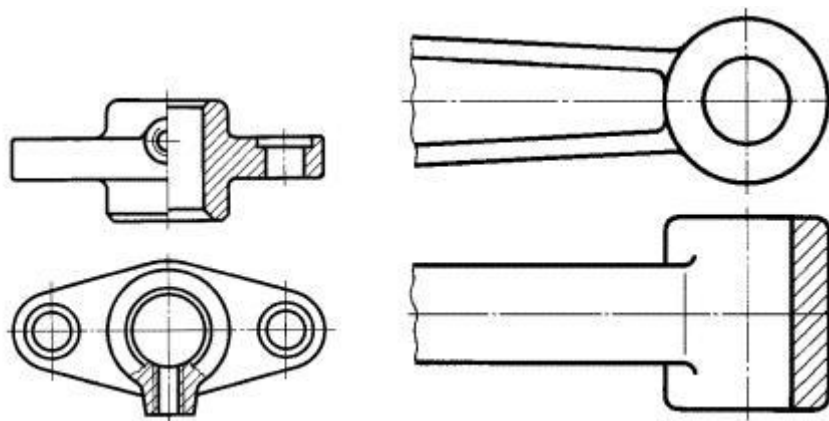


Рисунок 3.12. Местный разрез [4]

Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов: четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т.п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично [4].

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание. Примеры заданий приведены на рис. 3.13.

2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.

3. Выполняют построение чертежа детали по своему варианту.

3.1. В САПР создают новый чертеж детали.

3.2. В проекционной связи выполняют построение необходимого количества видов детали по своему варианту. Для этого на панели **Геомет-**

рия выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

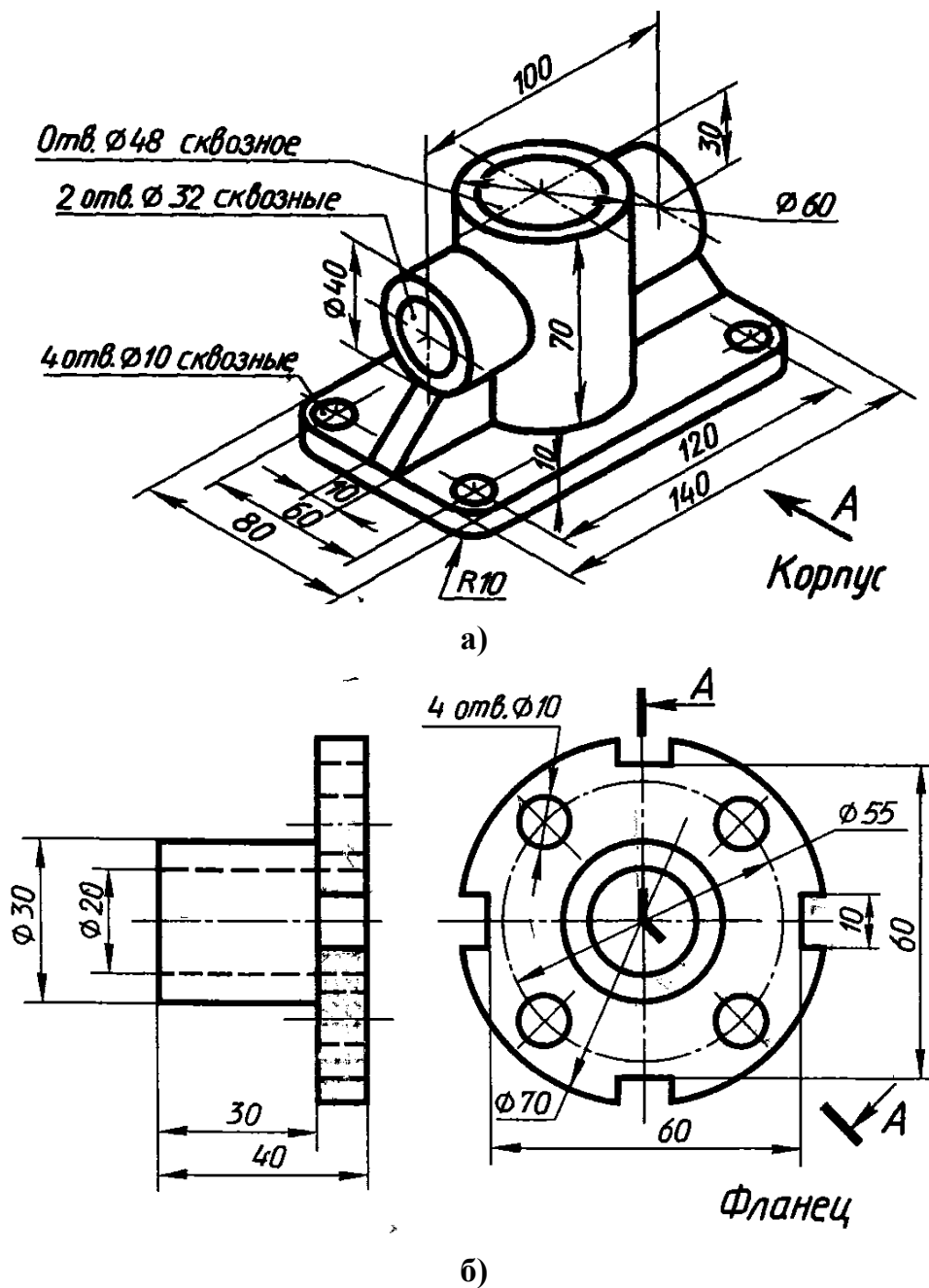


Рис. 3.13. Примеры заданий: а – построение трех видов детали с разрезами; б – выполнение сложного разреза [3]

3.3. Выполняют построение сечений детали по ее аксонометрии согласно выданному варианту. Для этого использую инструмент **Линия разреза/сечения** на панели **Обозначения**.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Сечения

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения сечений детали.

Общие сведения

Сечение удобно применять в случаях, когда нет необходимости показа элементов изделия, расположенных за плоскостью разреза.

Сечение – ортогональная проекция фигуры, получающейся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета. При необходимости в качестве секущей допускается применять цилиндрическую поверхность, развертываемую на плоскость чертежа [4].

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на [4]:

– *вынесенные* (рис. 4.1) – сечение, расположенное на чертеже вне контура изображения предмета или в разрыве между частями одного изображения;

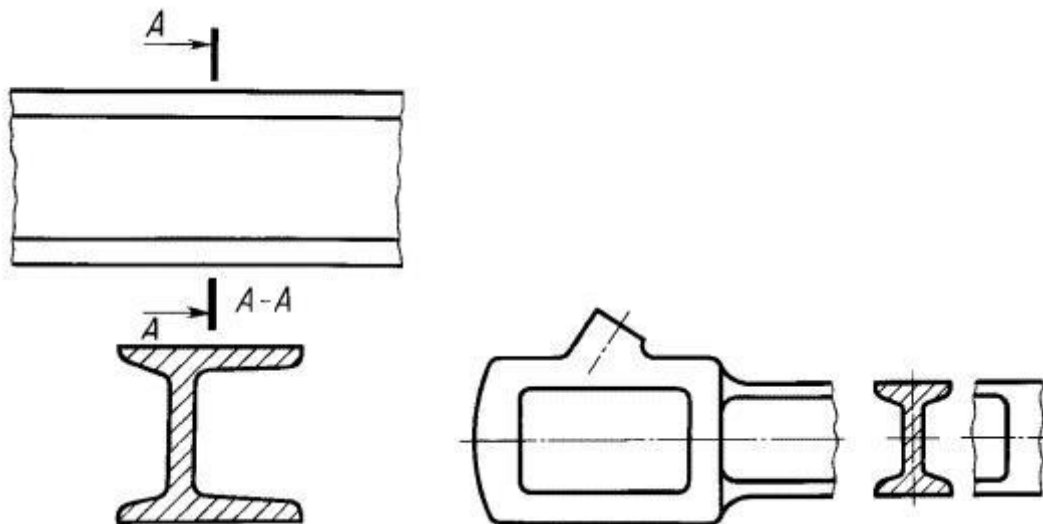


Рисунок 4.1. Вынесенное сечение [4]

– *наложенные* (рис. 4.2) – сечение, расположенное непосредственно на изображении предмета вдоль следа секущей плоскости [4].

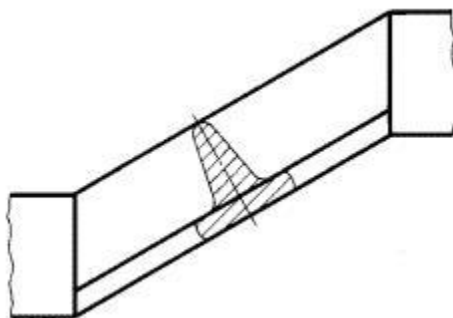


Рисунок 4.2. Наложённое сечение [4]

Допускается располагать сечения на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением условного графического обозначения «повернуто». На чертежах сечение сопровождают надписью по типу «А-А» (см. рис. 4.1) [4].

В случаях, подобных указанному на рис. 4.2, при симметричной фигуре сечения линию сечения не проводят. Во всех остальных случаях на чертежах для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают ее одинаковыми прописными буквами русского алфавита. На чертежах для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают (рис. 4.3) [4].

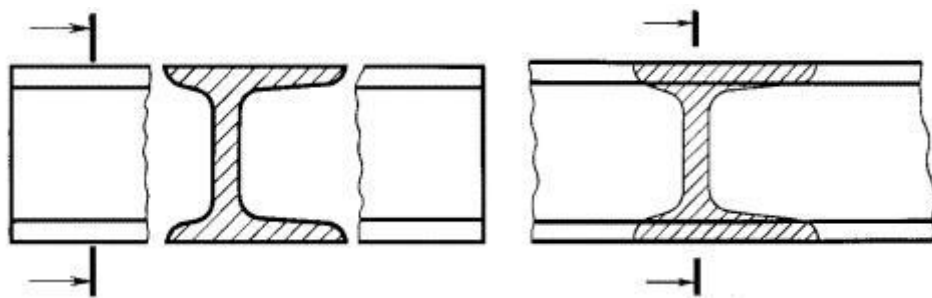


Рисунок 4.3. Обозначение несимметричного сечения [4]

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (рис. 4.4) [4].

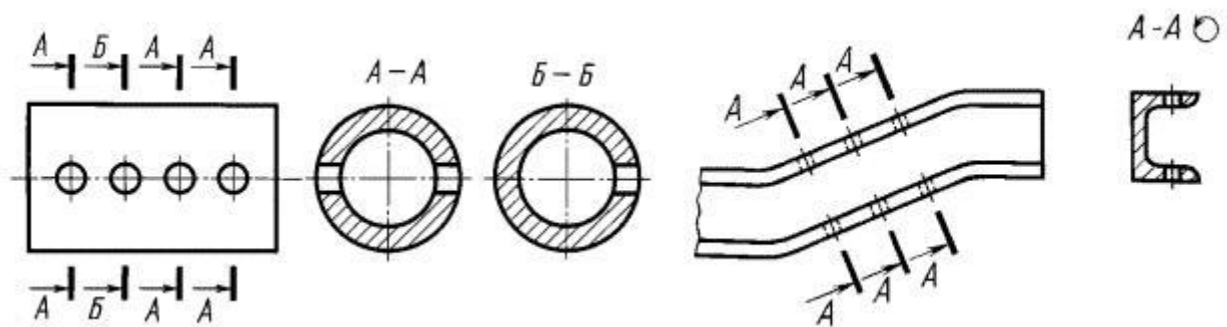


Рисунок 4.4. Обозначение одинаковых сечений [4]

Если при этом секущие плоскости направлены под различными углами (рис. 4.5), то условное графическое обозначение не наносят [4].

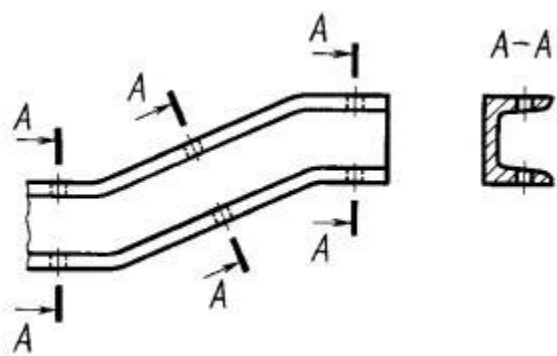


Рисунок 4.5. Обозначение одинаковых сечений [4]

Когда расположение одинаковых сечений точно определено изображением или размерами, допускается наносить одну линию сечения, а над изображением сечения указывать количество сечений [4].

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения (рис. 4.6) [4].

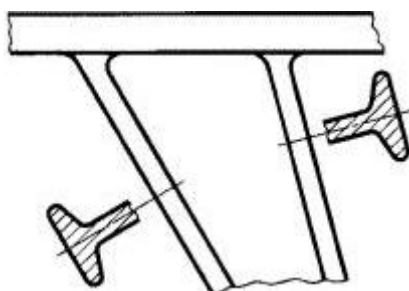


Рисунок 4.6. Примеры сечений [4]

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рис. 4.7) [4].

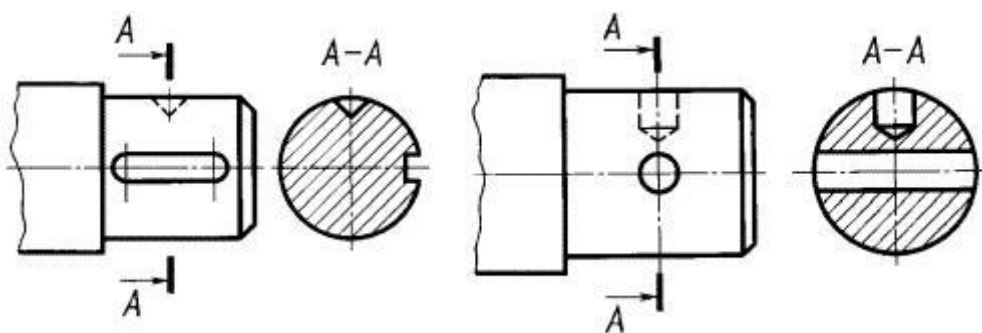


Рисунок 4.7. Примеры сечений [4]

Если сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы (рис. 4.8) [4].

