

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Александрович

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 04.06.2026 09:11:20

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению практических работ

по дисциплине «Начертательная геометрия. Строительное черчение»

для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство

направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Практическая работа №1
Практическая работа №2
Практическая работа №3
Практическая работа №4
Практическая работа №5
Практическая работа №6
Практическая работа №7
Практическая работа №8
Практическая работа №9
Практическая работа №10
Практическая работа №11
Практическая работа №12
Практическая работа №13
Практическая работа №14
Практическая работа №15
Практическая работа №16
Практическая работа №17
Практическая работа №18
Практическая работа №19
Практическая работа №20
Практическая работа №21
Практическая работа №22
Практическая работа №23
Практическая работа №24
Практическая работа №25
Практическая работа №26
Практическая работа №27
Практическая работа №28
Практическая работа №29
Практическая работа №30
Практическая работа №31
Практическая работа №32
Практическая работа №33
Практическая работа №34
Практическая работа №35
Практическая работа №36

ВВЕДЕНИЕ

Целями освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Строительное черчение» являются: получение знаний, умений и навыков по построению и чтению проекционных чертежей и чертежей строительных объектов, отвечающих требованиям стандартизации и унификации; освоение студентами современных методов и средств компьютерной графики, приобретение знаний и умений по построению геометрических моделей объектов.

Задачами освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Строительное черчение» являются: приобретение при изучении «Начертательная геометрия. Строительное черчение», необходимых знаний для изучения общеинженерных и специальных технических дисциплин, а также последующей инженерной деятельности. Умения представить мысленно форму предмета и взаимное расположение в пространстве особенно важно для эффективного использования технических средств на базе вычислительной техники для масштабного проектирования технических устройств.

А также привитие студентам навыков правильного и рационального применения методов решения конкретных практических задач.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1 ОПК-2 Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств; ИД-2 ОПК-2 Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации; ИД-3 ОПК-2 Демонстрирует знание требований к оформлению документации (ЕСКД) и умение выполнять чертежи простых объектов	Принимает принципы работы современных информационных технологий и программных средств, использует их при решении задач профессиональной деятельности.

НАИМЕНОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
3 семестр			
1.	Тема 1. Предмет начертательной геометрии. Центральное проецирование. Свойства центрального проецирования. Параллельное проецирование.	2	-

	Свойства параллельного проецирования. образование комплексного чертежа Эпюра Монжа.		
2.	Тема 2. Прямые линии. Проецирование прямой линии. Положение прямых относительно плоскостей проекций. Взаимное расположение прямых. Принадлежность точки прямой.	2	-
3.	Тема 3. Плоскость. Задание плоскости на чертеже. Положение плоскости относительно плоскостей проекций. Прямая и точка в плоскости. Главные линии плоскости. Параллельность плоскостей, параллельность прямой и плоскости. Пересечение прямой и плоскости. Пересечение 2-х плоскостей. Определение расстояния от точки до плоскости. Определение расстояния от точки до прямой общего положения.	2	-
4.	Тема 4. Кривые линии. Плоские кривые. Циркульная кривая. Лекальная кривая. Пространственные кривые. Цилиндрическая винтовая линия. Коническая винтовая линия. Понятие порядка кривой.	2	-
5.	Тема 5. Образование поверхностей. Определитель поверхности. Классификация поверхностей. Поверхности вращения. Цилиндрическая, коническая и сферическая поверхности вращения. Характерные линии поверхности вращения. Принадлежность точки поверхности вращения. Винтовые поверхности.	2	-
6.	Тема 6. Способы преобразования плоскостей проекций. Способ вращения, способ совмещения, способ замены плоскостей проекций. Многогранники. Взаимное пересечение многогранников, пересечение многогранников плоскостью.	2	-
7.	Тема 7. Построение разверток поверхностей. Построение разверток тел вращения. Построение разверток взаимно пересеченных многогранников. Касательные линии и плоскости к поверхности	2	-
8.	Тема 8. Аксонометрические проекции. Изометрические и диаметрические аксонометрические проекции	2	-
9.	Тема 9. Линии перехода. Пересечение двух проецирующих поверхностей. Построение проекции линии пересечения поверхностей. Пересечение многогранника с поверхностью сферы. Построение линии пересечения поверхностей методом вспомогательных секущих плоскостей и методом вспомогательных секущих сфер.	2	-
10.	Тема 10. Основные надписи Основная надпись. Сведения в основной надписи чертежа. Графы надписей в чертеже.	2	-

11.	Тема 11. Выполнение титульного листа «Альбом чертежей» Основная линия. Назначение линий.	2	-
12.	Тема 12. Построение трех видов детали Комплексный чертеж. Основные виды проецирования геометрических форм плоскости. Определение и свойства центрального проецирования. Линия связи.	2	-
13.	Тема 13. Нахождение линии пересечения плоскостей общего положения Плоскость на чертеже. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций. Плоскость уровня. Взаимные расположения двух прямых. Принадлежность точки и прямой плоскости.	2	-
14.	Тема 14. Нахождение натуральной величины плоскости методом поворота плоскости Параллельность прямой и плоскости. Параллельность двух плоскостей. Пересечение прямой и плоскости. Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения.	2	-
15.	Тема 15. Построение циркульных кривых (эллипсов в изометрии) Определение кривой линии. Классификация прямых. Построение эллипса. Плоские прямые линии.	2	
16.	Тема 16. Построение циркульных кривых (эллипсов в диметрии) Кривая линия. Классификация кривых. Пространственные кривые. Плоские кривые линии.	2	-
17.	Тема 17. Построения пересечения призмы или пирамиды плоскостью частного положения Классификация многогранников. Построение проекции многогранника. Сечение многогранника плоскостью. Сечение призмы плоскостью. Сечение пирамиды плоскостью.	2	-
18.	Тема 18. Построение развертки усеченной призмы или пирамиды Развертка. Построение развертки поверхности усеченной пирамиды. Построение развертки многогранника.	2	-
19.	Тема 19. Построение аксонометрической проекции усеченной призмы или пирамиды Сущность аксонометрических проекций и их виды. Прямоугольная аксонометрия. Косоугольная аксонометрия.	2	-
20.	Тема 20. Построение пересечения тел вращения плоскостью частного положения. Общий случай нахождения точек пересечения прямой с поверхностью вращения. Частные случаи построения точек пересечения прямой с поверхностью вращения.	2	-

21.	Тема 21. Построение натуральной величины сечения Определение конуса. Сечение прямого конуса различными плоскостями. Частные случаи построения точек пересечения прямой с поверхностью вращения.	2	-
22.	Тема 22. Построение развертки усеченных тел вращения. Развертка усеченного конуса. Развертка усеченного цилиндра.	2	-
23.	Тема 23. Тема: Построение аксонометрической проекции усеченных тел вращения. Определение конуса. Назовите основные элементы конуса. Определение цилиндра. Назовите основные элементы цилиндра.	2	-
24.	Тема 24. Построение линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих плоскостей Развертка боковой поверхности цилиндра. Экватор поверхности вращения. Последовательность действий построения проекций линии пересечения.	2	-
25.	Тема 25. Построение линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих сфер. Способ вспомогательных секущих сфер. Последовательность действий построения проекций линии пересечения. Экватор поверхности вращения.	2	-
26.	Тема 26. Построение аксонометрической проекции детали Главный вид. Линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях.	2	-
27.	Тема 27. Тела геометрические Проекция цилиндра и конуса. Проекция пирамиды. Проекция призм.	2	-
28.	Тема 28. Тело усеченное. Натуральная величина фигуры сечения. Сущность способа замены плоскостей проекций. Линии сгиба разверток.	2	-
29.	Тема 29. Чертеж модели Технический рисунок и аксонометрическая проекция. Последовательность выполнения технического рисунка. Основные виды технических рисунков.	2	-
30.	Тема 30. Разрезы простые Обозначение разреза. Соединение половины вида с половиной разреза. Отличие разреза от сечения.	2	-
31.	Тема 31. Разрезы сложные Сложный и простой разрезы. Понятие о сложных разрезах. Обозначение разреза.	2	-
32.	Тема 32. Эскиз вала Анализ детали. Порядок составления эскиза детали	2	-

33.	Тема 33. Эскиз штуцера Анализ детали. Порядок составления эскиза детали	2	-
34.	Тема 34. Соединение резьбовое Условные обозначения крепежных деталей. Примеры условных обозначений. Разработка болтового соединения. Последовательность вычерчивания болтового соединения.	2	-
35.	Тема 35. Соединение сварное Сварка. Сварка давлением. Сварка плавлением. Виды сварочных швов. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.	2	-
36.	Тема 36. Колесо зубчатое Основные параметры зубчатого колеса. Параметры цилиндрических зубчатых колес. Выполнение расчета элементов зубчатого колеса.	2	-
	Итого за 3 семестр	72	-
	Итого	72	-

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Тема. Предмет начертательной геометрии.

Актуальность темы: Приобрести навыки построения комплексных чертежей точки, прямой и плоскости согласно правилам проекционного черчения.

Теоретическая часть:

В учебном курсе начертательной геометрии изучают теоретические основы построения плоских изображений пространственных фигур и способы графического решения пространственных задач при помощи этих изображений.

Предмет начертательной геометрии – все многообразие геометрических фигур трехмерного пространства.

Известны три основных способа построения изображений: аксиоматический, аналитический и конструктивный. При аксиоматическом способе связь между фигурами пространства и их изображениями устанавливается посредством системы аксиом. При аналитическом способе точкам ставятся в соответствие их координаты, поверхностям – уравнения, линиям – системы уравнений. При конструктивном способе между фигурой пространства и ее изображением устанавливается непосредственная геометрическая связь с помощью проецирующих линий и поверхностей.

В курсе начертательной геометрии рассматривают конструктивный способ построения изображений. Поэтому основным методом начертательной геометрии является метод проецирования.

Содержание задания:

1. Выполнить чертежным шрифтом типа А ГОСТ 2304-90 прописным №10 и строчным №7 титульный лист альбома по образцу.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по данной теме.
2. Ознакомиться с образцом выполнения задания.
3. На чертежной бумаге формата А4 произвести разметку.
4. Выполнить чертежным шрифтом типа А ГОСТ 2304-90 прописным №10 и строчным №7 титульный лист альбома по образцу.

Методические указания к выполнению графической работы

Для освоения шрифта рекомендуется использовать вспомогательную сетку. Сетку чертить в соответствии с размерами шрифта. Линии сетки чертятся карандашом твердости Н (Т), заточенным на конус и после выполнения не убираются.

Прежде чем приступить к выполнению работы, необходимо освоить правильное изображение букв, проделав для этого упражнение, рекомендованное на уроке.

Форма прописных букв с наклоном русского алфавита (кириллицы) представлена на рисунке 1. Ширина буквы зависит не только от размера шрифта, но и от конструкции самой буквы.



Рисунок 1

Форма и конструкция строчных букв русского алфавита шрифта типа А с наклоном приведены на рисунке 2.



Рисунок 2

Пример выполнения графической работы представлен на рисунке 3.

Контрольные вопросы:

- Какие типы шрифтов вы знаете?
- Какие установлены размеры шрифта?
- Чем определяется размер шрифта?

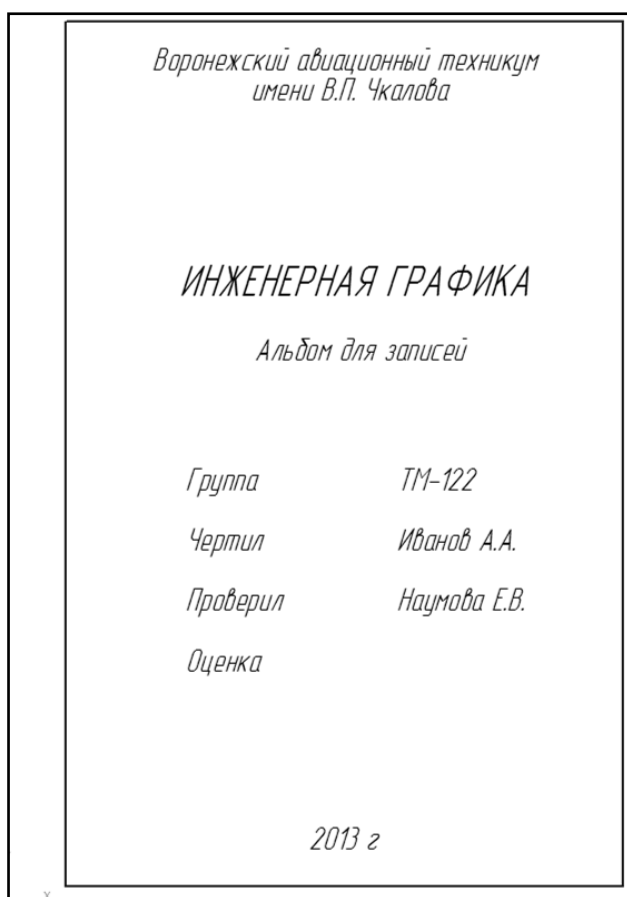


Рисунок 3- Пример выполнения графической работы №1

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Тема. Прямые линии.

Актуальность темы: Изучение прямых линий. Способы построения линий на чертеж

Теоретическая часть:

Прямая на чертеже может быть задана изображением прямой, точкой и направлением, отрезком прямой и двумя пересекающимися плоскостями.

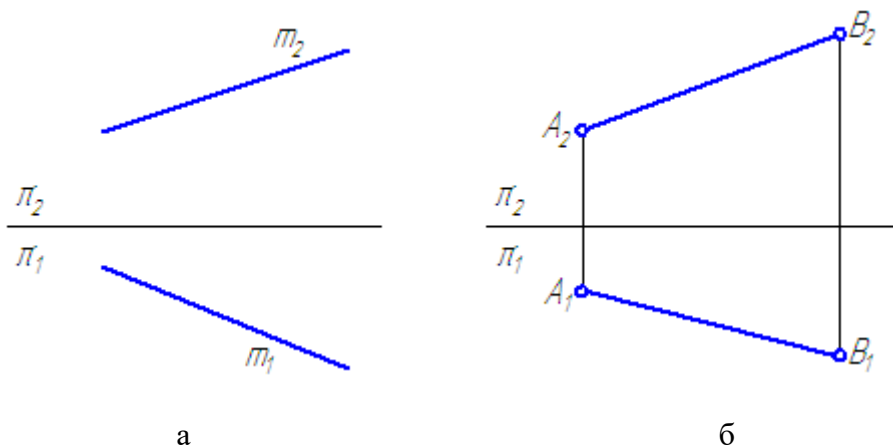


Рисунок 4 – Проекция прямой

Прямоугольной проекцией отрезка в общем случае является отрезок (второе свойство центрального и параллельного проецирования). На чертеже прямая m (Рисунок 10 а) и отрезок AB (Рисунок 10 б) произвольно наклонены к плоскостям проекций. Такие прямые называются прямыми общего положения.

Прямая, не параллельная ни одной из плоскостей проекций, называется прямой общего положения.

Длина прямоугольной параллельной проекции отрезка общего положения всегда меньше длины самого отрезка.

ПРОЕЦИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ

Горизонтально-проецирующая прямая – прямая q , перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 11.). Горизонтальная проекция q_1 этой прямой вырождается в точку.

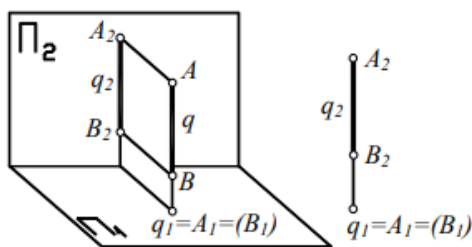


Рис. 11. Горизонтально-проецирующая прямая

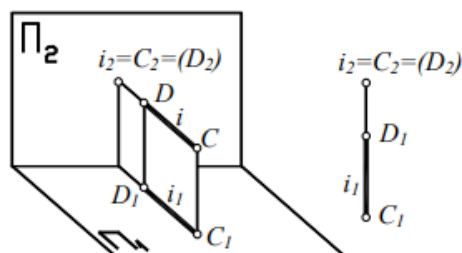


Рис. 12. Фронтально-проецирующая прямая

Точки A и B на прямой q называют горизонтально-конкурирующими, так как они “конкурируют” друг с другом относительно горизонтальной плоскости проекций: точка A выше точки B . При взгляде сверху точка A заслоняет точку B . Говорят, что горизонтальная проекция точки B “невидима”, так как она закрыта горизонтальной проекцией точки A . Поэтому на чертеже (см. рис. 11.) проекция B_1 точки B заключена в

скобки. Горизонтально-конкурирующие точки применяют для определения видимости проекций геометрических фигур на плоскости Π_1 .

Фронтально-проецирующая прямая – прямая i , перпендикулярная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рис. 12.). Фронтальная проекция i_2 этой прямой вырождается в точку.

Точки C и D на прямой i называют фронтально-конкурирующими, так как они “конкурируют” друг с другом относительно фронтальной плоскости проекций: точка C находится перед точкой D . При взгляде спереди точка C заслоняет точку D , то есть фронтальная проекция точки D невидима. Поэтому на чертеже (см. рис. 12.) проекция D_2 точки D заключена в скобки. Фронтально-конкурирующие точки применяют для определения видимости проекций геометрических фигур на плоскости Π_2 .

Профильно-проецирующая прямая – прямая j , перпендикулярная профильной плоскости проекций Π_3 (рис. 13.). Профильная проекция j_3 этой прямой вырождается в точку.

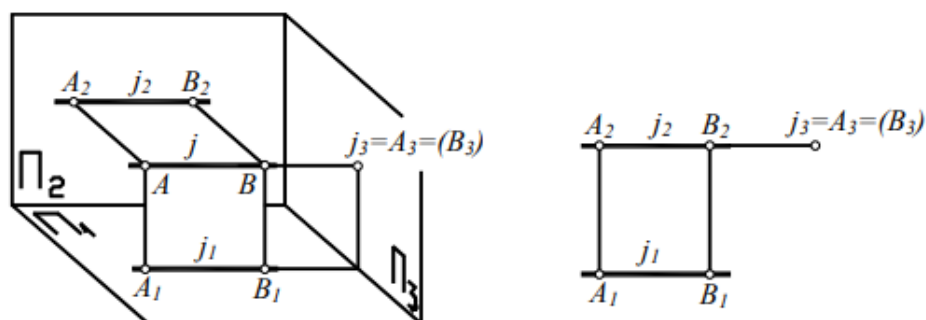


Рис.13. Профильно-проецирующая прямая

Точки A и B на прямой j называют профильно-конкурирующими, так как они “конкурируют” друг с другом относительно профильной плоскости проекций: точка A левее точки B . При взгляде слева точка A заслоняет точку B , то есть профильная проекция точки B невидима. Поэтому на чертеже (см. рис. 13.) проекция B_3 точки B заключена в скобки. Профильно-конкурирующие точки применяют для определения видимости проекций геометрических фигур на плоскости Π_3 .

СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПЛОСКОСТИ НА ОРТОГОНАЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Положение плоскости в пространстве определяется:

- тремя точками, не лежащими на одной прямой;
- прямой и точкой, взятой вне прямой;
- двумя пересекающимися прямыми;
- двумя параллельными прямыми;
- плоской фигурой.

В соответствии с этим на эюре плоскость может быть задана:

- проекциями трёх точек, не лежащих на одной прямой (Рисунок 5,а);
- проекциями точки и прямой (Рисунок 5,б);
- проекциями двух пересекающихся прямых (Рисунок 5,в);
- проекциями двух параллельных прямых (Рисунок 5,г);
- плоской фигурой (Рисунок 5,д);
- следами плоскости;
- линией наибольшего ската плоскости.

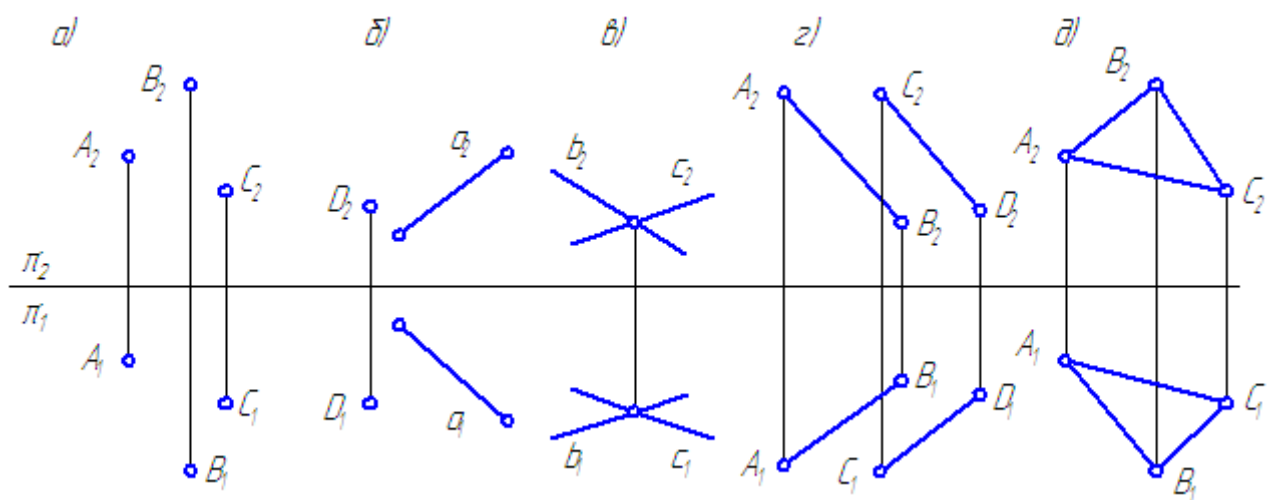


Рис. 5. – Способы задания плоскостей

Плоскость общего положения – это плоскость, которая не параллельна и не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций.

Упражнение №1

Построить горизонтальную и профильную проекцию точки К, отстоящей от плоскости П2 на расстоянии 25мм, и точки М, лежащей в плоскости П2 (рис. 18).

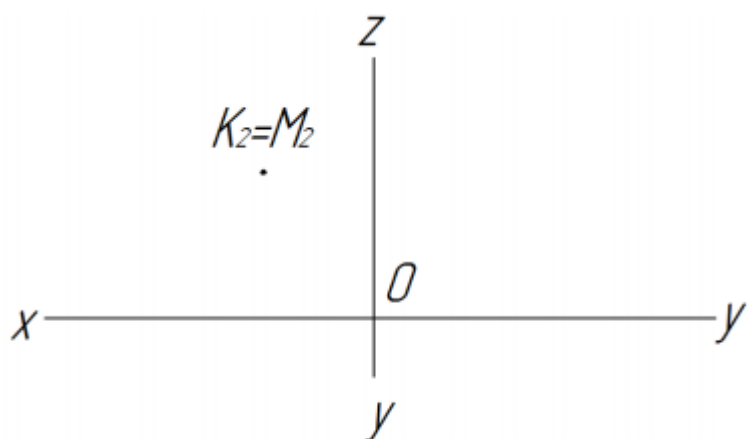


Рис.18

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Тема. Плоскость.

Актуальность темы: Изучение плоскости. Виды плоскости. Построение плоскости на чертеже.

Теоретическая часть: **Горизонтально-проецирующая плоскость** – плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций Π_1 (плоскость Σ на рис. 14). Горизонтальная проекция плоскости Σ вырождается в прямую линию Σ_1 . Фронтальная проекция этой плоскости представляет собой поле точек, совпадающее с полем Π_2 , то есть $\Sigma_2 \equiv \Pi_2$. Горизонтальная проекция любой фигуры, лежащей в плоскости Σ (например, треугольника ABC) совпадает с горизонтальной проекцией Σ_1 плоскости Σ , то есть $A_1B_1C_1 \equiv \Sigma_1$.

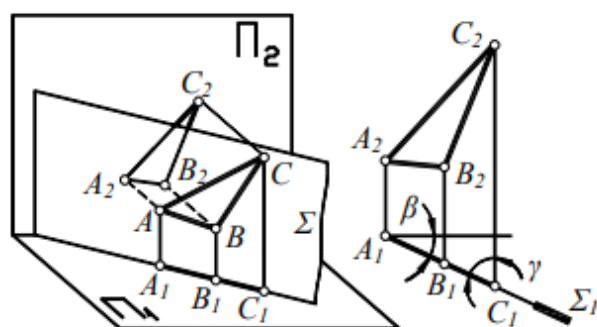


Рис.14. Горизонтально-проецирующая плоскость

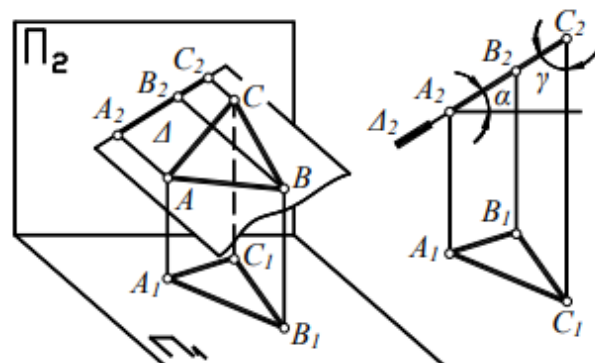


Рис. 15. Фронтально-проецирующая плоскость

Чтобы задать на чертеже горизонтально-проецирующую плоскость, достаточно указать ее горизонтальную проекцию Σ_1 . При этом положение плоскости Σ в пространстве вполне определено, так как известны углы наклона β и γ этой плоскости к плоскостям проекций Π_2 и Π_3 (см. рис. 14).

Фронтально-проецирующая плоскость – плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций Π_2 (плоскость Δ на рис. 15). Фронтальная проекция плоскости Δ вырождается в прямую линию Δ_2 .

Горизонтальная проекция этой плоскости представляет собой поле точек, совпадающее с полем Π_1 , то есть $\Delta_1 \equiv \Pi_1$. Фронтальная проекция фигуры, лежащей в плоскости Δ (например, треугольника ABC на рис. 15), совпадает с фронтальной проекцией Δ_2 плоскости Δ , то есть $A_2B_2C_2 \equiv \Delta_2$.

Чтобы задать на чертеже фронтально-проецирующую плоскость, достаточно указать только ее фронтальную проекцию Δ_2 . При этом положение плоскости Δ в пространстве вполне определено, так как известны углы наклона α и γ этой плоскости к плоскостям проекций Π_1 и Π_3 (см. рис. 15).

Профильно-проецирующая плоскость – плоскость, перпендикулярная профильной плоскости проекций Π_3 (плоскость Θ на рис. 16).

Профильная проекция плоскости Θ вырождается в прямую линию Θ_3 . Горизонтальная и фронтальная проекции этой плоскости представляют собой поля точек, совпадающие соответственно с точечными полями плоскостей проекций Π_1 и Π_2 , то есть $\Theta_1 \equiv \Pi_1$, $\Theta_2 \equiv \Pi_2$.

Профильная проекция любой фигуры, лежащей в профильно-проецирующей плоскости Θ (например, треугольника ABC), совпадает с профильной проекцией Θ_3 плоскости Θ , то есть $A_3B_3C_3 \equiv \Theta_3$.

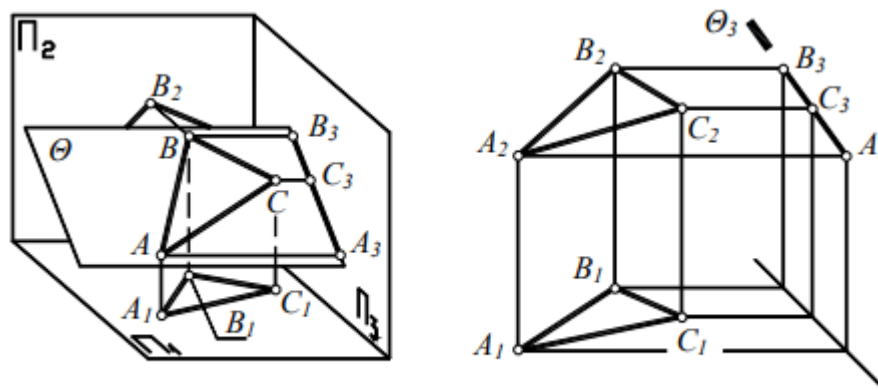


Рис.16. Профильно-проецирующая плоскость

Чтобы задать на чертеже профильно-проецирующую плоскость, достаточно указать только ее профильную проекцию Θ_3 . При этом положение плоскости Θ в пространстве вполне определено, так как углы наклона α , β этой плоскости к плоскостям Π_1 и Π_2 определяются по ее профильной проекции Θ_3 (отметить эти углы на рис. 16 самостоятельно).

Задание №1

На формате А4 по координатам точек заданных в таблице 1, изобразить проекции плоскости, заданную треугольником при помощи эпюр Монжа.

№ вариант	А			В			С		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	55	50	50	15	25	0	95	0	15
2	95	0	20	65	55	50	15	40	0

3	110	35	10	45	0	50	20	55	10
4	50	45	35	20	30	20	95	10	0
5	25	50	0	40	10	50	95	35	0
6	85	50	40	15	20	40	110	5	0
7	100	0	0	80	35	40	20	50	35
8	60	5	40	90	55	0	15	15	0
9	10	15	0	80	55	50	90	5	0
10	15	15	20	70	50	50	100	0	0
11	115	20	0	10	55	0	35	5	45
12	90	5	45	10	55	0	35	5	45
13	105	35	15	70	50	55	30	5	15
14	65	0	10	15	0	0	80	40	50
15	80	0	0	55	50	45	10	25	40
16	80	50	0	55	0	45	10	10	45
17	90	45	25	65	0	50	40	45	10

Таблица 1. Варианты к выполнению работы.

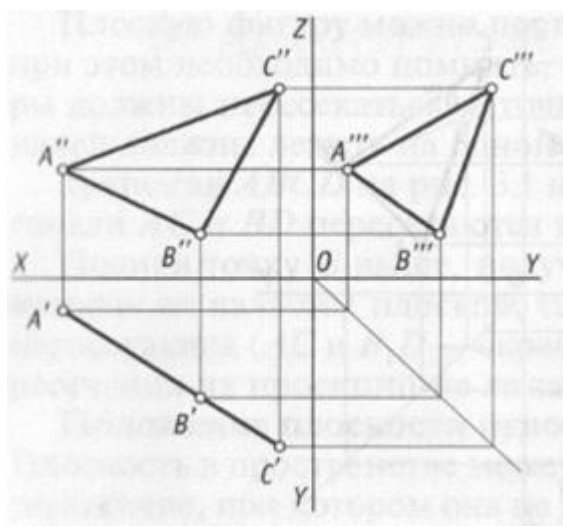


Рис. 17 Пример выполнения графической работы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Тема. Кривые линии.

Актуальность темы: Умение читать чертежи; оформлять конструкторскую документацию в соответствии с технической документацией;

ЗАДАНИЕ: Вычертить рамку чертежа (отступ от края формата: слева 20 мм, сверху, справа, снизу по 5 мм), затем вычертить различные типы линий с соблюдением размеров указанных в задании (формат А4).

Методические указания к выполнению задания

Перед выполнением чертежа необходимо изучить задание варианта (Приложение).

Работу над заданием начать с выполнения рамки чертежа(отступ от края формата: слева 20 мм, сверху, справа, снизу по 5 мм).

Далее выполнить планировку поля чертежа: изображение расположить на формате так, чтоб оно была одинаково удалена от всех сторон формата.

Изобразить линии, окружности, различные фигуры с применением указанных в задании типов линий.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

Тема. Образование поверхностей.

ЗАДАНИЕ: Указать на чертеже необходимые допуски формы и расположения поверхностей.