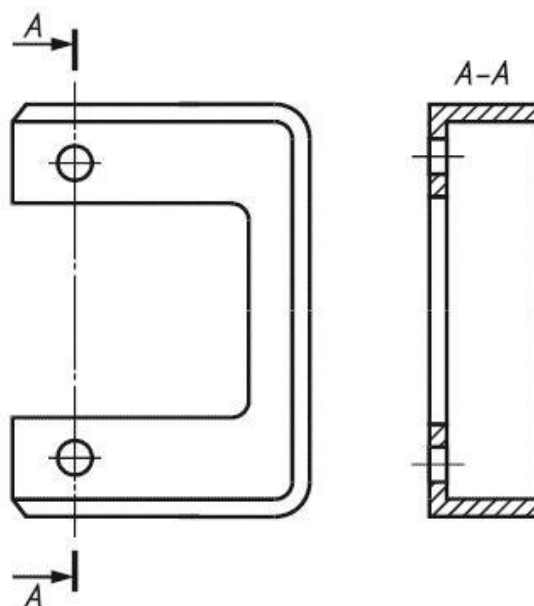


Рисунок 4.8. Замена сечения разрезом [4]

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание. Пример задания приведен на рис. 4.9.
2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.
3. Выполняют построение чертежа детали по своему варианту.
 - 3.1. В САПР создают новый чертеж детали.

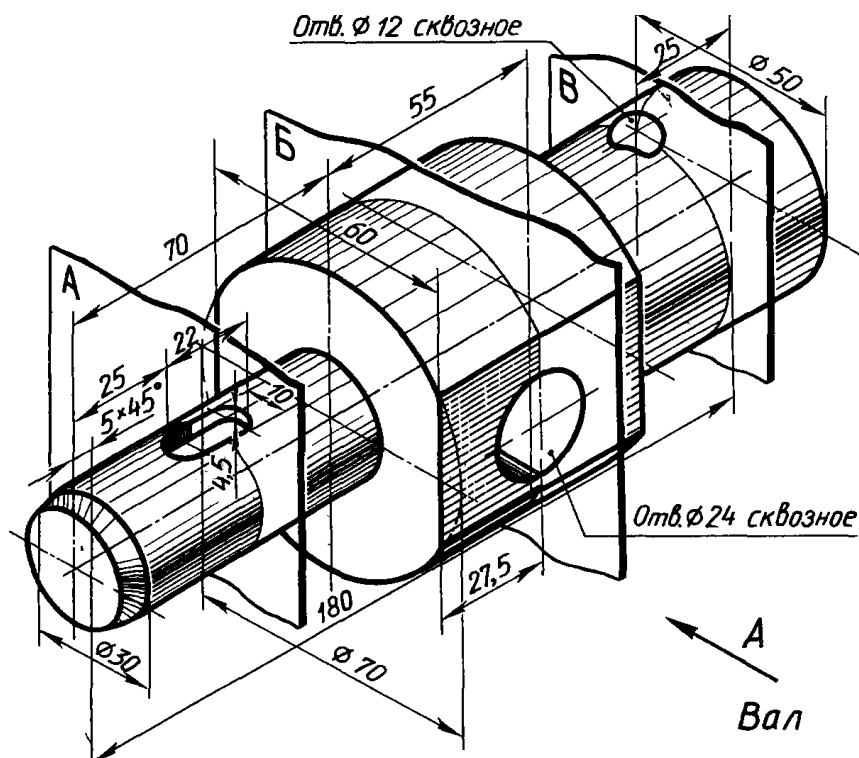


Рис. 4.9. Пример задания: выполнение сечений [3]

3.2. В проекционной связи выполняют построение необходимого количества видов детали по своему варианту. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

3.3. Выполняют построение сечений детали по ее аксонометрии согласно выданному варианту. Для этого использую инструмент **Линия разреза/сечения** на панели **Обозначения**.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Резьбовые соединения

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения резьбовых соединений деталей.

Общие сведения

Соединения деталей машин и механизмов подразделяются на разъемные и неразъемные. В качестве разъемных соединений широко применяются *резьбовые соединения*.

Резьба – чередующиеся выступы и впадины на поверхности тел вращения, расположенные по винтовой линии [17].

Классификация резьб [7]:

- по назначению: крепёжные (для неподвижного разъёмного соединения), ходовые (кинематические) (для передачи движения);
- по величине шага: крупная, мелкая, специальная;
- по направлению винтовой линии: правая (нитка резьбы нарезается по часовой стрелке), левая (нитка резьбы нарезается против часовой стрелки);
- по характеру поверхности: цилиндрическая, коническая.
- по расположению на детали: наружная (нарезанная на стержне), внутренняя (нарезанная в отверстии);
- по числу заходов: однозаходная, многозаходная;
- по профилю: треугольная (метрическая, дюймовая, трубная, коническая дюймовая), трапецевидная (трапецеидальная, упорная, упорная усиленная), прямоугольная, круглая, специальная;
- по единицам измерения: метрическая, дюймовая
- по эксплуатационным характеристикам: общего назначения (крепёжная, кинематическая, трубная, круглая), специальная.

Резьбу изображают [6]:

а) на стержне: вдоль оси – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру; поперек оси – по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 5.1);



Рис. 5.1. Изображение наружных резьб [6]

б) в отверстии: вдоль оси – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру; поперек оси – по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 5.2).

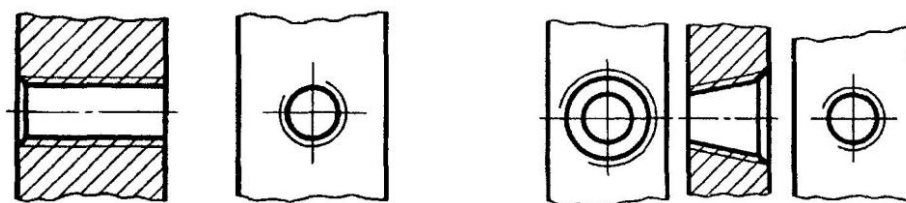


Рис. 5.2. Изображение внутренних резьб [6]

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы [6].

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру [6].

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбег) (рис. 5.3) [6].

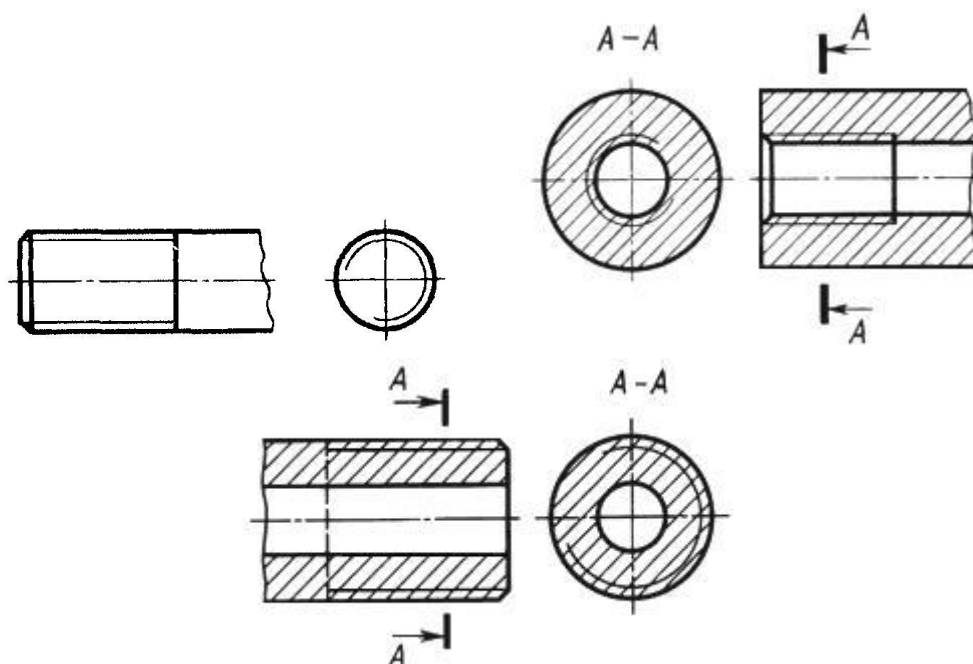


Рис. 5.3. Изображение границы резьбы [6]

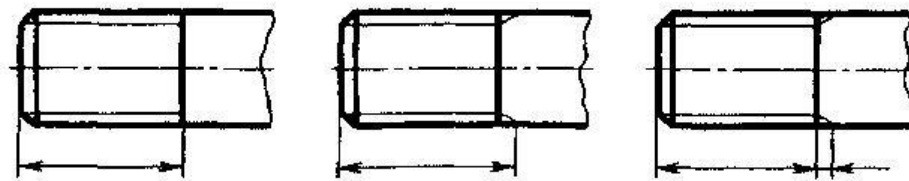
Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (см. рис. 5.2 и рис. 5.3) [6].

Обозначение длины резьбы с полным профилем (без сбегов) на стержне и в отверстии представлено на рис. 5.4, а, размер длины резьбы (со сбегом) – на рис. 5.4, б. Сбег резьбы изображают сплошной тонкой линией [6].

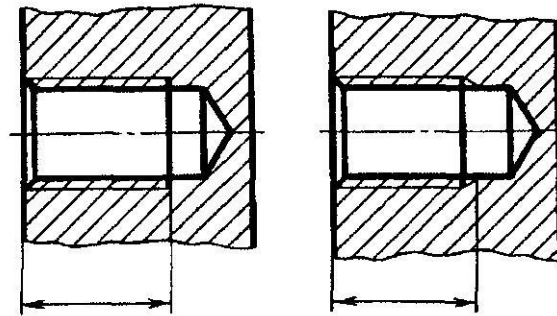
Обозначение резьбы с нестандартным профилем приведено на рис. 5.5, с указанием размеров и предельных отклонений резьбы, а также дополнительных данных о числе заходов, о левом направлении резьбы и т.п. с добавлением слова «Резьба» [6].

На осевых разрезах резьбового соединения в отверстии показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 5.6) [6].

Обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру (рис. 5.7) [6].



а)



б)

Рис. 5.4. Обозначение длины резьбы [6]: а – на валу; б – в отверстии

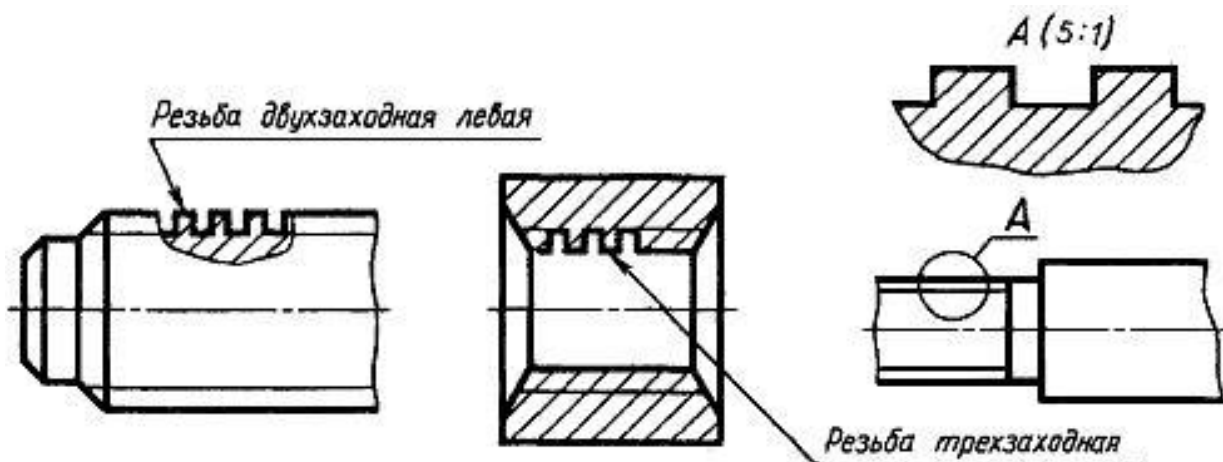


Рис. 5.5. Обозначение нестандартной резьбы [6]

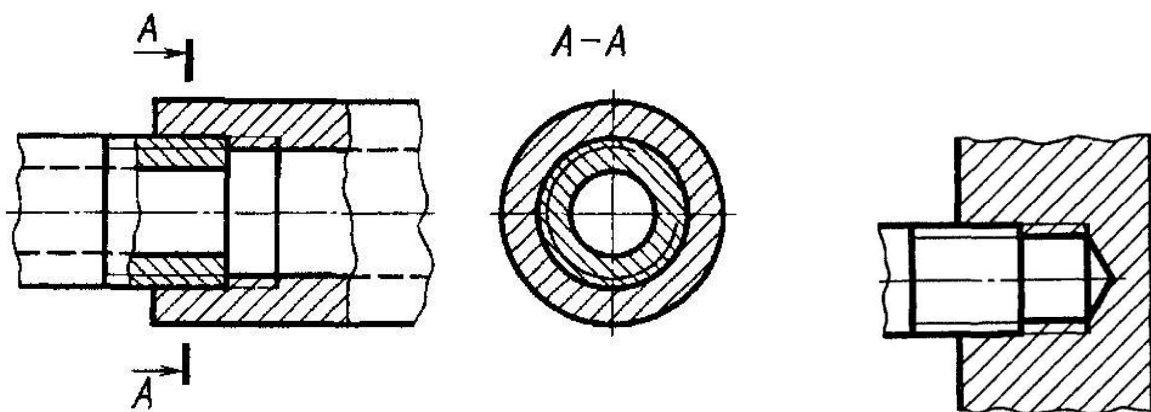


Рис. 5.6. Изображение резьбового соединения [6]

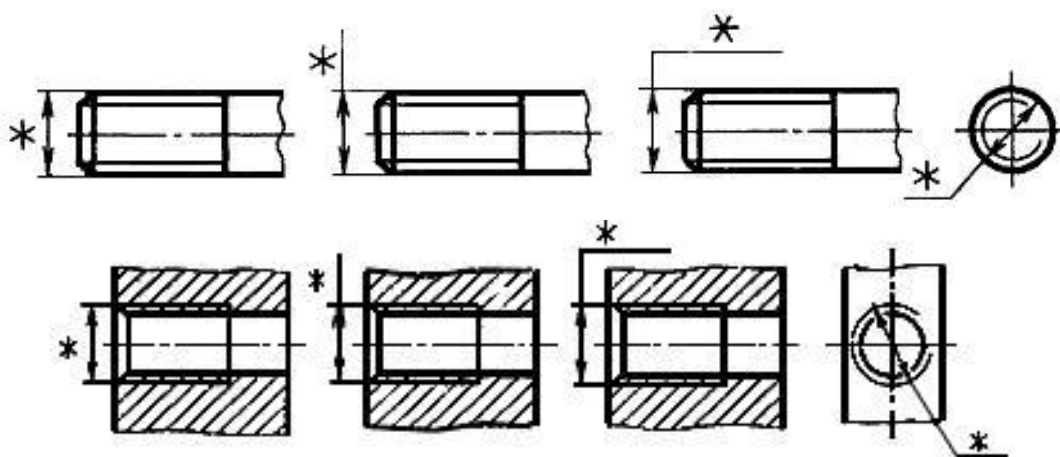


Рис. 5.7. Обозначения резьб [6]

Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы представлены на рис. 5.8 [6].

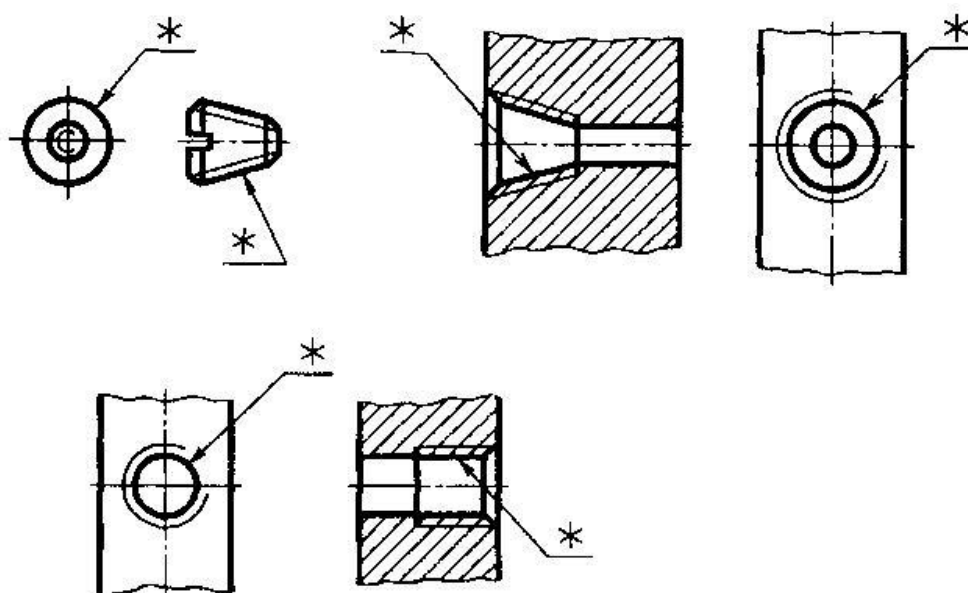


Рис. 5.8. Обозначения конических резьб [6]

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание. Пример задания приведен на рис. 5.6.

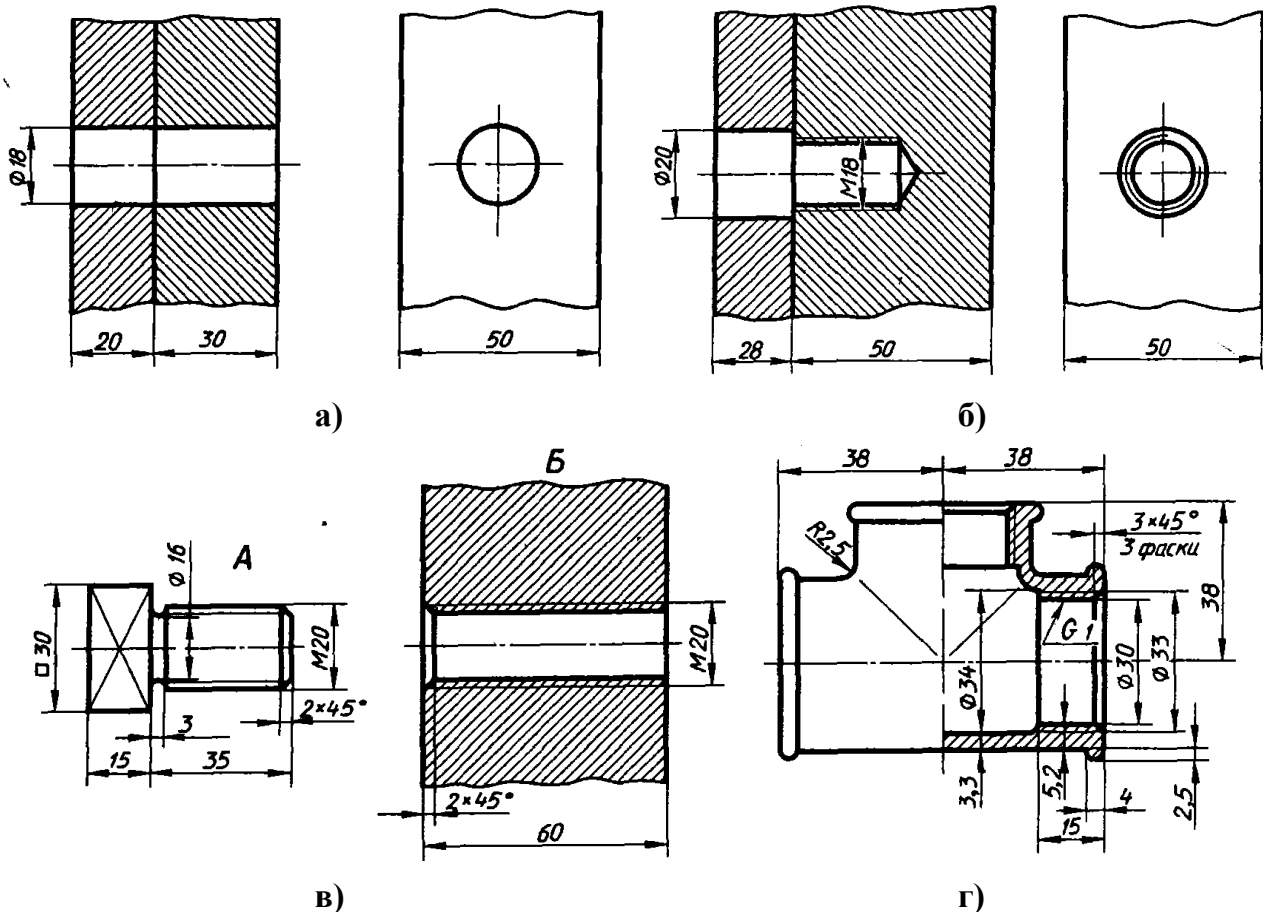


Рис. 5.6. Примеры заданий: а – болтовое соединение;

б – соединение шпилькой; в – соединение двух резьбовых деталей;

г – соединение трубопровода [3]

2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.

3. Выполняют построение чертежей резьбовых соединений деталей по своему варианту.

3.1. В САПР создают новый чертеж детали.

3.2. В проекционной связи выполняют построение необходимого количества видов резьбовых соединений деталей по своему варианту. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок,

окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Построение проекций сварной детали

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения проекций сварной детали.

Общие сведения

Сварные соединения применяют для организации неразъемных соединений.

Видимый шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией [5].

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+», который выполняют сплошными линиями (рис. 6.1). Невидимые одиночные точки не изображают [5].

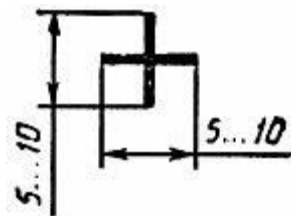


Рис. 6.1. Обозначение сварной точки [5]

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва [5].

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 6.2) [5].

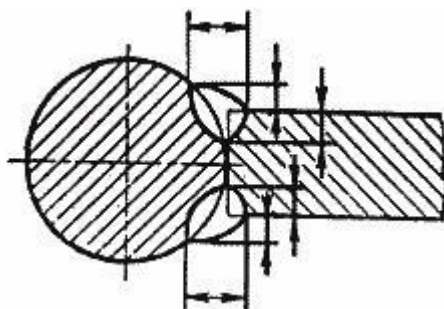


Рис. 6.2. Обозначение нестандартного шва [5]

Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями [5].

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в таблице 6.1.

6.1. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов [5]

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением Угол наклона линии 60°		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Примечания:

1. За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.
2. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.
3. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва [5].

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки приведена на рис. 6.3 [5].

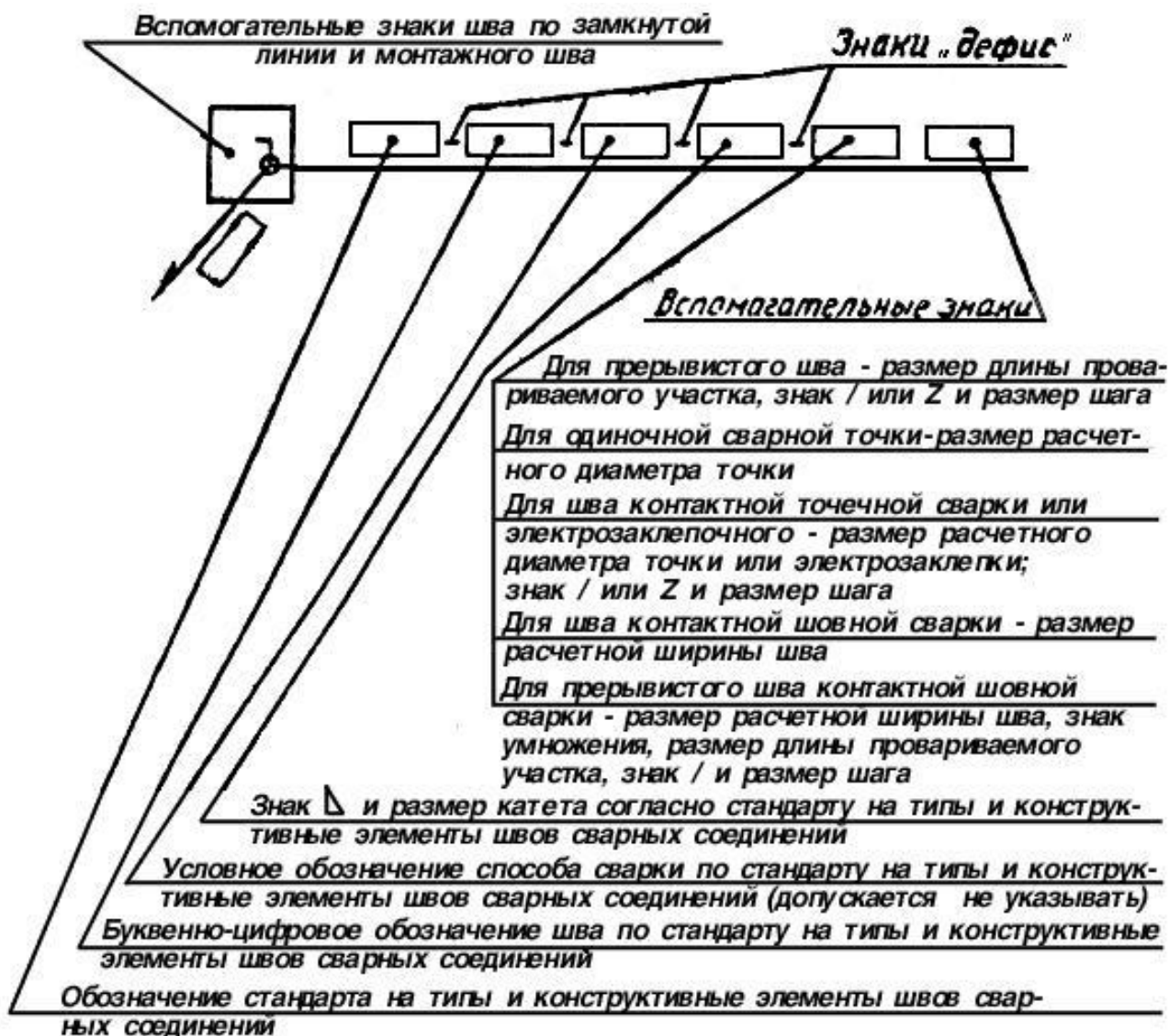


Рис. 6.3. Обозначение стандартного шва [5]

Знак выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва [5].

Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на рис. 6.4 [5].



Рис. 6.4. Обозначение нестандартного шва [5]

В технических требованиях чертежа или таблицы швов указывают способ сварки, которым должен быть выполнен нестандартный шов [5].

Условное обозначение шва наносят [5]:

- а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 6.5, а);
- б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 6.5, б).