Методические указания к выполнению задания

Перед выполнением чертежа необходимо изучить задание (Приложение, Таблица 1 и Таблица 2).

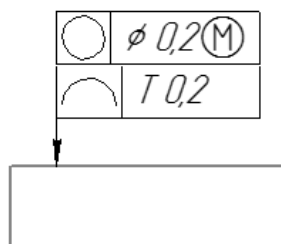
Работа выполняется в рабочей тетради с конспектами по данной дисциплине.

Согласно своему варианту выполнить в произвольном масштабе изображение детали (Таблица 2), на котором в последующем в пустых ячейках указать необходимые допуски формы и расположения поверхностей (Таблица 1) (см. Эталон выполнения задания).

Образец выполнения задания

Вариант XX

Задание: Указать зависимый допуск круглости кругового поля определяющегося диаметром $\phi 0,2$ мм и допуск формы заданного профиля указанного в диаметральной выразении $0,2$ мм.



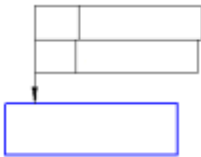
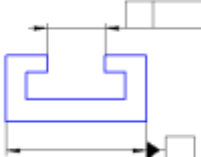
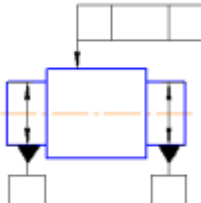
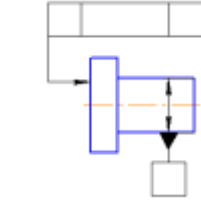
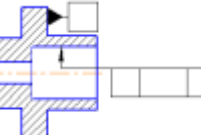
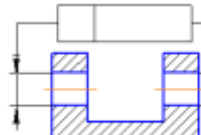
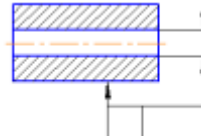
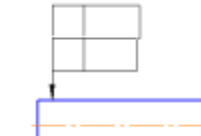
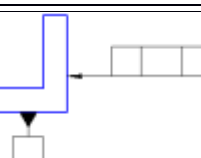
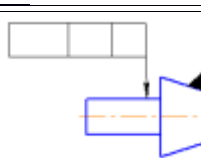
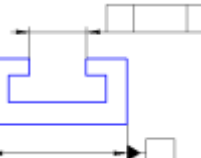
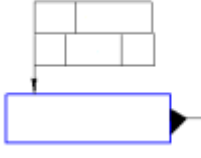
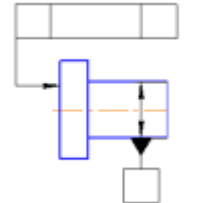
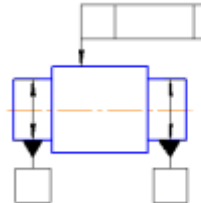
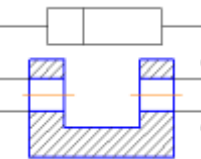
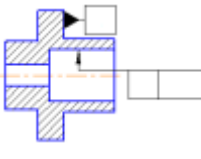
Приложение. Варианты заданий

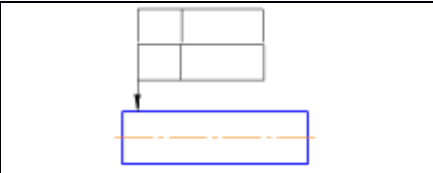
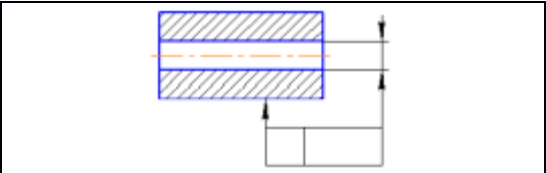
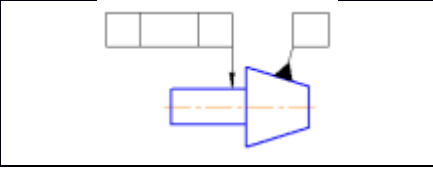
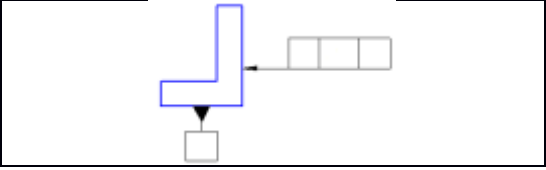
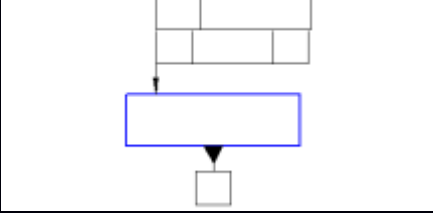
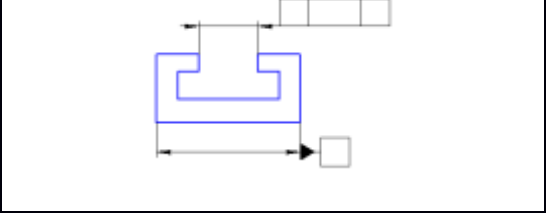
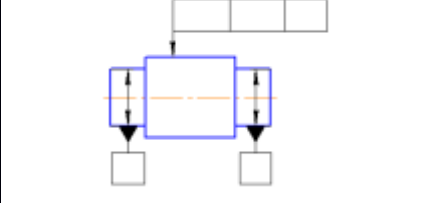
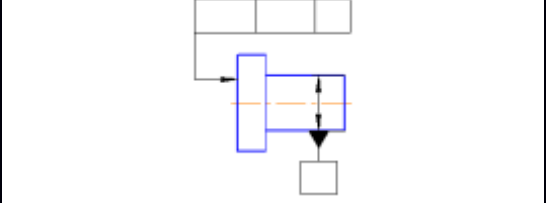
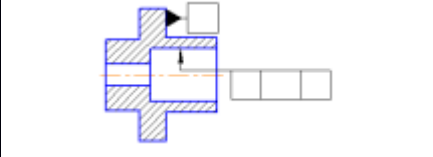
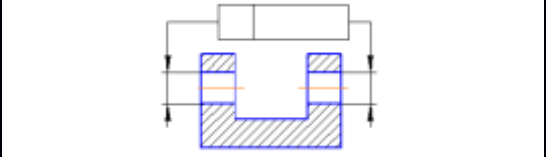
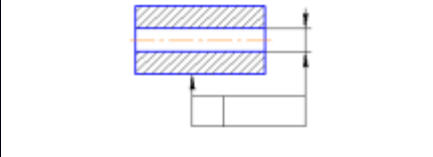
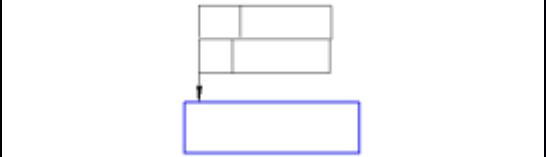
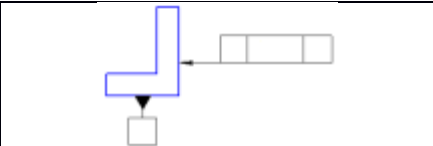
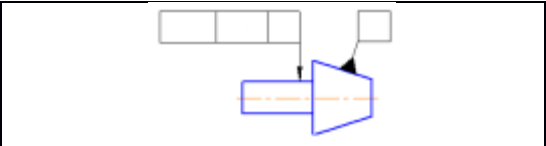
Таблица 1

Вариант	Задание
1	Указать допуск плоскостности $0,1$ мм, относящегося к участку площадью 100×100 мм и допуск прямолинейности $0,1$ мм, относящегося к участку длиной 80 мм
2	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении $0,01$ мм связанного с базами А и Б
3	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении $0,01$ мм связанного с базой А
4	Указать допуск соосности $0,02$ мм
5	Указать допуск перпендикулярности $0,2$ мм связанного с базой А
6	Указать допуск симметричности указанного в диаметральной выразении $0,2$ мм связанного с базой А

7	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении 0,01 мм относящегося к участку $\varnothing 20$ мм связанного с базой А
8	Указать допуск соосности кругового поля определяющегося диаметром $\varnothing 0,1$ мм
9	Указать допуск цилиндричности 0,1 мм относящегося к участку 50 мм и допуск круглости 0,04 мм
10	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении 0,02 мм связанного с базой А
11	Указать допуск плоскостности 0,2 мм, относящегося к участку площадью 50x50 мм и допуск параллельности 0,02 мм связанного с базой А
12	Указать допуск полного радиального и полного торцевого биений 0,02 мм связанного с базами А и Б
13	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении 0,1 мм связанного с базой А
14	Указать зависимый допуск прямолинейности кругового поля определяющегося диаметром $\varnothing 0,1$ мм
15	Указать зависимый допуск перпендикулярности 0,1 мм связанного с базой А
16	Указать зависимый допуск симметричности 0,1 мм связанного с базой А
17	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении 0,2 мм относящегося к участку $\varnothing 10$ мм связанного с базой А
18	Указать зависимый допуск соосности 0,1 мм
19	Указать допуск круглости 0,02 мм и допуск профиля продольного сечения 0,01 мм
20	Указать допуск полного радиального и полного торцевого биений 0,1 мм связанного с базой А
21	Указать допуск плоскостности 0,02 мм и допуск перпендикулярности 0,05 мм связанного с базой А
22	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении 0,1 мм, относящегося к участку длиной 40 мм и связанного с базами А и Б
23	Указать допуск биения радиального, торцевого и в заданном направлении кругового поля определяющегося диаметром $\varnothing 0,1$ мм и связанного с базой А
24	Указать допуск соосности кругового поля определяющегося диаметром $\varnothing 0,2$ мм
25	Указать допуск перпендикулярности 0,1 мм связанного с базой А
26	Указать допуск симметричности кругового поля определяющегося диаметром $\varnothing 0,1$ мм и связанного с базой А
27	Указать допуск полного радиального и полного торцевого биений 0,02 мм связанного с базой А
28	Указать зависимый допуск соосности 0,2 мм
29	Указать допуск цилиндричности 0,02 мм относящегося к участку 50 мм и допуск круглости 0,01 мм
30	Указать допуск полного радиального и полного торцевого биений 0,01 мм связанного с базой А

Таблица 2

Вариант	Деталь	Вариант	Деталь
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	

9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

Тема. Способы преобразования плоскостей проекций.

Актуальность темы: Рассмотрение способов преобразования проекций.

Теоретическая часть:

Рассмотрим профильную плоскость проекций. Проекции на две перпендикулярные плоскости обычно определяют положение фигуры и дают возможность узнать ее настоящие размеры и форму. Но бывают случаи, когда двух проекций оказывается недостаточно. Тогда применяют построение третьей проекции.

Третью плоскость проекции проводят так, чтобы она была перпендикулярна одновременно обеим плоскостям проекций (рис. 7). Третью плоскость принято называть **профильной**.

В таких построениях общую прямую горизонтальной и фронтальной плоскостей называют **осью x** , общую прямую горизонтальной и профильной плоскостей – **осью y** , а общую прямую фронтальной и профильной плоскостей – **осью z** . Точка O , которая принадлежит всем трем плоскостям, называется точкой начала координат.

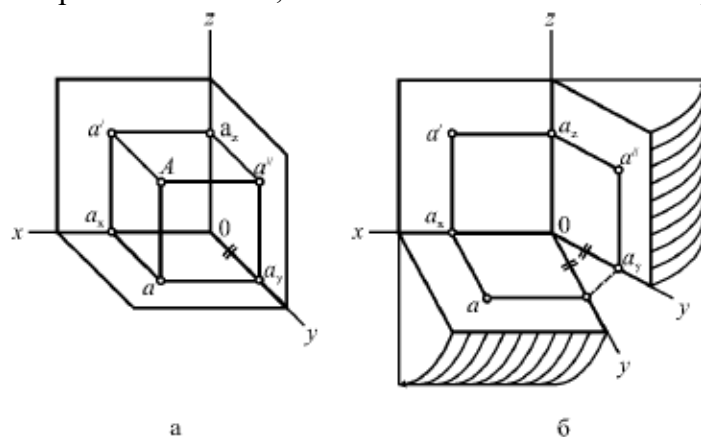


Рис. 7

На рисунке 7 а показана точка A и три ее проекции. Проекцию на профильную плоскость (a'') называют **профильной проекцией** и обозначают a'' .

Для получения эюра точки A , которая состоит из трех проекций a , a' и a'' , необходимо разрезать трехгранник, образующийся всеми плоскостями, вдоль оси y (рис. 7 б) и совместить все эти плоскости с плоскостью фронтальной проекции. Горизонтальную плоскость необходимо вращать около оси x , а профильную плоскость – около оси z в направлении, указанном на рисунке 8 стрелкой.

На рисунке 8 изображено положение проекций a , a' и a'' точки A , полученное в результате совмещения всех трех плоскостей с плоскостью чертежа.

В результате разреза ось y встречается на эюре в двух различных местах. На горизонтальной плоскости (рис. 8) она принимает вертикальное положение (перпендикулярно оси x), а на профильной плоскости – горизонтальное (перпендикулярно оси z).

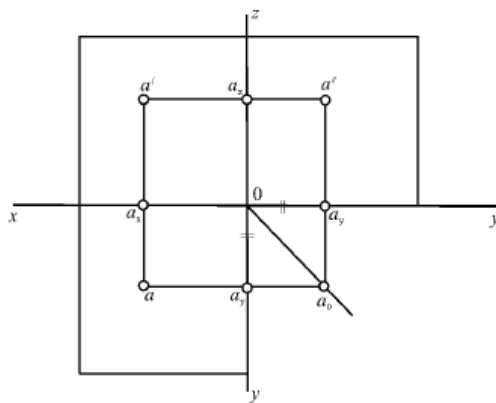


Рис.8

На рисунке 8 три проекции a , a' и a'' точки A имеют на эюре строго определенное положение и подчинены однозначным условиям:

1) горизонтальная и фронтальная проекции a и a' всегда должны располагаться на одной вертикальной прямой, перпендикулярной оси x ;

2) фронтальная и профильная проекции a' и a'' всегда должны располагаться на одной горизонтальной прямой, перпендикулярной оси z ;

3) при проведении через горизонтальную проекцию a горизонтальной прямой, а через профильную проекцию a'' – вертикальной прямой построенные прямые обязательно пересекутся на биссектрисе угла между осями проекций, так как фигура $Oa_ya_0a_n$ – квадрат.

Упражнение №1

По двум данным построить третьи проекции точек A, B, C , указав на чертеже координаты этих точек (рис. 19).

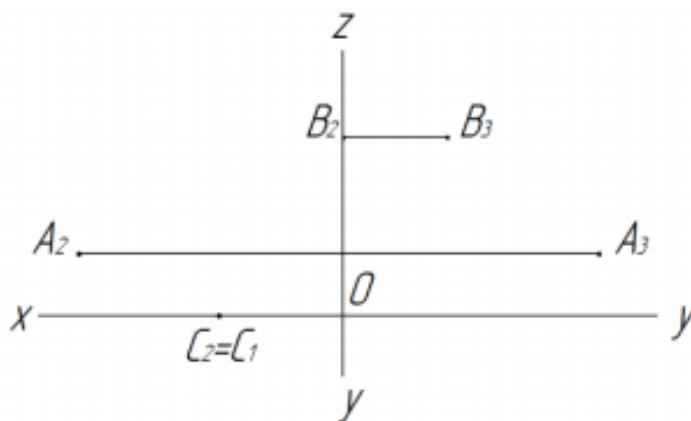


Рис. 19.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

Тема. Построение разверток поверхностей.

Актуальность работы: освоить практические приемы построения геометрических тел.

Теоретическая часть:

Разверткой поверхности многогранника называют плоскую фигуру, полученную при совмещении с плоскостью чертежа всех граней многогранника в последовательности их расположения на многограннике.

Чтобы построить развертку поверхности многогранника, нужно определить натуральную величину граней и вычертить на плоскости последовательно все грани.