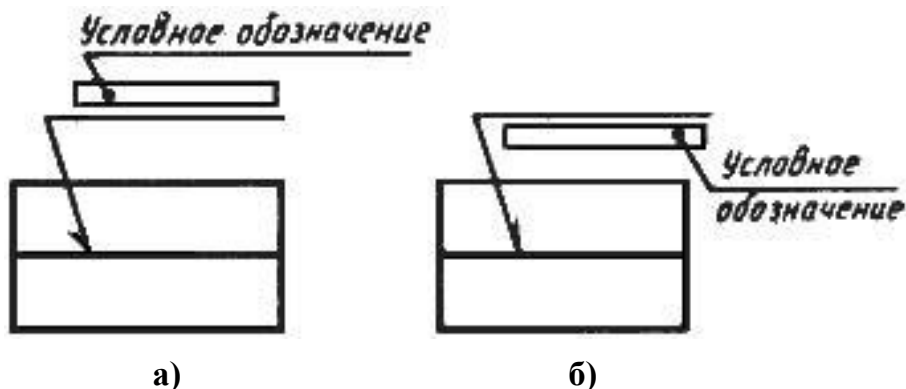


Рис. 6.5. Обозначение нестандартного шва [5]: а – с лицевой стороны; б – с оборотной стороны

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва (рис. 6.6), или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях чертежа, например: «Параметр шероховатости поверхности сварных швов...» [5].

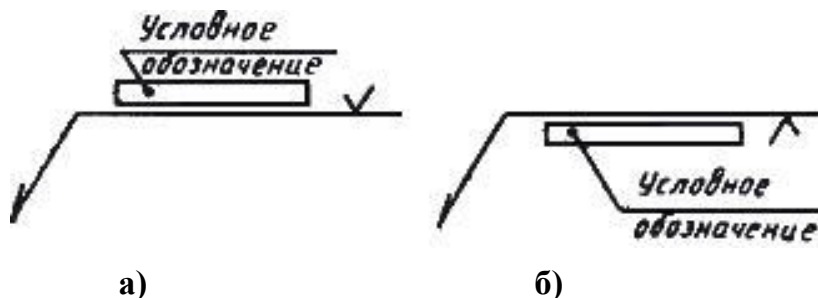


Рис. 6.6. Обозначение нестандартного шва [5]: а – с лицевой стороны; б – с оборотной стороны

2.8. При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносят у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят [5]:

а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 6.7, а);

б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны (рис. 6.7, б);

в) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны (рис. 6.7, в).

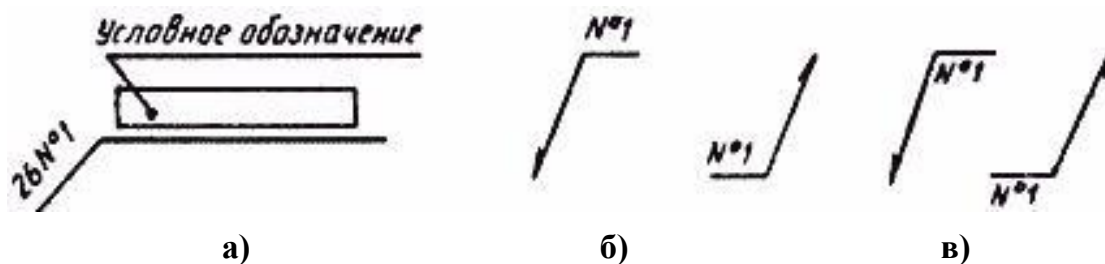


Рис. 6.7. Обозначение одинаковых швов [5]: а – с обозначением; б – без обозначения, с лицевой стороны; в – без обозначения, с оборотной стороны

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением (см. рис. 6.7, а) [5].

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: «Сварные швы... по...») или таблице [5].

На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия [5].

Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания по сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов. Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам или группе швов, приводят один раз – в технических требованиях или таблице швов [5].

Примеры условных обозначений швов сварных соединений [5]:

1) Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости поверхности шва: с лицевой стороны – 20 мкм; с оборотной стороны – 80 мкм (рис. 6.8).

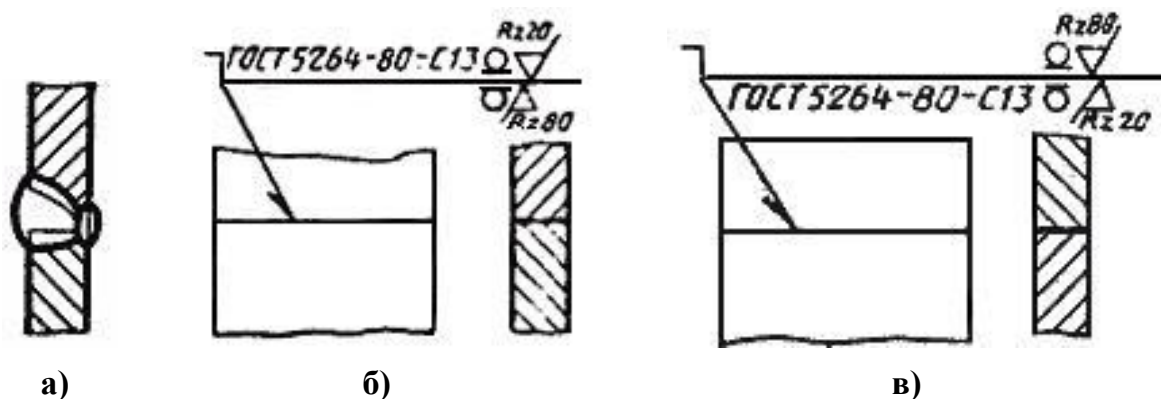


Рис. 6.8. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

2) Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической дуговой сваркой под флюсом по замкнутой линии (рис. 6.9).

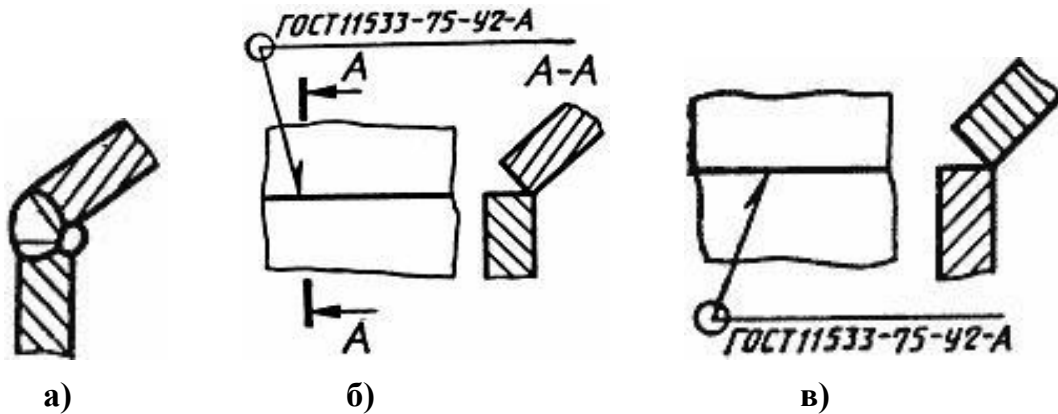


Рис. 6.9. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

3) Шов углового соединения со скосом кромок, выполняемый электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм (рис. 6.10).

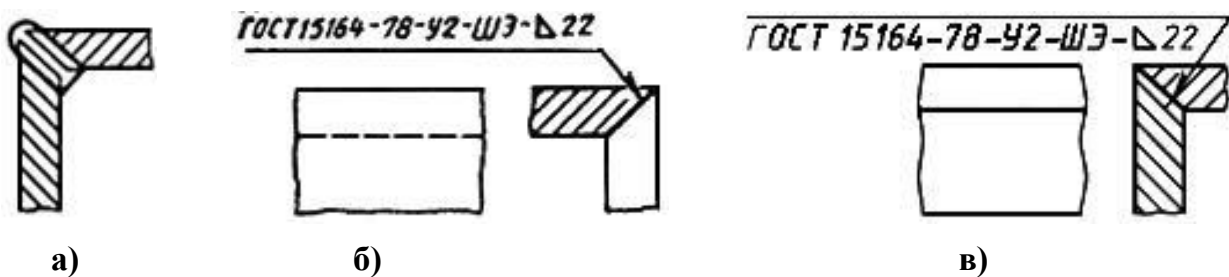


Рис. 6.10. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

4) Шов точечный соединения внахлестку, выполняемый дуговой сваркой в инертных газах плавящимся электродом. Расчетный диаметр точки 9 мм. Шаг 100 мм. Расположение точек шахматное. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности 40 мкм (рис. 6.11).

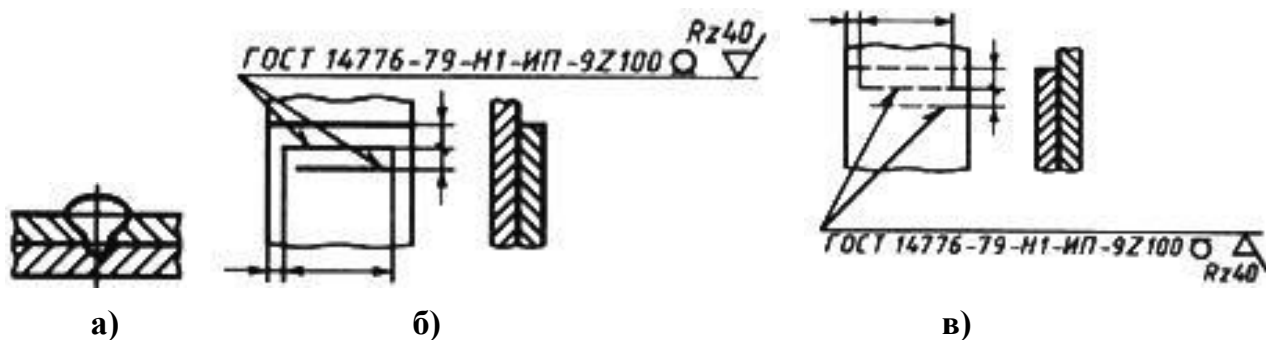


Рис. 6.11. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

5) Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполняемый сваркой нагретым газом с присадочным прутом (рис. 6.12).

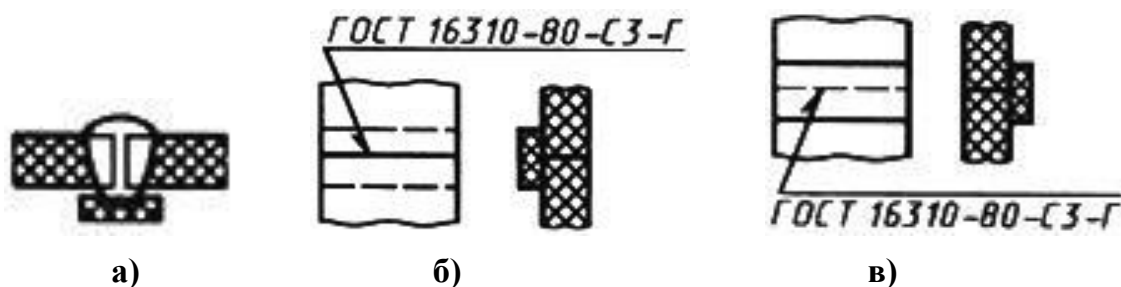


Рис. 6.12. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

б) Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые дуговой сваркой под флюсом. Диаметр электродзаклепки 11 мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности 80 мкм (рис. 6.13).

7) Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый ручной дуговой сваркой в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм (рис. 6.14).

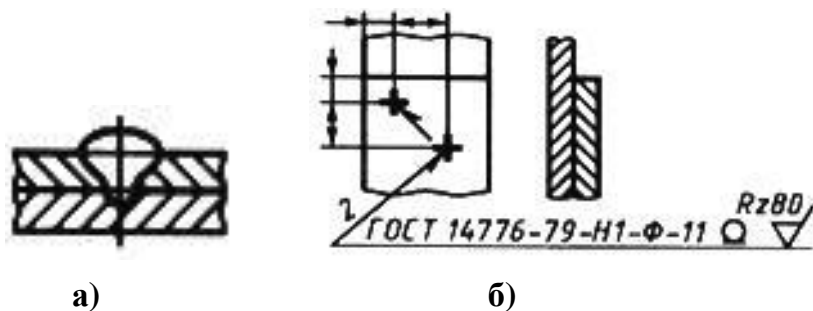


Рис. 6.13. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны (обозначение с оборотной стороны не предусмотрено)

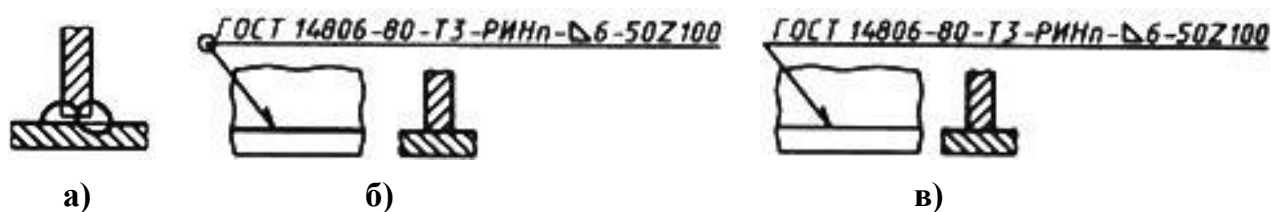


Рис. 6.14. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

8) Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр литого ядра точки 5 мм (рис. 6.15).

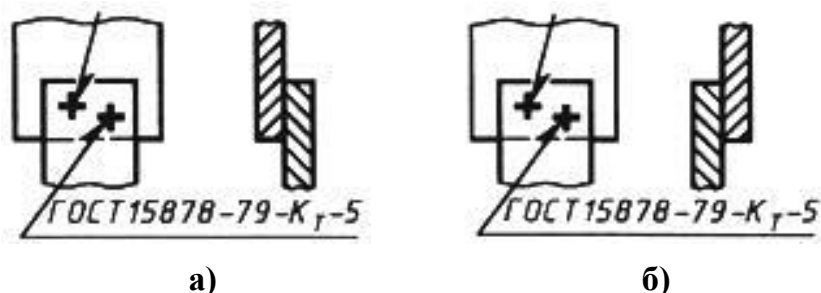


Рис. 6.15. Пример обозначения сварного шва [5]: а – обозначение с лицевой стороны; б – обозначение с оборотной стороны

9) Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой. Ширина литой зоны шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм (рис. 6.16).

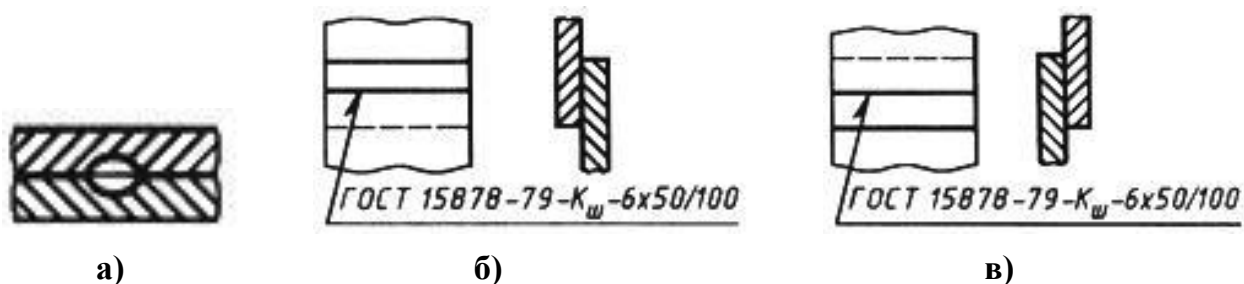


Рис. 6.16. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

10) Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в инертных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм (рис. 6.17).

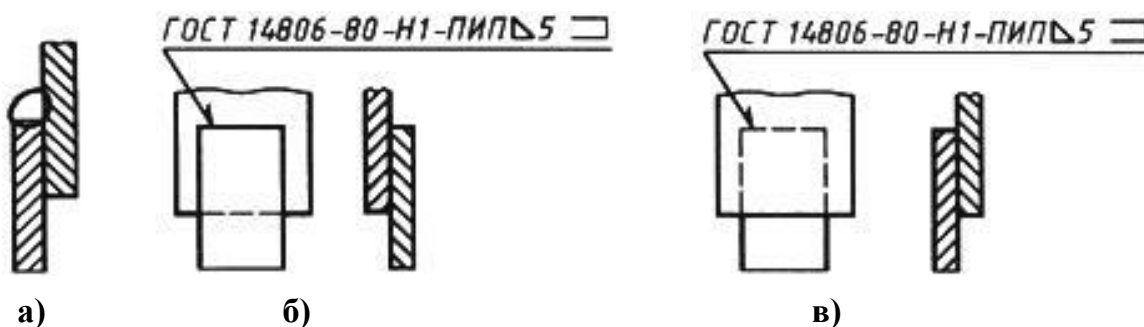


Рис. 6.17. Пример обозначения сварного шва [5]: а – форма поперечного сечения шва; б – обозначение с лицевой стороны; в – обозначение с оборотной стороны

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание. Пример задания приведен на рис. 6.18.

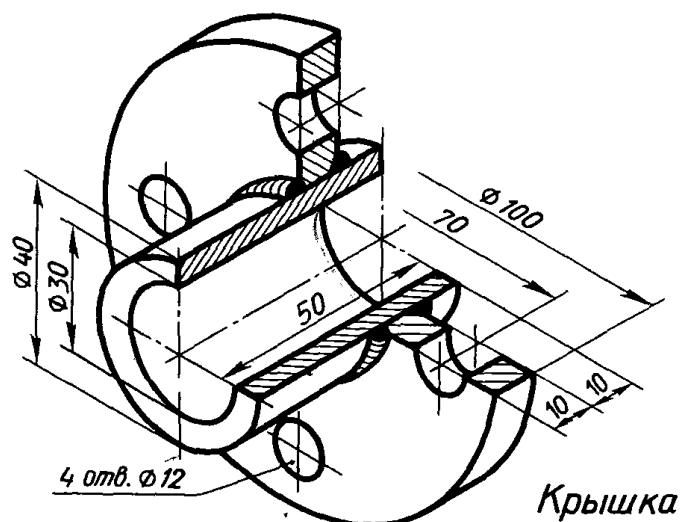


Рис. 6.18. Пример задания: сварная конструкция [3]

2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.

3. Выполняют построение чертежа сварной детали по своему варианту.

3.1. В САПР создают новый чертеж детали.

3.2. В проекционной связи выполняют построение необходимого количества видов сварной детали по своему варианту. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

3.3. Выполняют простановку размеров, обозначений и т.д.

3.4. Выполняют простановку обозначения сварных швов по ГОСТ 2.312-72.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

7. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Механические передачи

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики построения механических передач.

Общие сведения

Механическая передача – механизм, служащий для передачи и преобразования механической энергии от энергетической машины до исполнительного механизма (органа) одного или более, как правило, с изменением характера движения (изменения направления, сил, моментов и скоростей). Как правило, используется передача вращательного движения [8].

Механические передачи подразделяют на передачи зацепления (цилиндрические, конические, червячные, гипоидные, цепные, зубчатыми ремнями, винтовые, волновые) и передачи трения (фрикционные, ременные) [10].

Цилиндрическая зубчатая передача предназначена для передачи вращения и крутящего момента между двумя параллельно расположенными валами [9].

Эскиз цилиндрической прямозубой зубчатой передачи представлен на рис. 7.1.

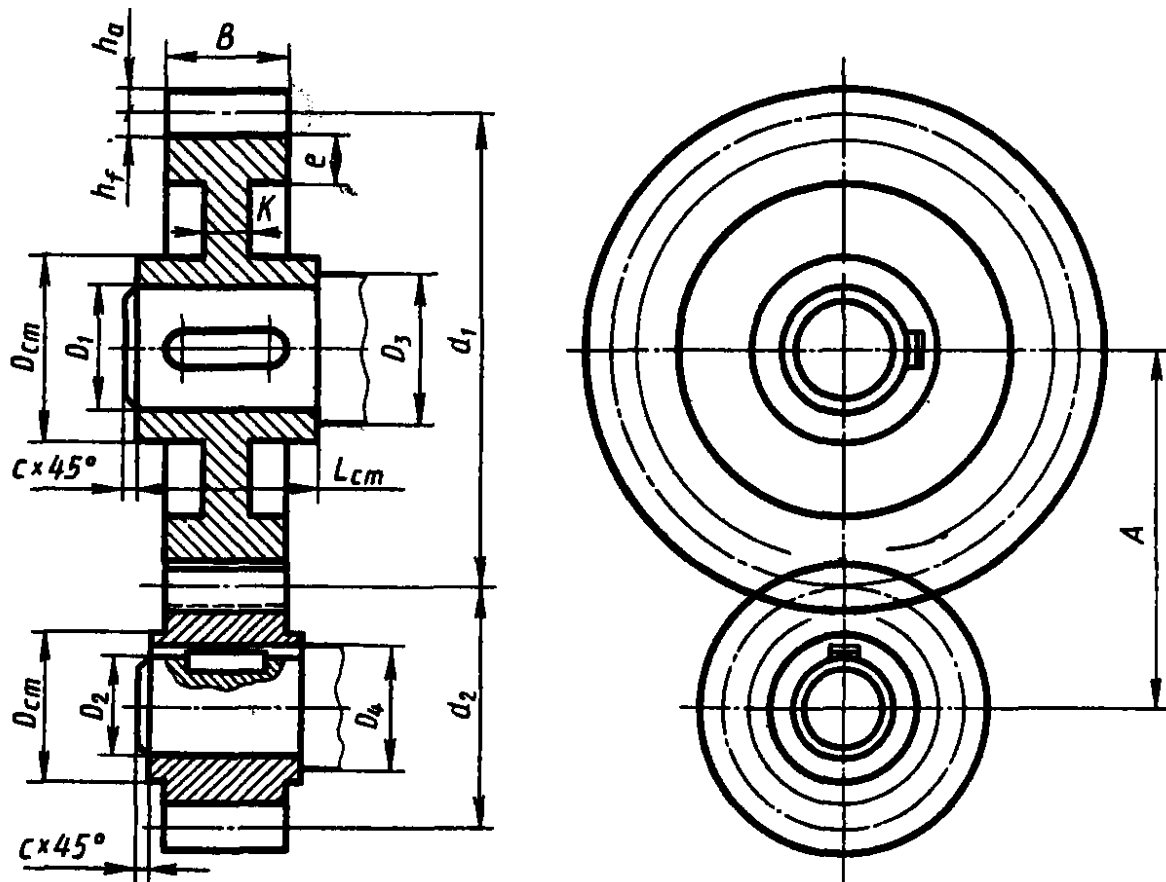


Рис. 7.1. Цилиндрическая прямозубая зубчатая передача [3]

Обозначения на рис. 7.1 [3]:

m – модуль зацепления, мм (линейная величина, в π раз меньшая окружного шага P или отношение шага по любой концентрической окружности зубчатого колеса к π , то есть модуль – число миллиметров диаметра делительной окружности, приходящееся на один зуб. Стандартизован, определяется из прочностного расчета [11]):

$$m = \frac{d}{z} = \frac{P}{\pi},$$

где d – диаметр делительной окружности, мм; z – число зубьев;

z_1, z_2 – число зубьев большого и малого зубчатого колеса соответственно;

d_1, d_2 – диаметр делительной окружности большого и малого зубчатого колеса соответственно, мм:

$$d_1 = z_1 m; d_2 = z_2 m;$$

D_1, D_2 – диаметр шейки вала (посадочного отверстия) большого и малого зубчатого колеса соответственно, мм;

D_3, D_4 – диаметры валов, мм:

$$D_3 = 1,2D_1; D_4 = 1,2D_2;$$

c – размер фаски на валу, мм; зависит от диаметра вала:

$$c = 1,5 \dots 3;$$

h_a – высота головки зуба, мм:

$$h_a = m;$$

h_f – высота ножки зуба, мм:

$$h_f = 1,25m;$$

e – толщина обода зубчатого колеса, мм:

$$e = (2 \dots 3)m;$$

B – ширина зубчатого венца, мм:

$$B = (8 \dots 10)m;$$

K – толщина диска зубчатого колеса, мм:

$$K = \frac{B}{3};$$

$L_{ст}$ – длина ступицы зубчатого колеса, мм:

$$L_{ст} = (1,2 \dots 1,5)D_1 \text{ или } D_2.$$

$D_{ст}$ – диаметр ступицы, мм:

$$D_{ст} = (1,5 \dots 2)D_1 \text{ или } D_2.$$

A – межосевое расстояние, мм:

$$A = \frac{d_1 + d_2}{2}.$$

Коническая зубчатая передача предназначена для передачи вращения между пересекающимися валами, которые в большинстве машин и оборудования расположены в пространстве перпендикулярно друг другу [12].

Эскиз конической зубчатой передачи представлен на рис. 7.2.

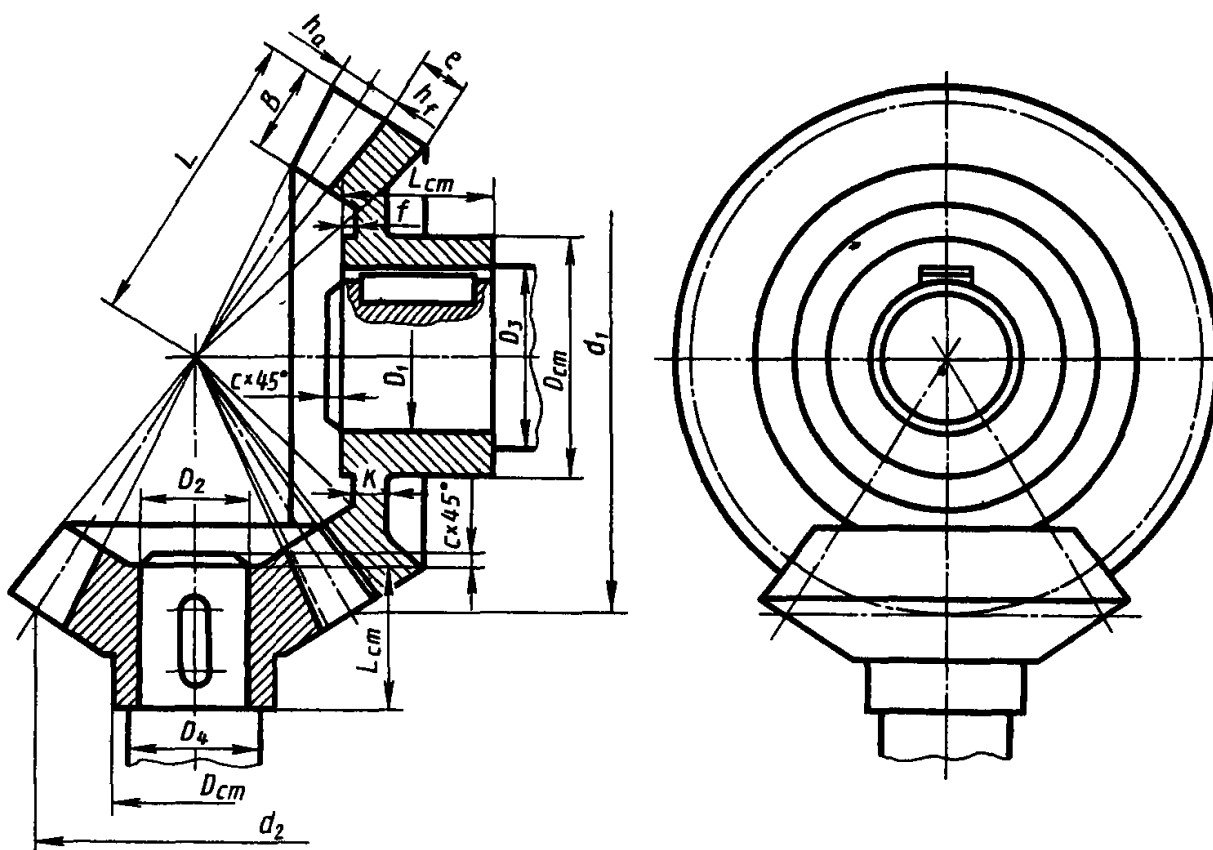


Рис. 7.2. Коническая прямозубчатая зубчатая передача [3]