Обратите внимание, как оформляют чертежи развёрток. Над изображением пишут «Развертка» с чертой внизу. От линии сгиба, которые проводят штрихпунктирной с двумя точками, проводят линии – выноски и пишут на полке «Линии сгиба».

Развертка поверхности прямой призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней – прямоугольников и двух равных между собой многоугольников оснований.

Например, у развертки поверхности правильной шестиугольной призмы все грани – равные между собой прямоугольники шириной a и высотой H , а основания – правильные шестиугольники со стороной, равной a .

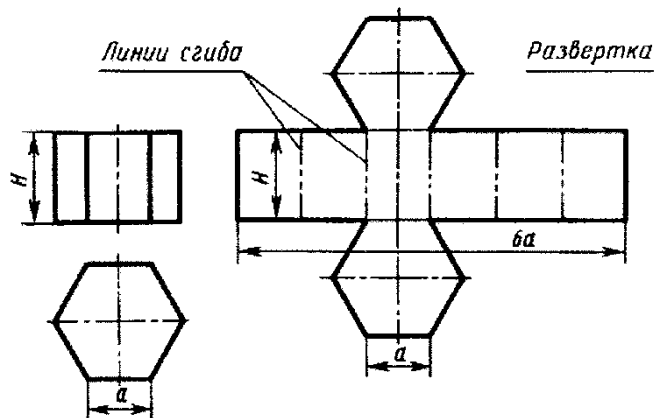


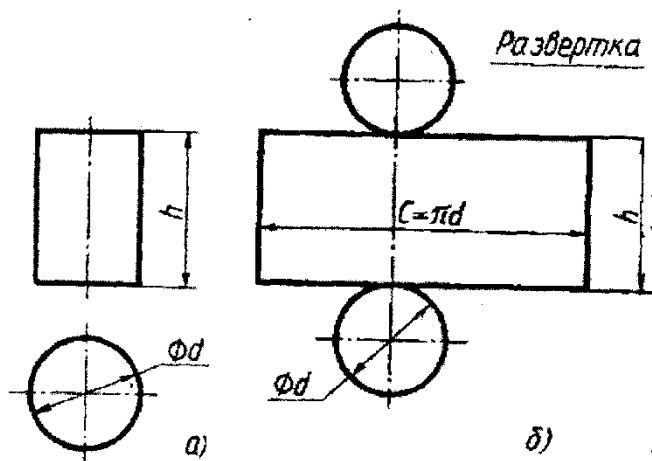
Рис. 1

Таким образом, можно построить чертеж развертки поверхности любой призмы.

Аналогично строится развертка поверхности цилиндра.

Развертка поверхности цилиндра состоит из прямоугольника и двух кругов.

Одна сторона прямоугольника равна высоте цилиндра, другая – длине окружности основания. На чертеже развертки к прямоугольнику пристраивают два круга, диаметр которых равен диаметру оснований цилиндра.



Развертка поверхности правильной пирамиды представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней – равнобедренных или равносторонних треугольников и правильного многоугольника – основания.

Например, развертку поверхности правильной четырехугольной пирамиды строят так:

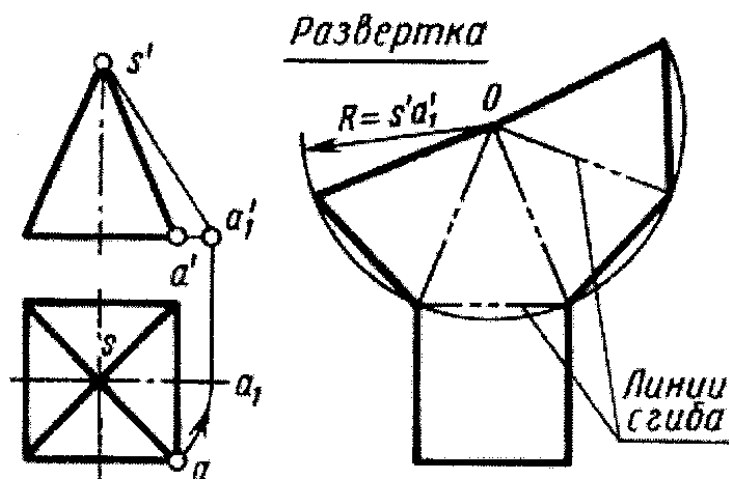


Рис. 3

Из произвольной точки O описывают дугу радиуса R , равного длине бокового ребра пирамиды. На этой дуге откладывают четыре отрезка, равные стороне основания. Крайние точки соединяют прямыми с точкой O . Затем пристраивают квадрат, равный основанию пирамиды.

Таким образом, можно построить чертежи развертки поверхности любой пирамиды.

Развертка поверхности прямого кругового конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из кругового сектора и круга.

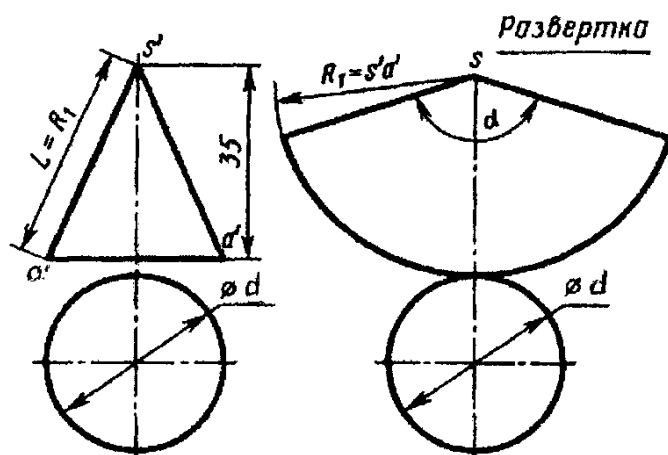


Рис. 4

Построение выполняют так:

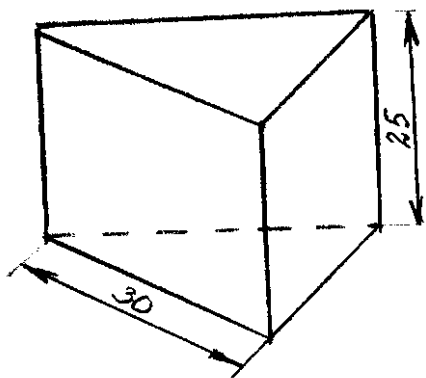
- 1) Проводят осевую линию из точки S на ней описывают радиусом, равным длине $S'a' = L$ образующей конуса, дугу окружности. На ней откладывают длину окружности основания конуса $c = \pi d$. Точку S соединяют с концевыми точками дуги.
- 2) К полученной фигуре – сектору пристраивают круг. Диаметр этого круга равен диаметру основания конуса.

- 3) Угол α подсчитывают по формуле $\alpha = \frac{\pi d}{L}$, где
 d – диаметр окружности основания конуса,
 L – образующая конуса.

Задания для самостоятельной работы.

Вариант 1.

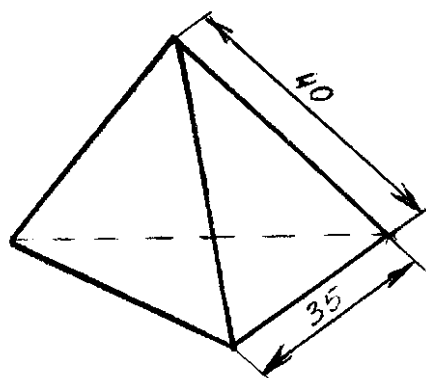
- 1) Постройте развертку правильной треугольной призмы по чертежу.



2) Дана модель пирамиды. Сделайте необходимые измерения и постройте ее развертку.

Вариант 2.

1) Постройте развертку правильной треугольной пирамиды по чертежу.



2) По данной модели призмы сделайте необходимые измерения и постройте ее развертку.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

Тема. Аксонометрические проекции.

Актуальность темы: Приобрести навыки построения аксонометрических проекций плоских фигур.

Теоретическая часть:

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При составлении технических чертежей иногда возникает необходимость наряду с изображениями предметов в системе ортогональных проекций иметь более наглядные изображения. Для таких изображений применяют метод аксонометрического проецирования (аксонометрия — греческое слово, в дословном переводе оно означает измерение по осям; аксон — ось, метрео — измеряю).

Государственный стандарт устанавливает несколько видов аксонометрических проекций. Для построения наиболее наглядных изображений применяется прямоугольная изометрическая проекция (кратко - изометрия, от греч. изо - равный, одинаковый). Положение аксонометрических осей этой проекции приведено на рисунке 1, а. Как видно из чертежа, оси проекции в изометрии располагаются под углом 120° друг к другу. При построении фигур размеры отрезков по осям x^0 y^0 z^0 откладывают без изменения, т. е. действительные.

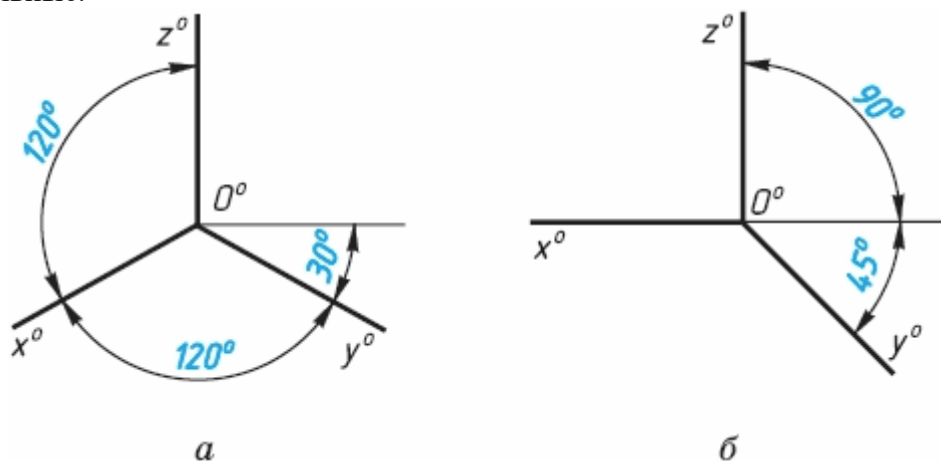


Рис. 1

В том случае, когда действительные размеры берут только по двум осям (x^0 , z^0), проекцию называют диметрической (от греч. ди - дважды).

Положение осей диметрической проекции дано на рисунке 1, б.

КЛАССИФИКАЦИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

Все множество аксонометрических проекций подразделяется на две группы:

1 Прямоугольные проекции – получены при направлении проецирования, перпендикулярном аксонометрической плоскости.

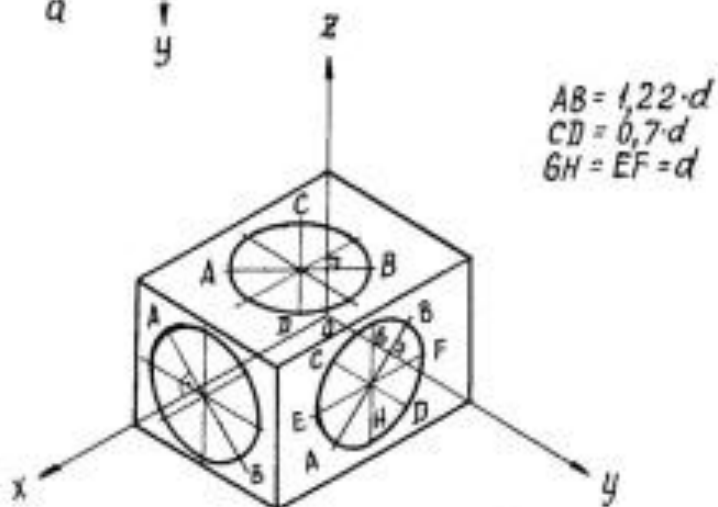
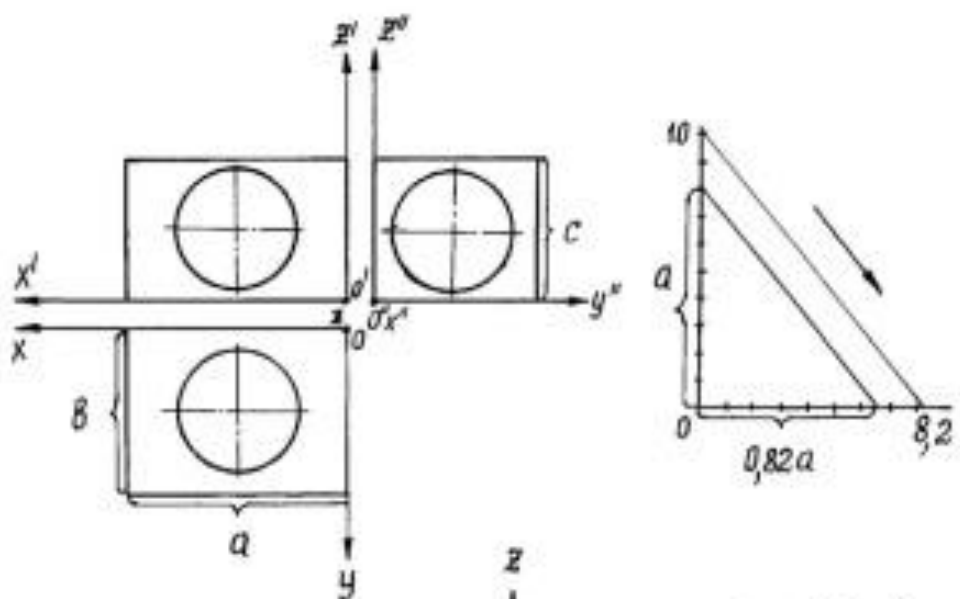
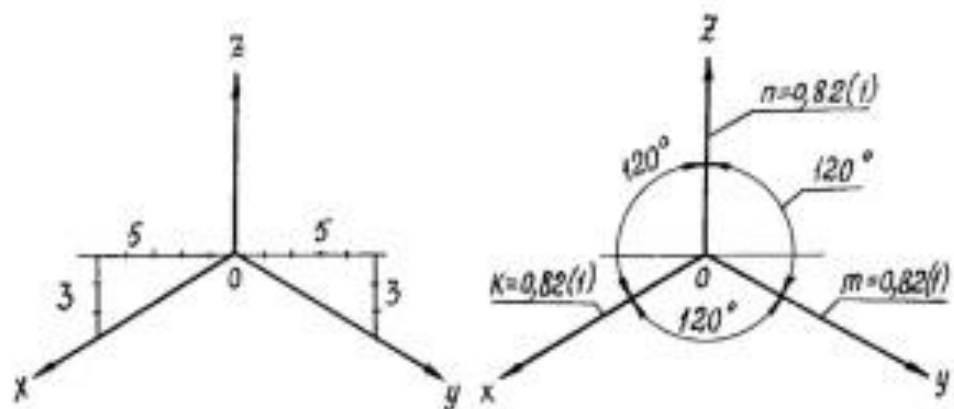
2 Косоугольные проекции – получены при направлении проецирования, выбранном под острым углом к аксонометрической плоскости.