Обозначения на рис. 7.2 [3]:

m – модуль зацепления, мм;

z_1, z_2 – число зубьев зубчатых колес;

d_1, d_2 – диаметры делительных конусов зубчатых колес, мм:

$$d_1 = z_1 m; d_2 = z_2 m;$$

L – длина образующей делительного конуса (получается построением), мм;

D_1, D_2 – диаметры шеек валов (посадочных отверстий) зубчатых колес, мм;

D_3, D_4 – диаметры валов, мм:

$$D_3 = 1,2D_1; D_4 = 1,2D_2;$$

c – размер фаски на валу, мм; зависит от диаметра вала:

$$c = 1,5 \dots 3;$$

h_a – высота головки зуба, мм:

$$h_a = m;$$

h_f – высота ножки зуба, мм:

$$h_f = 1,2m;$$

e – толщина обода зубчатого колеса, мм:

$$e = 0,5t,$$

где t – шаг зацепления, мм:

$$t = 0,5t,$$

$L_{ст}$ – длина ступицы зубчатого колеса, мм:

$$L_{ст} = (0,9 \dots 1,3)D_1 \text{ или } D_2.$$

$D_{ст}$ – диаметр ступицы, мм:

$$D_{ст} = (1,5 \dots 2)D_1 \text{ или } D_2.$$

f – выступ ступицы зубчатого колеса, мм:

$$f = 0,1L_{ст};$$

B – ширина зубчатого венца, мм:

$$B = 0,14m \sqrt{z_1^2 + z_2^2};$$

K – толщина диска зубчатого колеса, мм:

$$K = 0,35B.$$

Червячные передачи применяют для передачи вращательного движения между валами, оси которых перекрещиваются в пространстве. Это зубчато-винтовая пара, движение в которой преобразуется по принципу винтовой пары с присутствующим ей повышенным скольжением [13].

Эскиз червячной передачи представлен на рис. 7.3.

Обозначения на рис. 7.3 [3]:

m – модуль зацепления, мм;

z_k – число зубьев червячного колеса;

D_1 – диаметр вала червяка, мм;

D_2 – диаметр вала червячного колеса, мм:

$$D_2 = D_1;$$

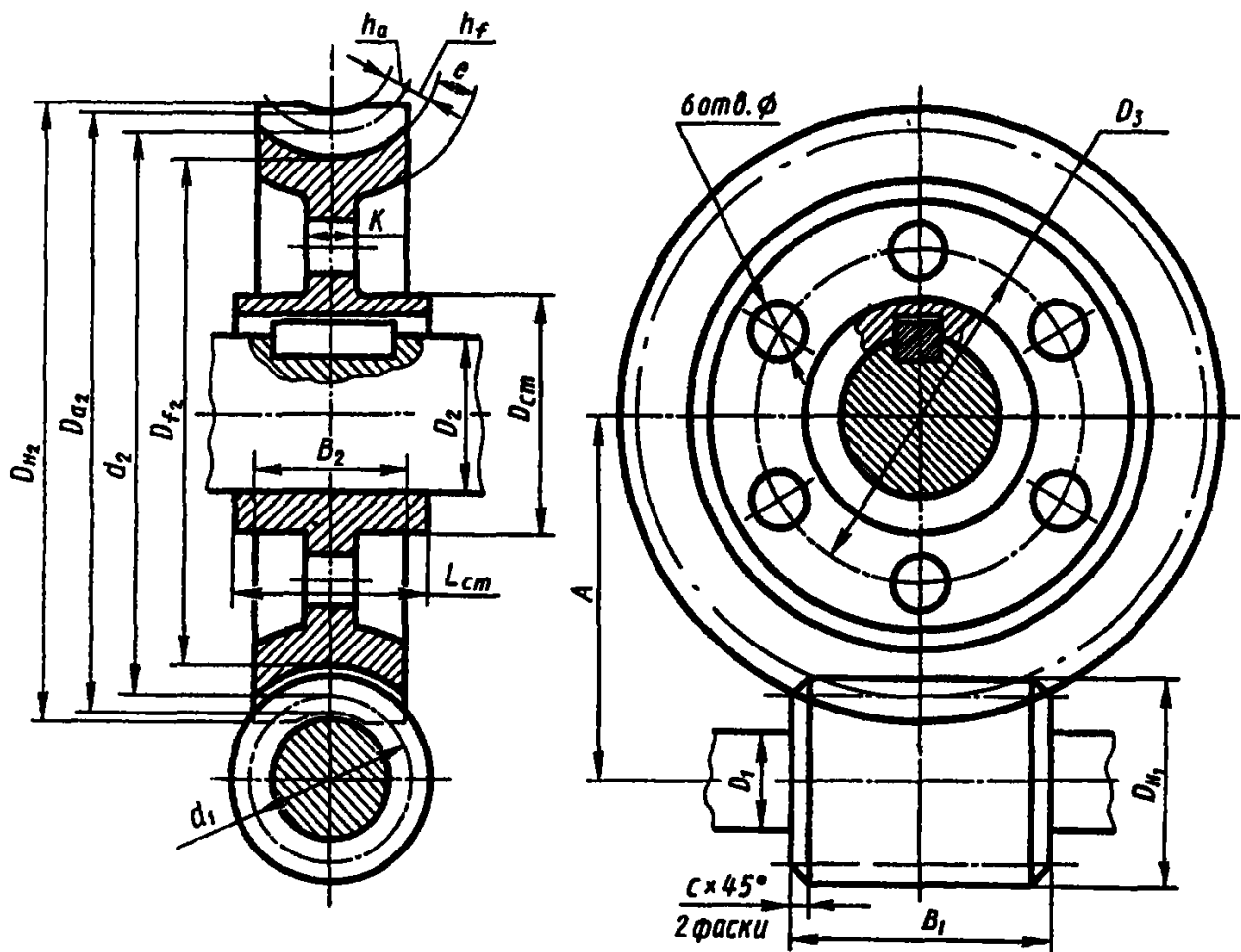


Рис. 7.3. Червячная передача [3]

d_1 – диаметр делительной окружности червяка, мм;

d_2 – диаметр делительной окружности червячного колеса, мм:

$$d_2 = mz_K;$$

h_a – высота головки зуба червячного колеса, мм:

$$h_a = m;$$

h_f – высота ножки зуба червячного колеса, мм:

$$h_f = 1,2m;$$

D_{a2} – диаметр вершин зубьев червячного колеса, мм:

$$D_{a2} = d_2 + 2m;$$

D_{f2} – диаметр впадин червячного колеса, мм:

$$D_{f2} = d_2 - 2,4m;$$

D_{H2} – наружный диаметр червячного колеса, мм:

$$D_{H2} = d_2 + 3m;$$

e – толщина обода червячного колеса, мм:

$$e = 2,2m,$$

A – межосевое расстояние, мм:

$$A = \frac{d_1 + d_2}{2};$$

B_1 – длина нарезанной части червяка, мм:

$$B_1 \geq (11 + 0,06z_K)m;$$

B_2 – ширина венца червячного колеса, мм:

$$B_2 = 0,75d_{a1};$$

$L_{ст}$ – длина ступицы червячного колеса, мм:

$$L_{ст} = 1,2D_2;$$

$D_{ст}$ – диаметр ступицы червячного колеса, мм:

$$D_{ст} = 1,8D_2;$$

K – толщина диска червячного колеса, мм:

$$K = \frac{B_2}{3};$$

D_3 – диаметр окружности центров отверстий в диске червячного колеса (делит пополам плоскую часть диска червячного колеса), мм;

d_{a1} (D_{H1}) – диаметр вершин витков червяка, мм:

$$d_{a1} = d_1 + 2m;$$

d_{f1} – диаметр вершин витков, мм:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m;$$

c – размер фаски на червяке, мм; зависит от диаметра червяка:

$$c = 1,5 \dots 3.$$

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

– операционная система Windows;

– САПР Компас-3D;

– минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание.

2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.

3. Выполняют построение чертежей зубчатых соединений по своему варианту.

3.1. В САПР создают новый чертеж.

3.2. В проекционной связи выполняют построение необходимого количества видов каждого зубчатого соединения по своему варианту. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

8. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Деталирование

Цель работы

Ознакомление с основными принципами и практическое освоение методики выполнения чертежей деталей по имеющемуся сборочному чертежу.

Общие сведения

Деталирование – выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу [14].

При выполнении этой работы необходимо учитывать все требования и применять все положения стандартов ЕСКД в части изложения правил выполнения рабочих чертежей деталей [14].

В производственных условиях при деталировании сборочных чертежей на рабочем чертеже детали нужно иметь не только изображение детали, но и все данные для ее изготовления и контроля, т.е. обозначение шероховатости поверхностей, марку материала, предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей и т.д. [14].

Расположение изображений деталей на рабочих чертежах не должно быть обязательно таким же, как на сборочном чертеже. Все изображения – виды, разрезы и сечения на чертеже выполняются по рекомендациям ГОСТ 2.305-2008. Для каждой детали выбирается масштаб изображений с учетом ее формы и размеров. Чем сложнее форма, тем больше разных контурных и размерных линий будет на чертеже, поэтому подобное изображение деталей следует вычерчивать в более крупном масштабе. Небольшие проточки, углубления, выступы и т.п. желательно изображать в виде выносных элементов в большом масштабе. Все рабочие чертежи деталей обязательно выполняются на стандартных форматах [14].

После вычерчивания изображений наносят обозначения шероховатости поверхностей, проводят выносные и размерные линии, проставляют размерные числа. В основной надписи чертежа записывают обозначение и наименование детали, марку материала, масштаб изображения, подразделение-разработчик чертежа (в нашем случае учебное заведение и группу). Так как изображение детали выполнено на одном листе, графу «Лист» не заполняют, а в графе «Листов» проставляют цифру один [14].

Чертежи стандартных изделий не выполняют. Их размеры подбирают по соответствующим стандартам, пользуясь условными обозначениями, записанными в спецификации [14].

На рис. 8.1 для примера изображен сборочный чертеж зажима – приспособления для закрепления прутков при обработке. Обрабатываемый пруток вкладывается в прорезь на корпусе (поз. 1) и закрепляется с помощью пластины (поз. 2) вращением прижима (поз. 3) по резьбе. Для удобства и скорости работы с приспособлением пластина (поз. 2) может перемещаться поперек оси штифта (поз. 4) в незакрученном (свободном) положении прижима (поз. 3). Закрепление заготовки в приспособлении осуществляется вращением прижима с помощью штифта (поз. 5), который выполняет в данном случае роль рукоятки [14].

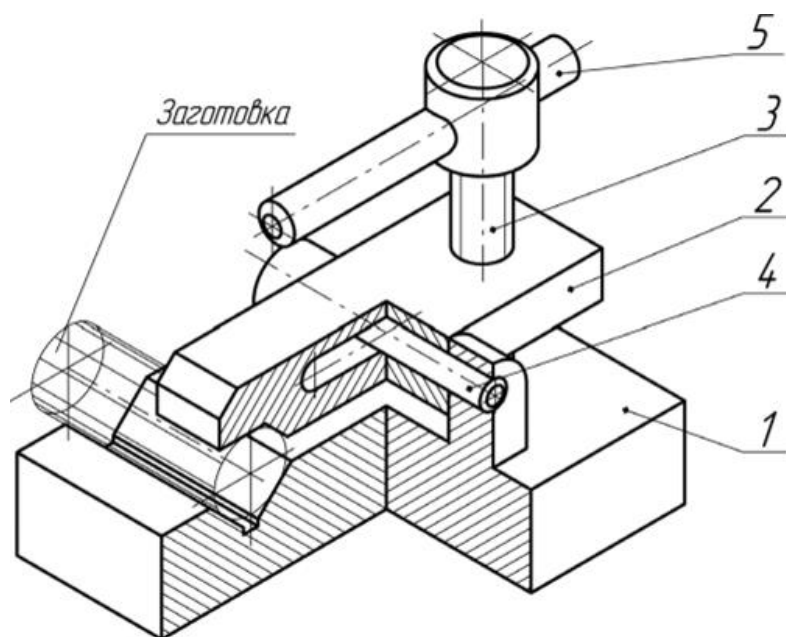


Рис. 8.1. Приспособление для закрепления прутков (Зажим) [14]

Сборочный чертеж представлен на рис. 8.2, а спецификация – на рис. 8.3 [14].

Начинать следует с определения необходимого (наименьшего) количества изображений каждой детали. Например, для изготовления детали «Корпус» (рис. 8.4) достаточно двух изображений: главного вида с местным вертикальным разрезом конического отверстия и вида сверху с горизонтальным разрезом вдоль общей оси отверстий под штифт Ø5 мм (поз. 4 на рис. 8.1 и 8.2). Для изготовления детали «Пластина» (рис. 8.5) достаточно двух изображений: главного вида с местным вертикальным разрезом вдоль оси резьбового отверстия М10 и вида сверху с местным горизонтальным разрезом вдоль сквозного паза [14].

Для изготовления детали «Прижим» (рис. 8.6) также достаточно двух изображений: главного вида, на котором представлена максимальная информация о детали и вида слева, на котором изображено сквозное отверстие под рукоятку-штифт с помощью местного вертикального разреза [14].

Программное и техническое обеспечение

В программное и техническое обеспечение входят:

- операционная система Windows;
- САПР Компас-3D;
- минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы определяется версией САПР.

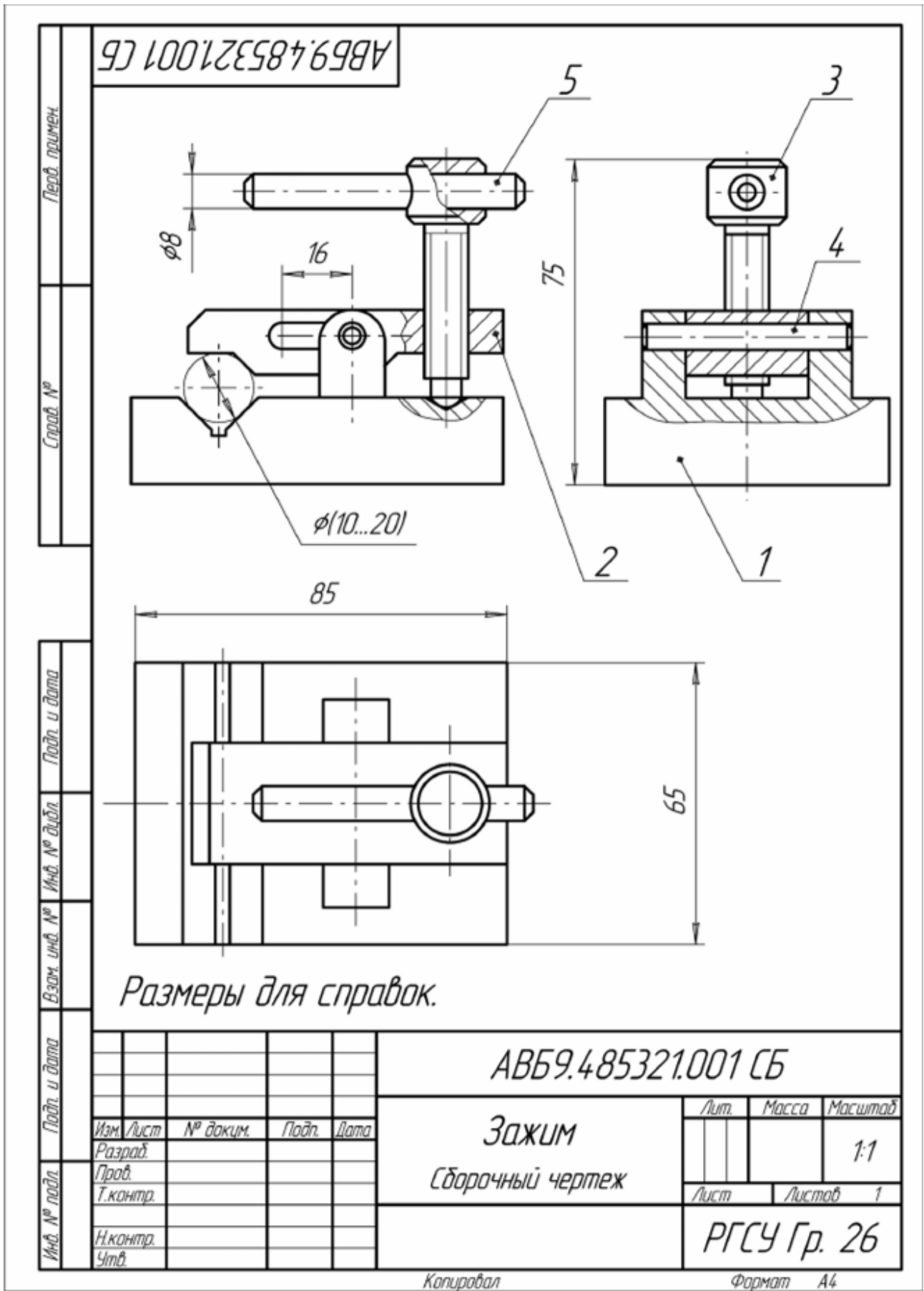


Рис. 8.2. Сборочный чертеж приспособления [14]

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание																										
						Перв. примен.																									
			<u>Документация</u>																												
A4		АВБ9.485321.001СБ	Сборочный чертеж																												
			<u>Детали</u>																												
A4	1	АВБ9.726303.001	Корпус	1																											
A4	2	АВБ9.780210.001	Пластина	1																											
A4	3	АВБ9.788456.002	Прижим	1																											
			<u>Стандартные изделия</u>																												
	4		Штифт 5 × 50 ГОСТ 3128-70	1																											
	5		Штифт 8 × 65 ГОСТ 3128-70	1																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%; text-align: center;">Изм./Лист</td> <td style="width:15%; text-align: center;">№ докум.</td> <td style="width:15%; text-align: center;">Подп.</td> <td style="width:15%; text-align: center;">Дата</td> <td colspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">АВБ9.485321.001</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">ЗАЖИМ</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">РГСУ Гр.26</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АВБ9.485321.001		Разраб.				ЗАЖИМ		Проб.				Н.контр.				РГСУ Гр.26		Утв.			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АВБ9.485321.001																											
Разраб.				ЗАЖИМ																											
Проб.																															
Н.контр.				РГСУ Гр.26																											
Утв.																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%; text-align: center;">Лит.</td> <td style="width:15%; text-align: center;">Лист</td> <td style="width:15%; text-align: center;">Листов</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Лит.	Лист	Листов						1																	
Лит.	Лист	Листов																													
		1																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%; text-align: center;">Взам. инв. №</td> <td style="width:15%; text-align: center;">Инв. № дубл.</td> <td style="width:15%; text-align: center;">Подп. и дата</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата																							
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%; text-align: center;">Справ. №</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>						Справ. №																									
Справ. №																															
Копировал _____ Формат А4																															

Рис. 8.3. Спецификация [14]

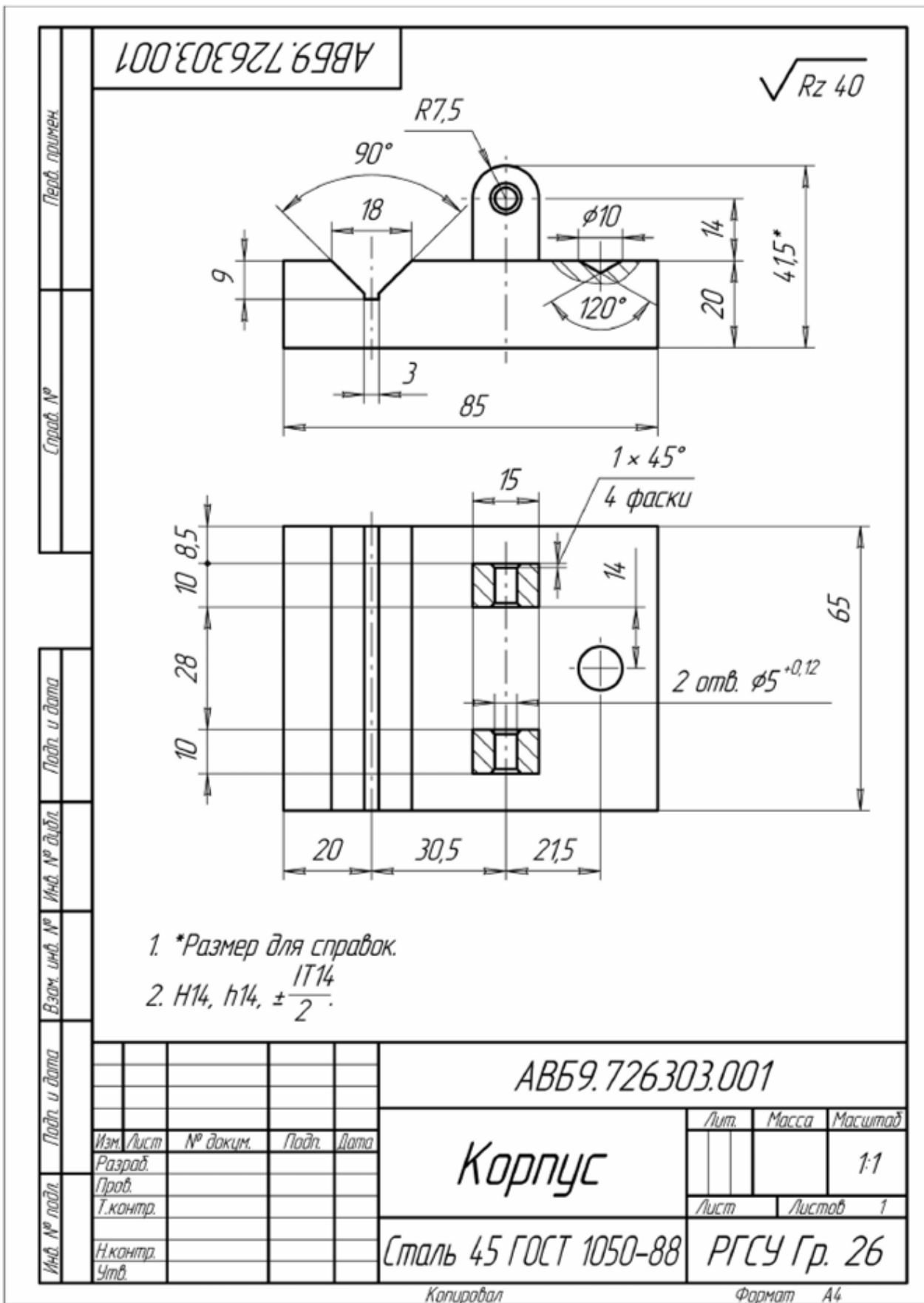


Рис. 8.4. Рабочий чертеж корпуса [14]

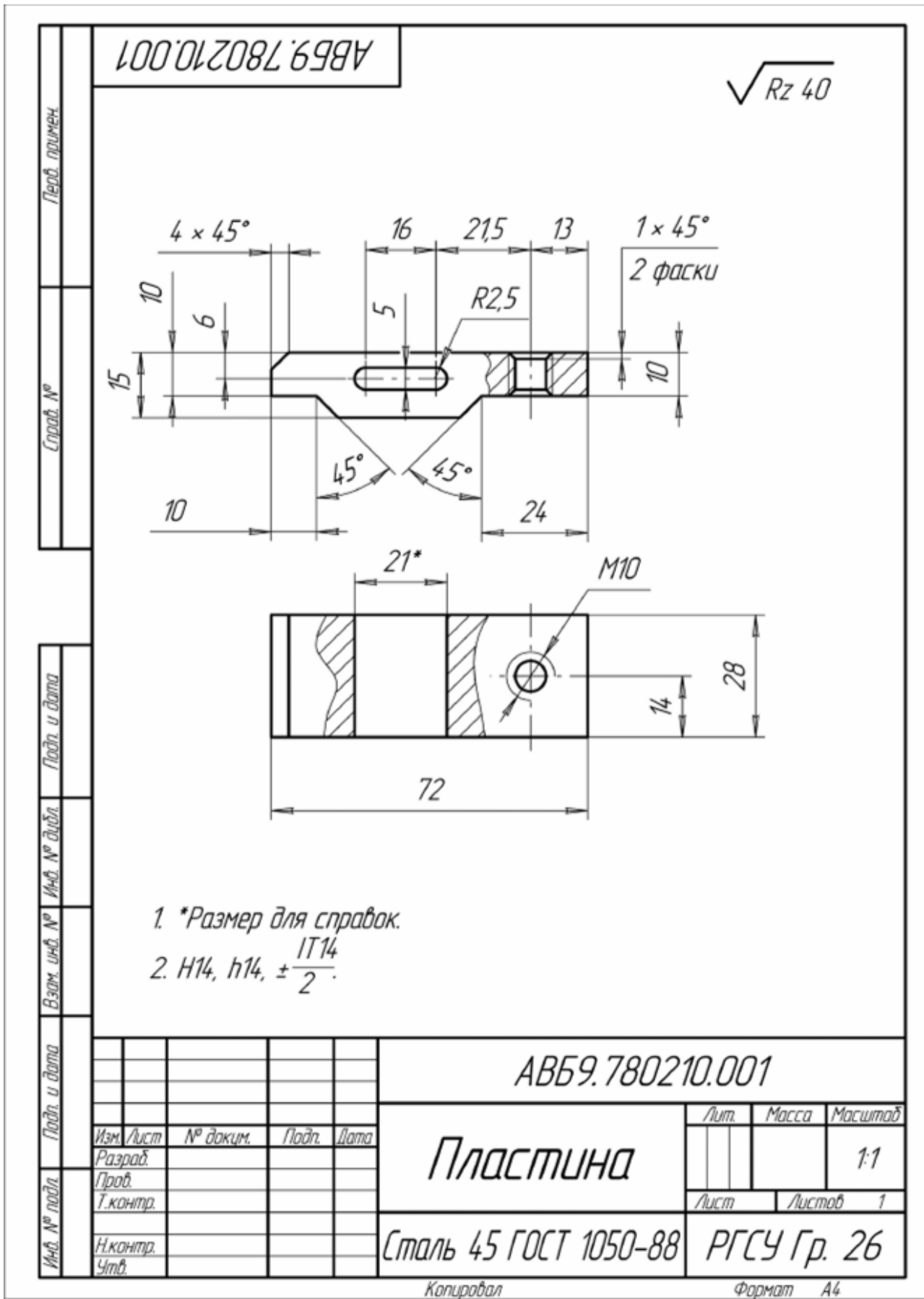


Рис. 8.5. Рабочий чертеж пластины [14]