Кроме того, каждая из указанных групп делится еще и по признаку соотношения аксонометрических масштабов или показателей (коэффициентов) искажения. По-этому признаку аксонометрические проекции можно разделить на следующие виды:

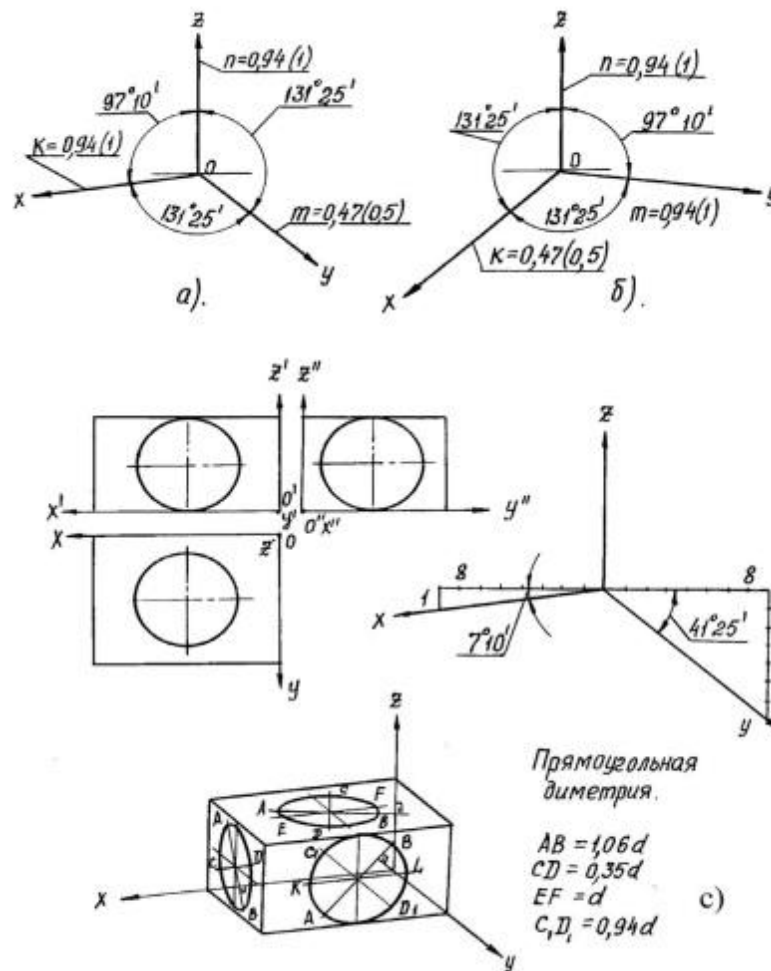
а) *Изометрические* - показатели искажения по всем трем осям одинаковы (изос — одинаковый).

б) *Диметрические* - показатели искажения по двум осям равны между собой, а третий не равен (ди — двойной).

в) *Триметрические* - показатели искажения по всем трем осям не равны между собой. Это аксонометрия (большого практического применения не имеет).



Прямоугольная изометрия



Прямоугольная диметрия

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ МНОГОУГОЛЬНИКОВ.

Построение аксонометрических проекций начинают с проведения осей. Параллельно им откладывают размеры отрезков.

Рассмотрим построение аксонометрических проекций плоских геометрических фигур, расположенных в горизонтальной плоскости. Построения даны в изометрической проекции.

Треугольник. Симметрично точке O^0 (рис. 4) по оси x^0 откладывают отрезки C^0A^0 и O^0E^0 , равные половине стороны треугольника, а по оси y^0 - его высоту O^0C^0 . Полученные точки A^0 , B^0 и C^0 соединяют отрезками прямых.

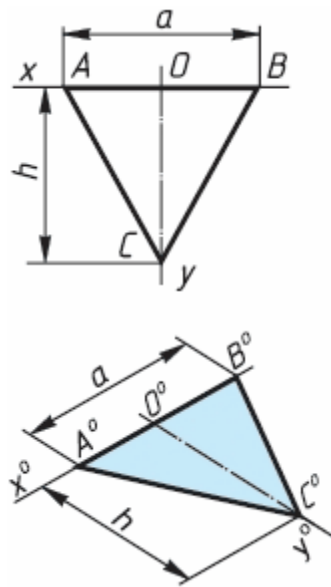


рис. 4

КВАДРАТ. По оси x^0 от точки O^0 (рис. 6) откладывают отрезок a , равный стороне квадрата, вдоль оси y^0 - также отрезок a . Затем проводят отрезки, параллельные отложенным.

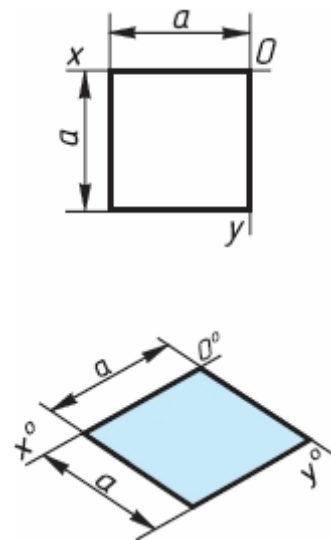


рис. 5

ШЕСТИУГОЛЬНИК. По оси x^0 вправо и влево от точки O^0 (рис. 70) откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника. По оси y^0 симметрично точке O^0 откладывают отрезки, равные половине расстояния L между противоположными сторонами шестиугольника, т. е. $L/2$

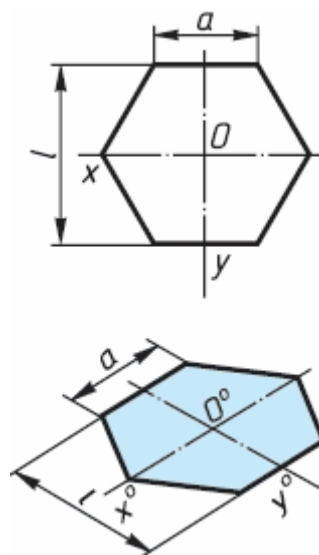


рис. 6

АКСОНОМЕТРИЯ ОКРУЖНОСТИ

В общем случае окружность в аксонометрии изображается в виде эллипса.

В прямоугольной аксонометрии большая ось этого эллипса перпендикулярна координатной оси, отсутствующей в плоскости проекций, которой параллельна плоскость окружности (рис. 7 а,б).

На этом рисунке показаны положения осей эллипсов и их размеры в прямоугольной изометрии (рис. 5 а) и в прямоугольной диметрии (рис. 7 б).

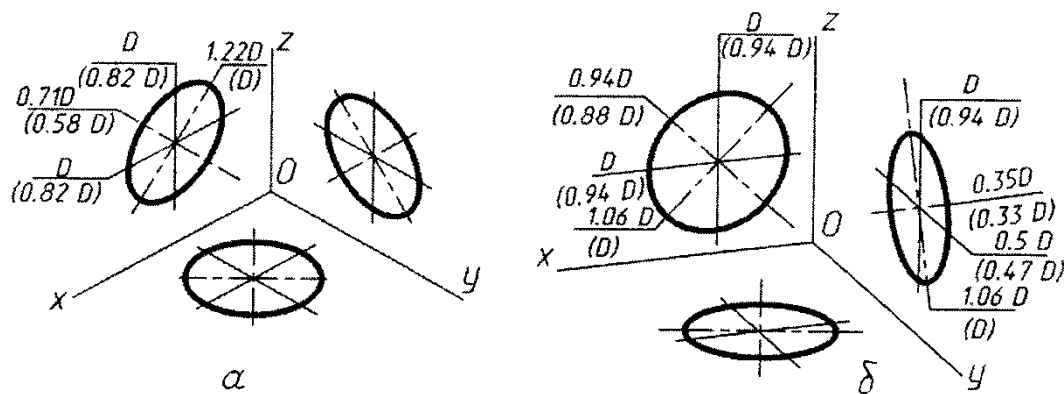


рис. 7

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Графическая работа «Аксонометрические проекции плоских фигур».

ЗАДАНИЕ: Выполните прямоугольные и изометрические проекции геометрических фигур: квадрата со стороной 50 мм; правильного треугольника вписанного в окружность Ø50 мм; правильного шестиугольника вписанного в окружность Ø50 мм и круга Ø50 мм.

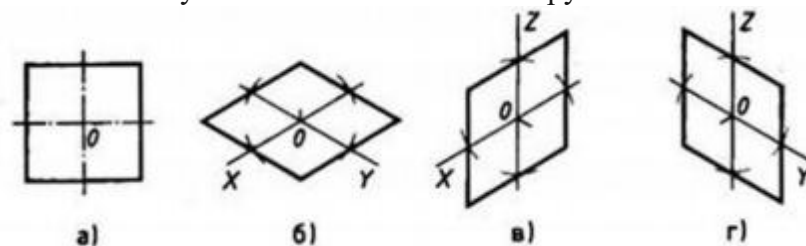


Рис.1. Прямоугольная и изометрические проекции квадрата

Для выполнения изометрической проекции любой детали необходимо знать правила построения изометрических проекций плоских и объемных геометрических фигур.

Правила построения изометрических проекций геометрических фигур. Построение любой плоской фигуры следует начинать с проведения осей изометрических проекций. При построении изометрической проекции квадрата (рис. 1) из точки O по аксонометрическим осям откладывают в обе стороны половину длины стороны квадрата. Через полученные засечки проводят прямые, параллельные осям.

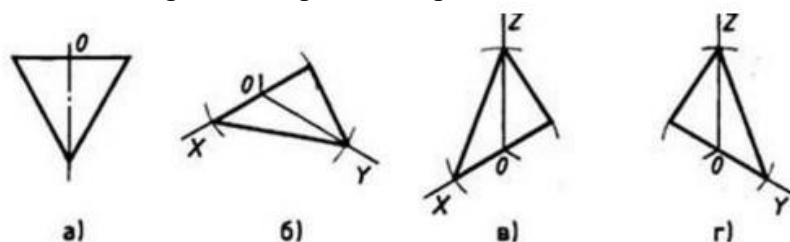


Рис.2. Прямоугольная и изометрические проекции треугольника

При построении изометрической проекции шестиугольника (рис. 3) из точки O по одной из осей откладывают (в обе стороны) радиус описанной окружности, а по другой — $H/2$. Через полученные засечки проводят прямые, параллельные одной из осей, и на них откладывают длину стороны шестиугольника. Соединяют полученные засечки отрезками прямых.

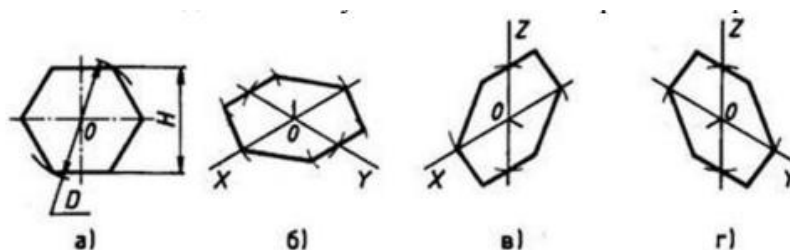


Рис.3 Прямоугольная и изометрические проекции шестиугольника

При построении изометрической проекции круга (рис. 4) из точки O по осям координат откладывают отрезки, равные его радиусу. Через полученные засечки проводят прямые, параллельные осям, получая аксонометрическую проекцию квадрата. Из вершин 1, 3 проводят дуги CD и KL радиусом $3C$. Соединяют точки 2 с 4, 3 с C и 3 с D . В пересечениях прямых получают центры a и b малых дуг, проведя которые получают овал, заменяющий аксонометрическую проекцию круга.

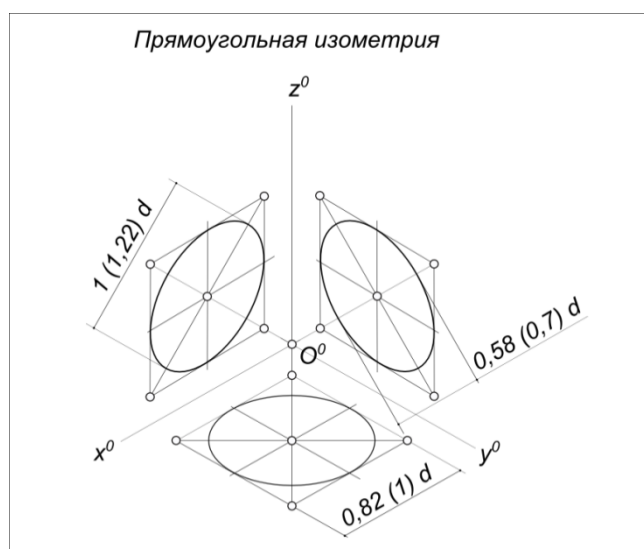


Рис.4. Прямоугольная и изометрические проекции круга

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

Тема. Линии перехода.

Актуальность темы: Умение читать чертежи; оформлять конструкторскую документацию в соответствии с технической документацией;

Задачи практической работы:

1. На формате А4 выполнить основную надпись ГОСТ2.104-68.
2. На формате А4 выполнить приведенные линии и изображения ГОСТ 2.303-68.
3. Ответить на вопросы .
4. Сделать вывод от проделанной работы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов			
Проб.	Петров			
Утв.				

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов	

Рисунок 1 Основная надпись

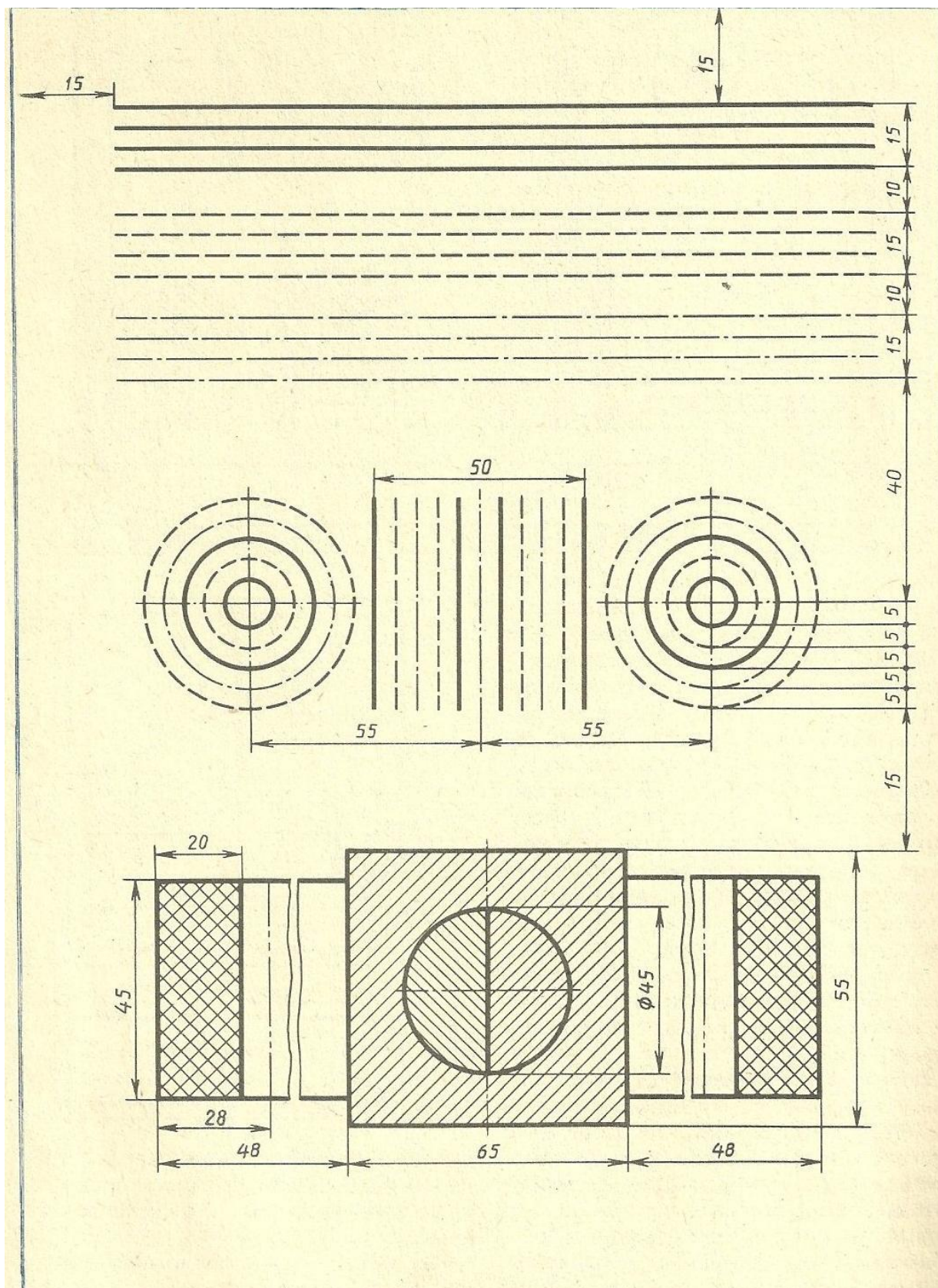


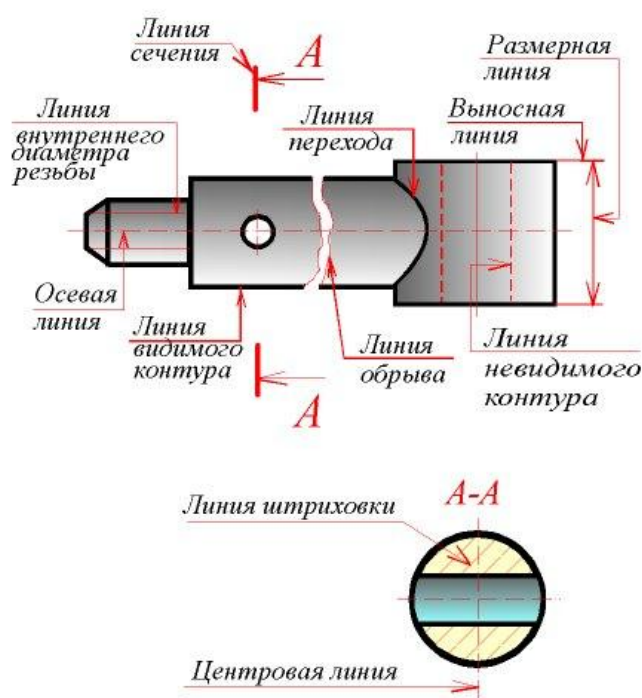
Рисунок 2 Образец готовой работы

Обеспеченность занятия:

1. Учебно-методическая литература:

- Боголюбов С.К. Индивидуальные задания по курсу черчения: Учебное пособие для средних специальных заведений. 3-е изд., стереотипное. Перепечатка со второго издания 1994г.-М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-368с.
 - В.П.Куликов, А.В.Кузин: учебник. Инженерная графика -3-е изд., испр.-М.: ФОРУМ, 2009.-368с.
2. Технические средства обучения:
 - мультимедиа-проектор;
 3. Экран.
 - 4.
 5. Практическое оборудование и инструменты:
 - Стол ученический;
 - Стул ученический;
 - Бумага для черчения ф.А4;
 - Карандаш чернографитный твердость М;
 - Карандаш чернографитный твердость Т;
 - Ластик;
 - Циркуль;
 - Точилка для карандашей механическая;
 - Линейка металлическая 30см.
 6. Рабочая папка формата А4.
 7. Практическая работа №1 в электронном или бумажном варианте.

Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме практической работы.



Линии (ГОСТ 2.303-68)		
Наименование	Начертание	Толщина линии
Сплошная толстая основная		$S=0,5 \dots 1,4$
Сплошная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Сплошная волнистая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штриховая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная утолщенная		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$
Разомкнутая		от S до $1,5S$
Сплошная тонкая с изломами		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$

Рисунок 3 Линии чертежа

Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе:

1. Для каких изображений применяется сплошная толстая основная линия?
2. Для каких изображений применяется сплошная тонкая линия?

3. Для каких изображений применяется сплошная волнистая линия?
4. Для каких изображений применяется штриховая линия?
5. Для каких изображений применяется штрихпунктирная тонкая линия?
6. Для каких изображений применяется разомкнутая линия?
7. Для каких изображений применяется сплошная тонкая с изломами линия?
8. Для каких изображений применяется штрихпунктирная линия с двумя точками?

Инструкция по выполнению практической работы

1. На формате А4 вычертить основную надпись ГОСТ 2.104-68.
2. Выполнить приведенные линии и изображения ГОСТ 2.303-68.
3. Заполнить основные надписи шрифтом ГОСТ 2.304-81 «шрифты чертежные» тип А.
4. Ответить на вопросы теста.
5. Сделать вывод от проделанной работы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

Тема: Основные надписи

Актуальность темы: актуальность посвящена оформлению основных надписей на чертеже.

Теоретическая часть:

На чертежах помещают основную надпись, содержащую сведения об изображенном изделии. Основная надпись размещается вплотную к рамке чертежа в правом нижнем ее углу.

Допускается как вертикальное, так и горизонтальное расположение форматов, за исключением формата А4, который всегда располагают вертикально.

Длина основной надписи 185 мм, высота ее для чертежей и схем 55 мм, а для последующих листов 15 мм.

На рисунке 1 показаны размеры и пример заполнения основной надписи для производственных чертежей.



Рисунок 1 Основная надпись чертежа

При заполнении основной надписи в графе 1 указывают наименование изделия. Запись ведется в именительном падеже единственного числа. Если название состоит из двух слов и более, то первое слово должно быть именем существительным, например: "Колесо зубчатое".

В графе 2 указывают обозначение чертежа. Это же обозначение, повернутое на 180°, помещают в левом верхнем углу чертежа (при вертикальном расположении формата – в правом верхнем углу), что облегчает отыскание чертежей, не подшитых в альбом, а хранящихся россыпью.

В графе 3 проставляют обозначение материала (заполняется на чертежах деталей).

В графе 4 проставляют литеру чертежа. Чертежам для единичного производства присваивают литеру И, установочной серии – А, серийного или массового производства – Б, документы технического предложения имеют литеру П, эскизного проекта – Э, технического проекта – Т.

В графе 5 проставляют массу изделия.

В графе 6 проставляют масштаб в котором выполнен чертеж.

В графе 7 записывают порядковый номер листа. Если документ состоит из одного листа, то графу 7 не заполняют.

В графе 8 проставляют общее количество листов чертежей. Эту графу заполняют только на первом листе.

В графе 9 проставляют наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего чертеж.

Графы 14–18 являются таблицей изменений. Изменения (исправления) на чертеже разрешается вносить лишь предприятию – держателю подлинника чертежа в соответствии с установленными ГОСТ 2.503–74 правилами. При этом в графе 14 проставляют литеру изменения (буквы а, б, в и т.д.), которая повторяется около внесенного на поле чертежа изменения. Заполняются также графы 15–18.

Вопросы и задания

1. Объясните, для чего на чертеже выполняют основную надпись.
2. Какие сведения указывают в основной надписи?
3. Где помещают основную надпись на чертеже?
4. На каком из форматов основную надпись чертежа нельзя располагать вдоль длинной стороны? Чему равны размеры этого формата?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11

Тема: Выполнение титульного листа «Альбом чертежей»

Актуальность темы: актуальность посвящена изучению типов линий, высоте и ширине букв.

Теоретическая часть:

Шрифтовая композиция титульного листа выполняется на формате А3 (297х420) согласно рисунку 2. Рекомендуемые номера шрифтов 5, 7, 10, 20. см. табл. 5.

Размеры, нанесенные на примере титульного листа в методическом пособии, при выполнении данной работы не указываются.

Согласно ГОСТ 2.304 –81 устанавливается два типа шрифтов: тип А и тип В.

Таблица1 Параметры шрифтов

Для построения сетки	Тип А (с наклоном и без наклона)	Тип В (с наклоном и без наклона)
Высота разбивается на	14 частей	10 частей
Вертикальные линии проводятся на расстоянии	1/14h	1/10h

Таблица2 Ширина букв шрифта тип А (с наклоном и без наклона)

Буквы и цифры		Ширина
1. Прописные буквы:	<i>Г, Е, З, С</i>	6/14h
	<i>А, Д, Х, Ы, Ю</i>	8/14h
	<i>Ж, М, Ш, Щ</i>	9/14h
	<i>Ф</i>	11/14h
	<i>Остальные буквы</i>	7/14h
2. Строчные буквы:	<i>а, с,</i>	5/14h
	<i>м, ы, ю</i>	7/14h
	<i>т, ф, ш, щ,</i>	9/14h
	<i>Остальные буквы</i>	6/14h
3. Цифры:	<i>1</i>	3/14h
	<i>3, 5</i>	6/14h
	<i>Остальные цифры</i>	7/14h

Таблица 3 Ширина букв шрифта Тип В (с наклоном и без наклона)

Буквы и цифры		Ширина
1 Прописные буквы:	Г, Е, З, С А, Д, М, К, Х, Ы, Ю Ж, Ш, Щ, Ф Остальные буквы	5/10h 7/10h 8/10h 6/10h
2. Строчные буквы:	з, с, м, ы, ю ж, ф, ш, щ, Остальные буквы	4/10h 7/10h 8/10h 5/10h
3. Цифры:	1 4 Остальные цифры	3/10h 4/10h 5/10h

Таблица 4 Начертание букв и цифр

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
а б в г д е ж з и к л м н о п р с т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Таблица 5 Параметры шрифта типа А и типа В

Шрифт типа А (d=h/14)										
Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм						
Размер шрифта – Высота прописных букв	h	(14/14)h	14d	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0
Высота строчных букв	c	(10/14)h	10h	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0
Расстояние между буквами	A	(2/14)h	2d	0.3	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	(22/14)h	22d	4.0	5.5	8.0	11.0	16.0	22.0	31.0
Минимальное расстояние между словами	e	(6/14)h	6d	1.1	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.4
Толщина линии шрифта	d	(1/14)h	d	0.17	0.25	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4
Шрифт типа В (d=h/10)										
Размер шрифта – Высота прописных букв	h	(10/10)h	10d	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0
Высота строчных букв	c	(7/10)h	7h	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0
Расстояние между буквами	A	(2/10)h	2d	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	(17/10)h	17d	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0
Минимальное расстояние между словами	e	(6/10)h	6d	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.4	12.8
Толщина линии шрифта	d	(1/10)h	d	0.25	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0



Рисунок 2 Пример выполнения титульного листа

Вопросы и задания

1. Чему равна толщина основной линии?
2. Какое основное назначение сплошной толстой основной линии?
3. Какое основное назначение тонкой сплошной линии?
4. Какое основное назначение сплошной волнистой линии?
5. Какое основное назначение штриховой линии?
6. Какое основное назначение штрихпунктирной тонкой линии?
7. Какое основное назначение штрихпунктирной утолщенной линии?
8. Какое основное назначение разомкнутой линии?
9. Какое основное назначение сплошной тонкой линии с изломами?
10. Какое основное назначение штрихпунктирной тонкой линии с двумя точками?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

Тема: Построение трех видов детали

Актуальность темы: актуальность посвящена выполнению чертежа детали с использованием трех основных видов по заданному аксонометрическому изображению. Нанесению размеров.

Теоретическая часть:

Формат А3 расположить горизонтально. Выполнить рамку и основную надпись. Вычертить на листе осевые и центровые линии.

По заданному аксонометрическому изображению детали (таблица 6) выполнить изображения видов в масштабе 1:1.

Выбрать положение детали для построения вида спереди (главного вида) (см. пример выполнения задания – Рисунок 3).

Вычертить линии внешнего контура детали на изображениях видов.

Нанести линии невидимого контура.

Нанести выносные, размерные линии и размерные числа в соответствии с ГОСТ 2.307-68.