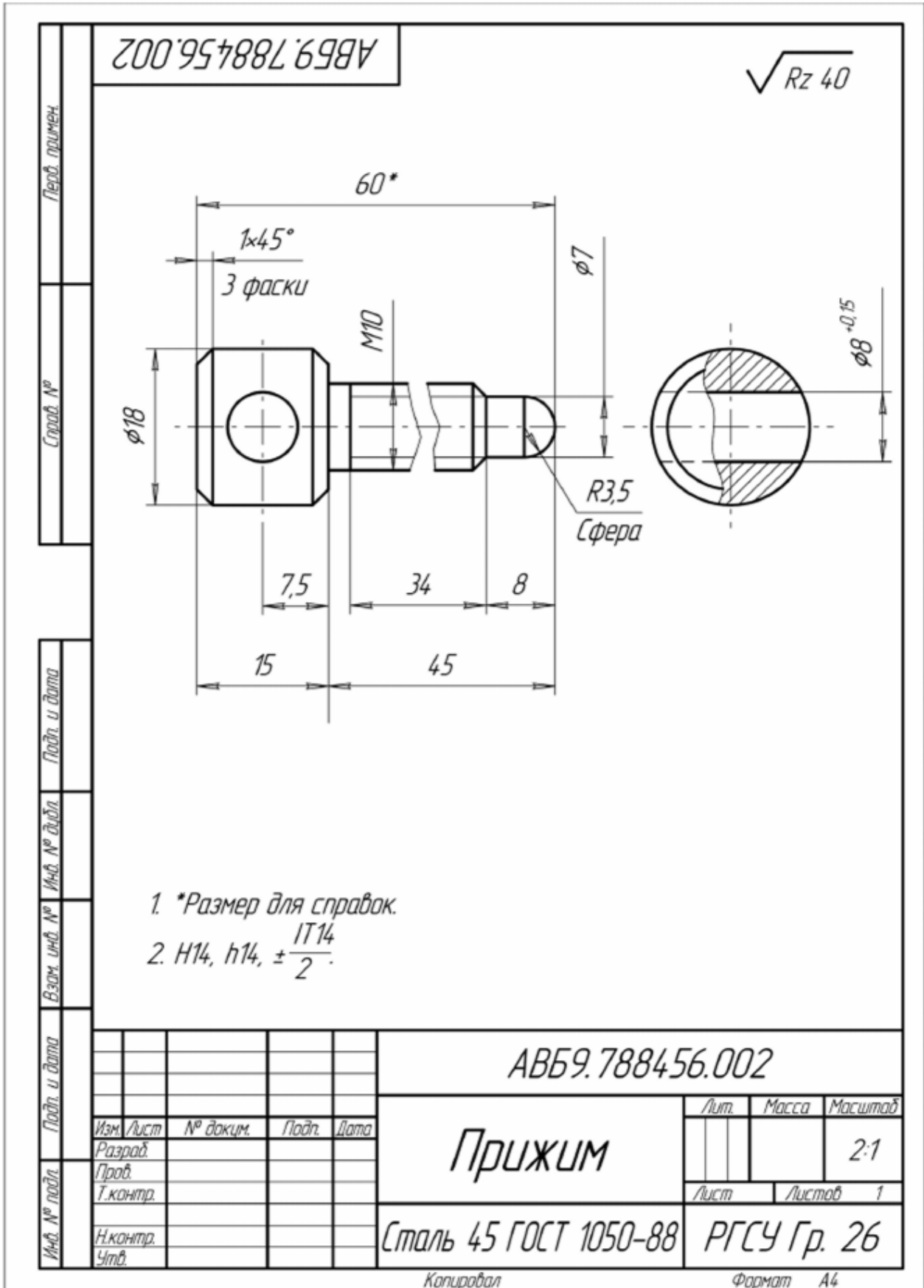


Рис. 8.6. Рабочий чертеж прижима [14]

Порядок выполнения работы

1. Получают свой вариант у преподавателя, изучают и анализируют задание. Пример задания приведен на рис. 8.7.

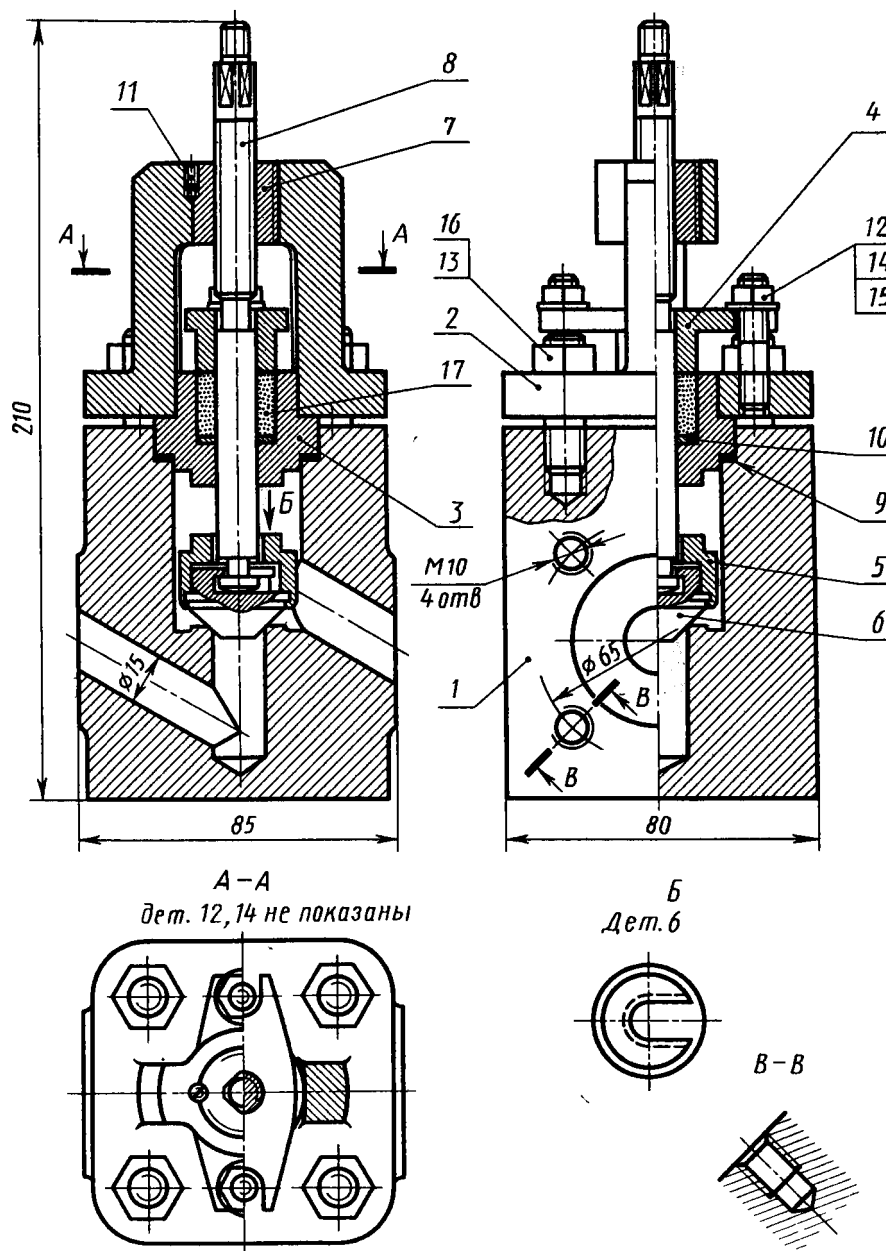


Рис. 8.7. Пример задания: сборочный чертеж [3]

2. Выбирают рациональную последовательность выполнения задания.

3. Выполняют построение чертежей и спецификации по своему варианту.

3.1. По сборочному чертежу составляют спецификацию. Для этого в САПР создают новую спецификацию, добавляют необходимые разделы и заполняют их. Наименования входящих в сборку деталей присваивают по их конструктивным признакам и служебному назначению. Каждой детали присваивают позицию и обозначение.

3.2. В САПР создают новый сборочный чертеж.

3.3. Выполняют построение сборочного чертежа по выданному варианту, проставляя габаритные размеры и позиции деталей согласно спецификации.

3.4. Для каждой детали из сборочного чертежа в САПР создают новый чертеж детали.

3.5. В проекционной связи выполняют построение необходимого количества видов каждой детали по имеющемуся сборочному чертежу. Для этого на панели **Геометрия** выбирают одну из кривых (дугу, отрезок, окружность и т.д.), либо находят их через выпадающее меню **Черчение**. При необходимости используют инструменты редактирования из панели **Правка**.

3.6. На каждом чертеже выполняют простановку размеров, обозначений и т.д.

4. Сохраняют результаты работы в компьютере в отдельной папке, нажимая на кнопку **Сохранить** на стандартной панели.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель выполнения работы, сведения о программном и техническом обеспечении, графическое представление результатов работы, выводы по работе. Результаты выполнения работы сохраняют на компьютере в отдельной папке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задания в пособии составлены с учетом последовательности их выполнения.

В первом разделе отрабатывается построение проекций деталей. Рассмотрены принципы формирования основных, дополнительных и местных видов.

Во втором разделе приведены принципы построения линии пересечения многогранников и тел вращения.

В третьем разделе пособия рассмотрены правила выполнения разрезов тел и правила выполнения видов с разрезами.

В четвертом разделе приведены основные приемы выполнения сечений, варианты их применения и случаи обязательной замены сечений на разрезы.

В пятом разделе пособия представлены приемы выполнения различных резьбовых соединений, правила изображения резьбы на стержне и в отверстиях.

В шестом разделе приведены правила выполнения чертежей сварных деталей, знаки для обозначения сварных швов, приведены примеры условных обозначений швов сварных соединений.

В седьмом разделе пособия рассмотрены правила выполнения чертежей механических передач на примере цилиндрической прямозубой, конической прямозубой и червячной передач, приведены основные расчетные зависимости для их геометрического построения.

В восьмом разделе приведены основные принципы и приведен пример выполнения спецификации и построения рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу изделия.

Изложенные задания позволят получить умения и навыки решения практических задач, возникающих при выполнении чертежей изделий с помощью современных САПР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боголюбов С.К. Черчение: Учебник для средних специальных учебных заведений. М.: Машиностроение. 1989. – 336 с.

2. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / Н.П. Сорокин [и др.]. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 392 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74681>. – Загл. с экрана.
URL: <http://docs.cntd.ru/search/intellectual?q=%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B4&itemtype=>

3. Миронов, Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере / Б.Г. Миронов, Р.С. Миронова, Д.А. Пяткина, А.А. Пузиков. – М.: Высшая школа, 2007. – 262 с.

URL: <http://booktech.ru/books/inzhenernaya-grafika/1144-sbornik-zadaniy-po-inzhenernoy-grafike-s-primerami-vypolneniya.html>

4. ГОСТ 2.305-2008. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения - виды, разрезы, сечения (с поправкой).

URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200069435>

5. ГОСТ 2.312-72. Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005665/>

6. ГОСТ 2.311-68. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображение резьбы (с изменением №1).

URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006590>

7. Резьбы и резьбовые соединения : методические указания / А. Я. Швец, А. Ю. Калинин, О. А. Яковук. – М. : МГТУ «МАМИ», 2011. – 41с

URL: http://mospolytech.ru/storage/files/kaf/ngiig/Rezby_i_rezbovye_soedineniya.pdf

8. Википедия. Свободная энциклопедия. Механическая передача.

URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Механическая_передача

9. Veloed. В каких случаях образуется цилиндрическая зубчатая передача. Цилиндрические зубчатые передачи.

URL: <https://veloed.ru/in-what-cases-is-a-cylindrical-gear-set-formed-cylindrical-gears/>

10. Академик. Механическая передача.

URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/167792>

11. Википедия. Свободная энциклопедия. Зубчатое колесо.

URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Зубчатое_колесо

12. Методы проектирования. Проектирование конических зубчатых передач

URL: <https://методыпроектирования.рф/shop/product/proektirovanie-konicheskikh-zubchatyih-peredach/>

13. StudFiles. Файловый архив студентов. ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

URL: <https://studfiles.net/preview/2163205/>

14. Bstudy – статьи для высших учебных заведений. Чтение и детализирование сборочных чертежей

URL: https://bstudy.net/666688/tehnika/chtenie_detalirovanie_sborochnyh_chertezhey

15. Педагогическая энциклопедия. § 25. Взаимное пересечение поверхностей геометрических тел

URL: <http://pedagogic.ru/books/item/f00/s00/z0000043/st027.shtml>

16. Учебные материалы и другие документы. Введение в компьютерную графику

URL: <https://works.doklad.ru/view/hTKrMGNkHds.html>

17. Википедия. Свободная энциклопедия. Резьба.

URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Резьба>

ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПОНЯТИЯ (ГЛОССАРИЙ)

Вид – это ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования.

Главный вид – это основной вид предмета на фронтальной плоскости проекции, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные основные виды [4].

Деталирование – выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу [14].

Дополнительный вид – это изображение предмета на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций, применяемое для неискаженного изображения поверхности, если ее нельзя получить на основном виде [4].

Местный вид – изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета [4].

Местный разрез – разрез, выполненный секущей плоскостью только в отдельном, ограниченном месте предмета [4].

Механическая передача – механизм, служащий для передачи и преобразования механической энергии от энергетической машины до исполнительного механизма (органа) одного или более, как правило, с изменением характера движения (изменения направления, сил, моментов и скоростей) [8].

Разрез – ортогональная проекция предмета, мысленно рассеченного полностью или частично одной или несколькими плоскостями для выявления его невидимых поверхностей [4].

Резьба – чередующиеся выступы и впадины на поверхности тел вращения, расположенные по винтовой линии [17].

Сечение – ортогональная проекция фигуры, получающейся в одной или нескольких секущих плоскостях или поверхностях при мысленном рассечении проецируемого предмета [4].