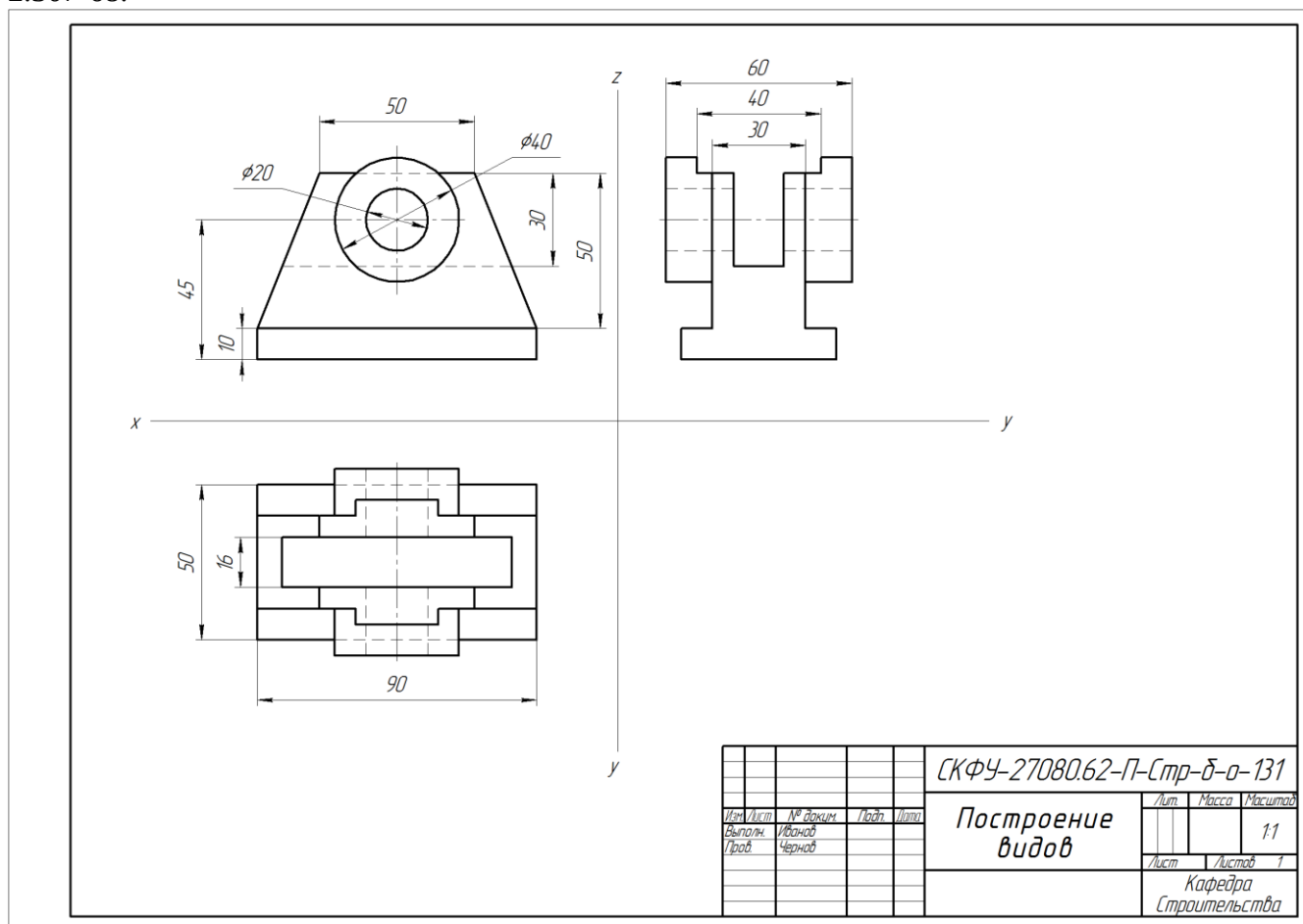
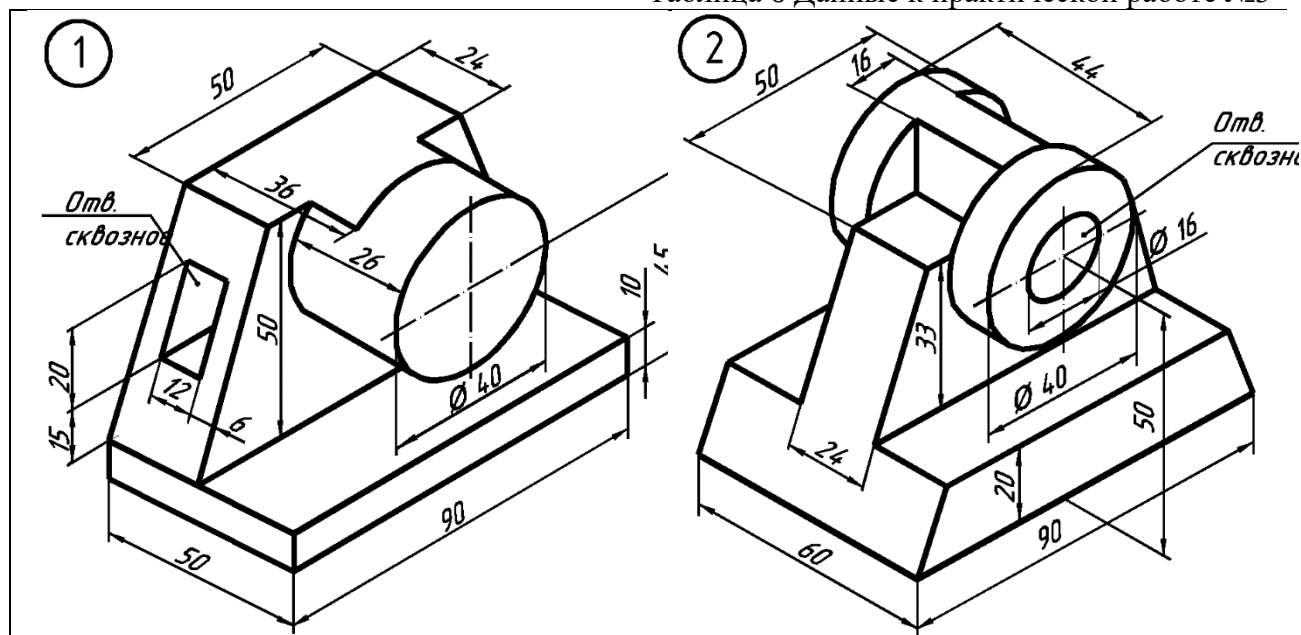
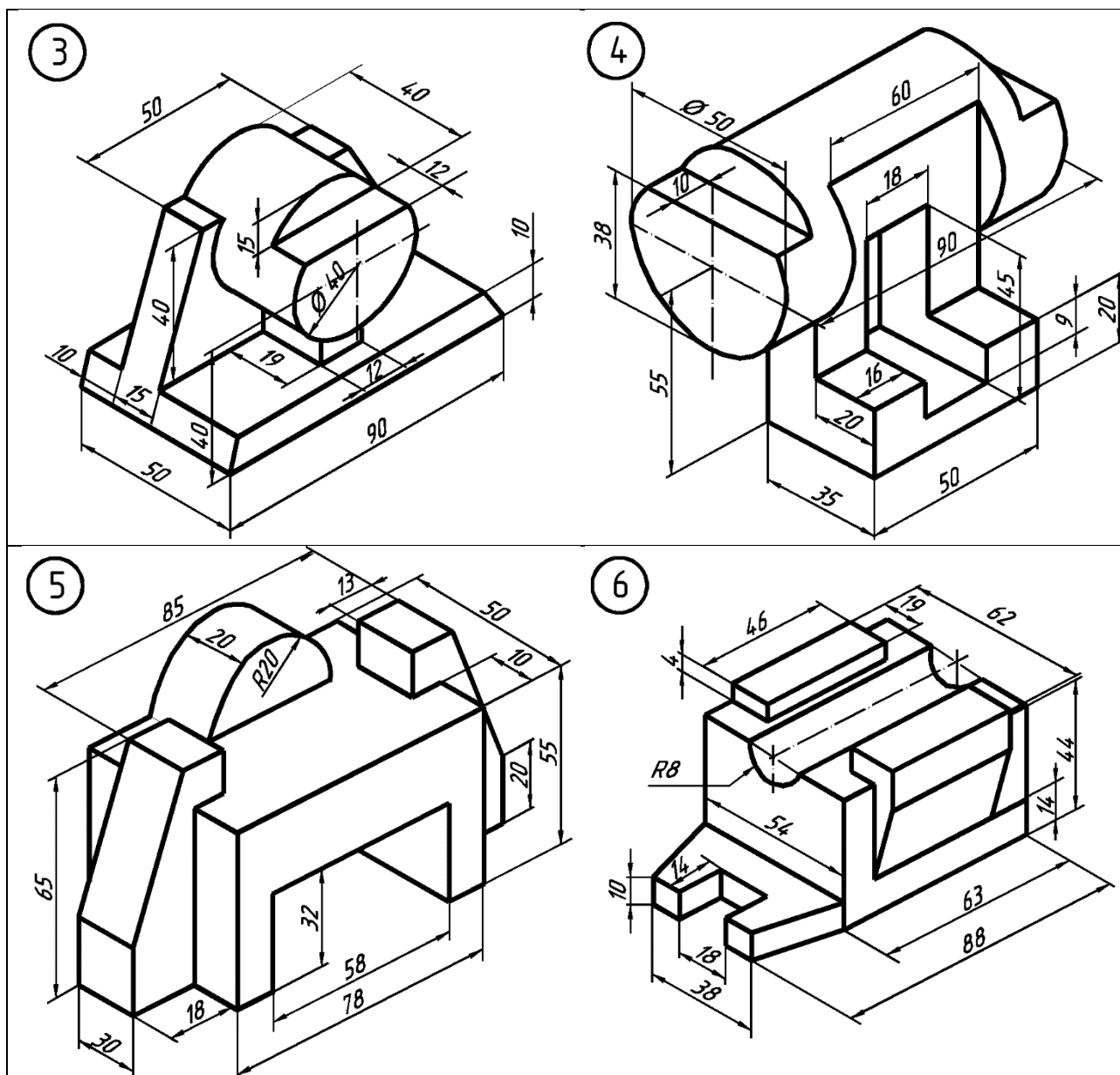


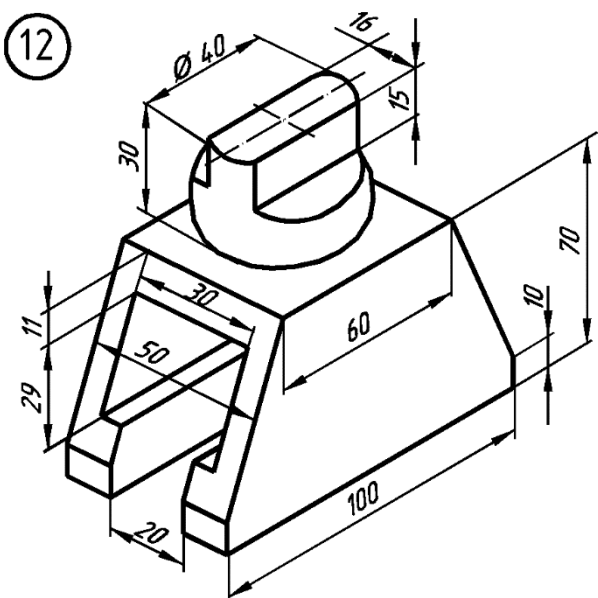
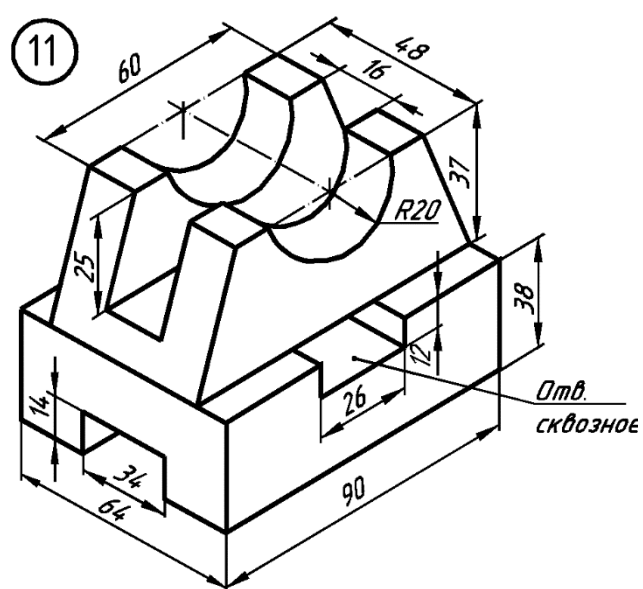
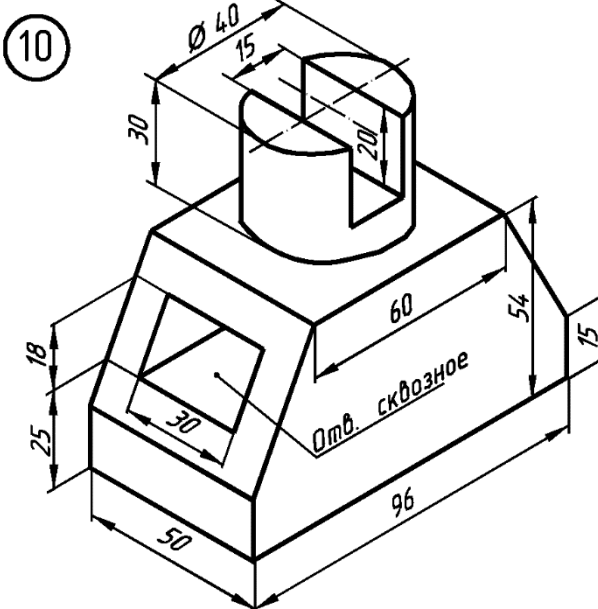
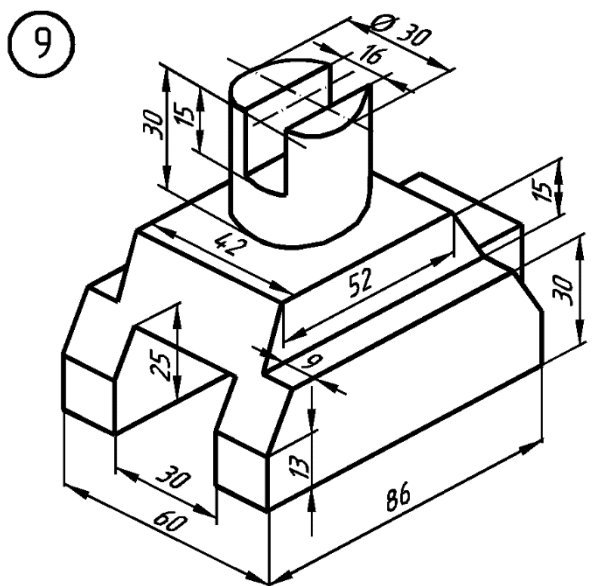
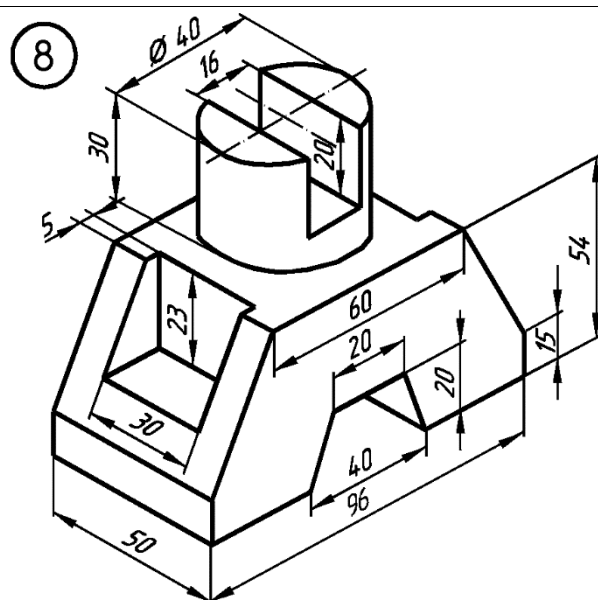
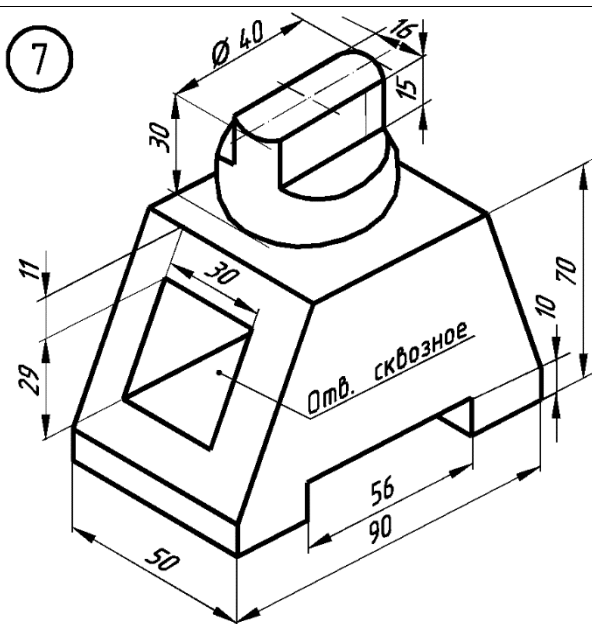
Рисунок 3 Пример выполнения практической работы № 3

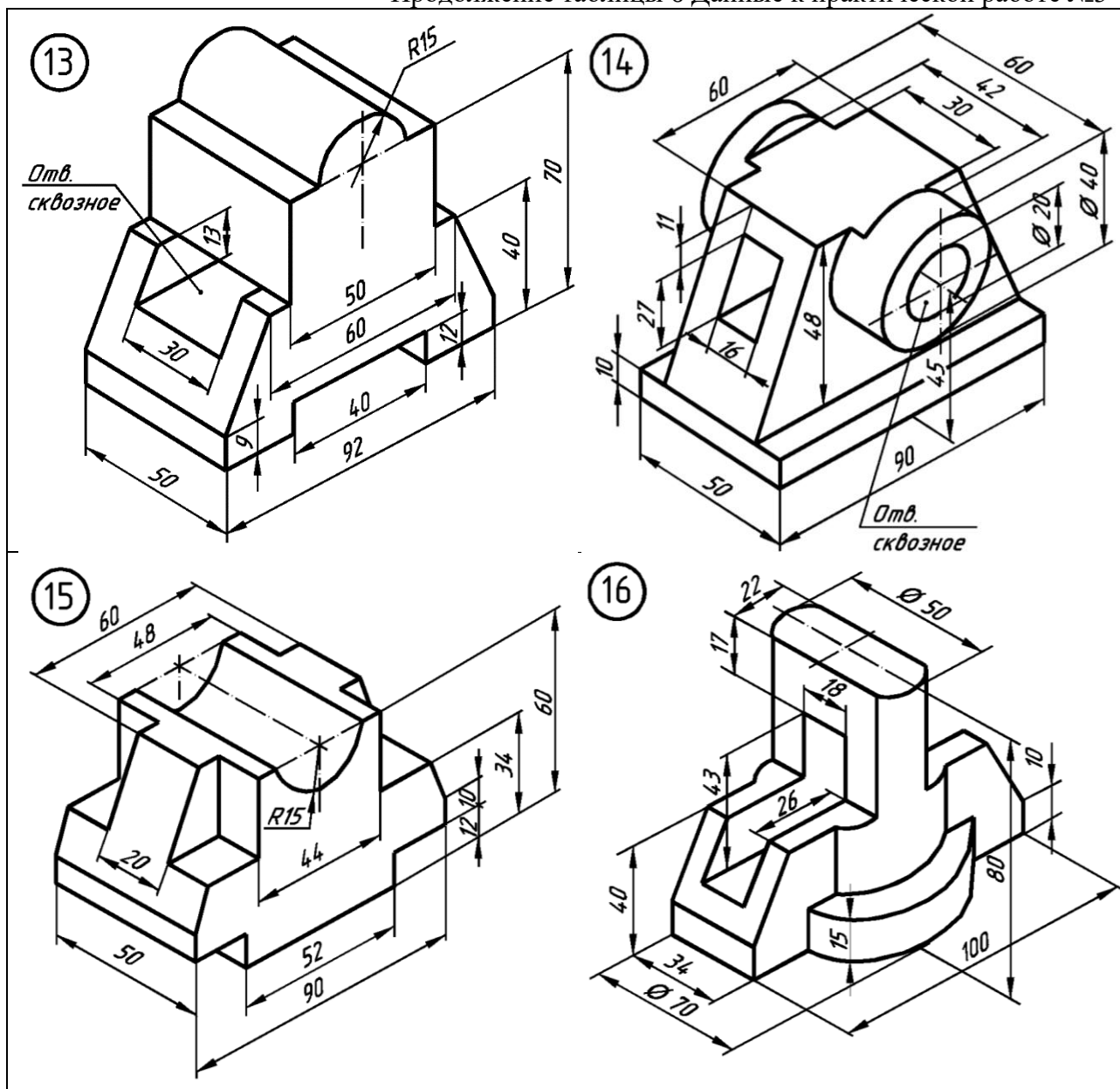
Таблица 6 Данные к практической работе №3

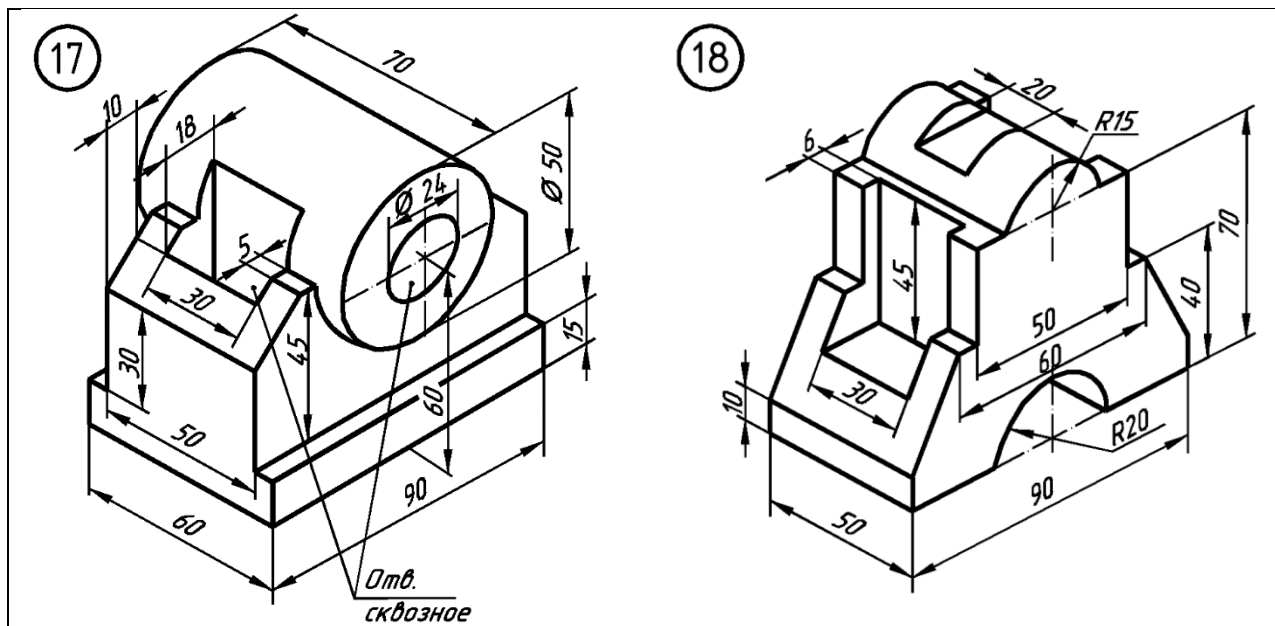




Продолжение таблицы 6 Данные к практической работе №3







Вопросы и задания

1. Что такое комплексный чертёж?
- 2. Укажите основные виды проецирования геометрических форм на плоскость.
- 3. Определение и свойства центрального проецирования.
- 4. Может ли проекция прямой линии представлять собой точку?
- 5. Как расшифровывается слово "ортогональный"?
- 6. Что называется линией связи?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13

Тема: Нахождение линии пересечения плоскостей общего положения

Актуальность темы: актуальность посвящена построению линии пересечения треугольников ABC и EDK.

Теоретическая часть:

Данные для своего варианта взять из таблица 7. Пример выполнения листа приведен на рис. 4. В левой половине листа формата A3 (297x420) намечаются оси координат и из табл. 7 согласно своему варианту берутся координаты точек А, В, С, D, Е, К вершин треугольника. Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников строится по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим или по точкам пересечения каждой из сторон одного треугольника с другим порознь. Такую линию можно построить, используя и вспомогательные секущие плоскости.

Видимость сторон треугольников определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяют сплошными основными линиями, невидимые следует показать штриховыми линиями.

Таблица № 7 Данные к практической работе № 4

№ вар.	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	X _D	Y _D	Z _D	X _E	Y _E	Z _E	X _K	Y _K	Z _K
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	79	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	68	6	111	15	86	78

Вопросы и задания

1. Что такое плоскость?
Задание плоскости на чертеже.

2. Классификация
плоскостей по расположению
относительно плоскостей
проекций.

3. Что называется
плоскостью уровня, дайте
определение, изобразите
графически.

4. Взаимные
расположение двух прямых.

5. Дайте определение и
изобразите графически главные
линии плоскости.

6. Принадлежность точки
и прямой плоскости.

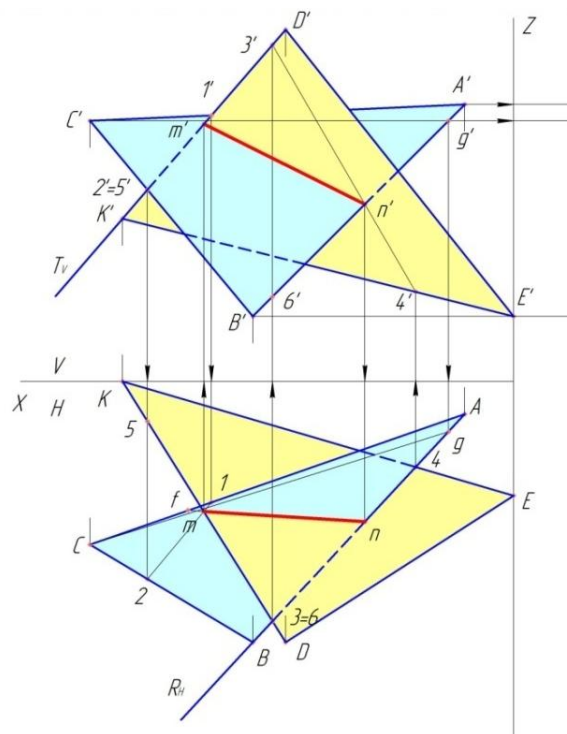


Рисунок 4 Пример выполнение
практической работы №4

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.

**Тема: Нахождение натуральной величины плоскости методом поворота
плоскости**

Актуальность темы: актуальность посвящена определению натуральной
величины треугольника ABC.

Теоретическая часть:

Определение натуральной величины треугольника ABC.

Плоскопараллельным перемещением треугольник ABC приводится в положение проецирующей плоскости и далее вращением вокруг прямой треугольник приводится в положение, когда он будет параллелен плоскости проекций.

Выполнив все построения в карандаше, чертеж обводят мягким карандашом. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий. Видимые части треугольников в проекциях можно покрыть очень бледными тонами красок или цветных карандашей.

Данные для своего варианта взять из таблица 7. Пример выполнения листа приведен на рис. 5. В левой половине листа формата А3 (297x420) намечаются оси координат и из табл. 7 согласно своему варианту берутся координаты точек A, B, C, D, E, K вершин треугольника.

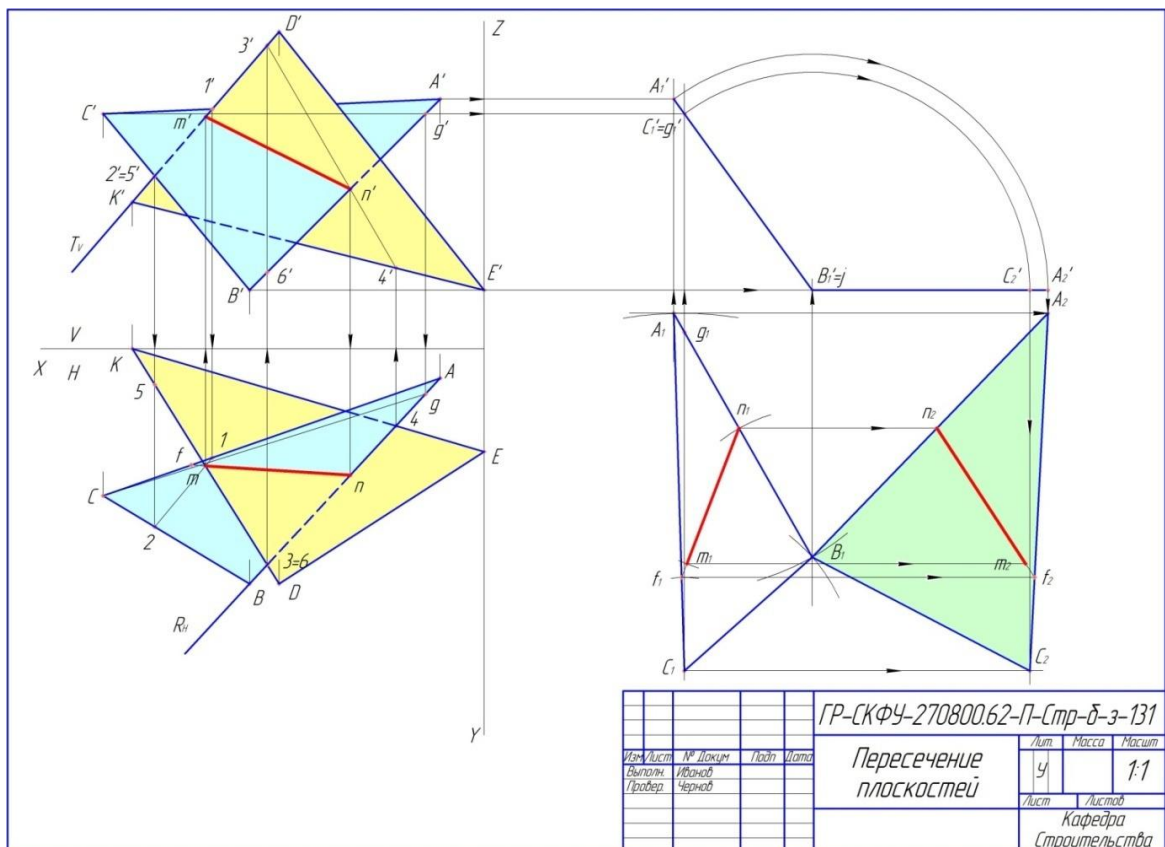


Рисунок 5 Пример выполнение практической работы №5.

Вопросы и задания

1. Параллельность прямой и плоскости.
2. Параллельность двух плоскостей.
3. Пересечение прямой и плоскости.
4. Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15

Тема: Построение циркульных кривых (эллипсов в изометрии)

Актуальность темы: актуальность посвящена построению прямоугольной изометрической проекции окружности.

Теоретическая часть:

Если построить изометрическую проекцию куба, в грани которого вписаны окружности диаметра D (рис.6), то квадратные грани куба будут изображаться в виде ромбов, а окружности в виде эллипсов (рисунок 6). Надо запомнить, что малая ось $C'D'$ каждого эллипса всегда должна быть перпендикулярна большой оси $A'B'$.

Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости H , то большая ось $A'B'$ должна быть горизонтальной, а малая ось $C'O'$ - вертикальной.

Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости V , то большая ось эллипса должна быть проведена под углом 90° к оси y .

При расположении окружности в плоскости, параллельной плоскости W , большая ось эллипса располагается а) под углом 90° к оси x' .

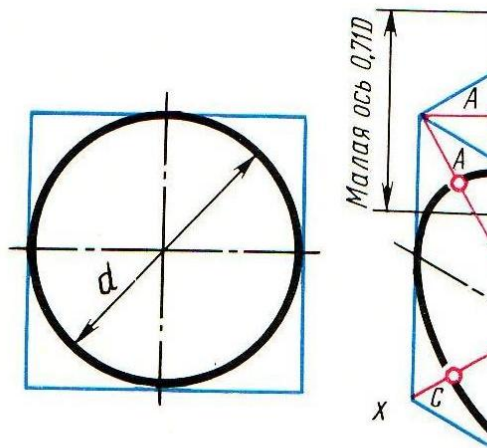


Рисунок 6 Окружность в изометрии.

Заметим, что большие оси всех трех эллипсов направлены по большим диагоналям ромбов.

При построении изометрической проекции окружности без сокращения по осям x' , y' и z' длина большой оси эллипса берется равной 1,22 диаметра D изображаемой окружности, а длина малой оси эллипса - $0,71D$ (рисунок 7).

В учебных чертежах вместо эллипсов рекомендуется применять овалы, очерченные дугами окружностей. Для построения овала в плоскости, параллельной H , проводят вертикальную горизонтальную оси овала (рис.7).

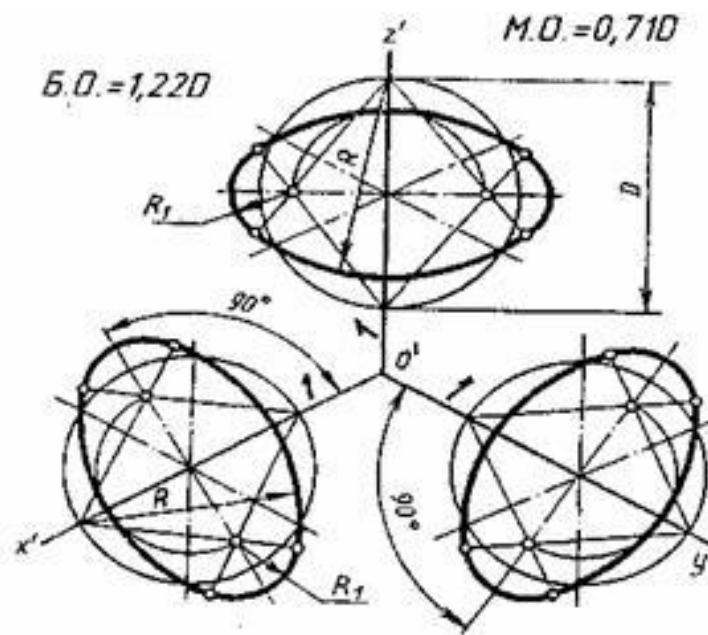


Рисунок 7 Окружность в изометрии.

Из точки пересечения осей O проводят вспомогательную окружность диаметром D , равным действительной величине диаметра изображаемой окружности, и находят точки n пересечения этой окружности с аксонометрическими осями x и y .

Из точек m пересечения вспомогательной окружности с осью z , как из центров радиусом $R = pm$, проводят две дуги p_3Dn_4 и p_1Cn_2 окружности, принадлежащие овалу. Из центра O радиусом OC , равным половине малой оси овала, засекают на большой оси овала AB точки O_1 и O_2 . Из этих точек радиусом $r = O_1I = O_1J = O_2K = O_2L$ проводят две дуги. Точки 1, 2, 3 и 4 сопряжений дуг радиусов R и r находят, соединяя точки m с точками O_1 и O_2 и продолжая до пересечения с дугами p_1Cn_2 и p_3Dn_4 . Также строят овалы, расположенные в плоскостях, параллельных плоскостям V и W .

Таблица № 8 Данные к практической работе № 6

№ варианта	D, мм	Масштаб	№ варианта	D, мм	Масштаб
1	50	1:1	10	100	1:2
2	55	1:1	11	105	1:2
3	60	1:1	12	110	1:2
4	65	1:1	13	115	1:2
5	70	1:1	14	120	1:2
6	75	1:1	15	125	1:2
7	80	1:1	16	130	1:2
8	85	1:1	17	135	1:2
9	90	1:1	18	140	1:2

Указания к выполнению практической работы № 6. Лист формата А3 (297х420 мм) разделяют на 2 части форматом А4 (210х297 мм). В левой части листа намечаются оси координат и согласно своему варианту из табл. №8 берут размер D и строят изометрическую проекцию куба на гранях которого вписывают окружности в виде эллипсов. В правой части листа строят диметрию куба с аналогичным построением эллипсов.

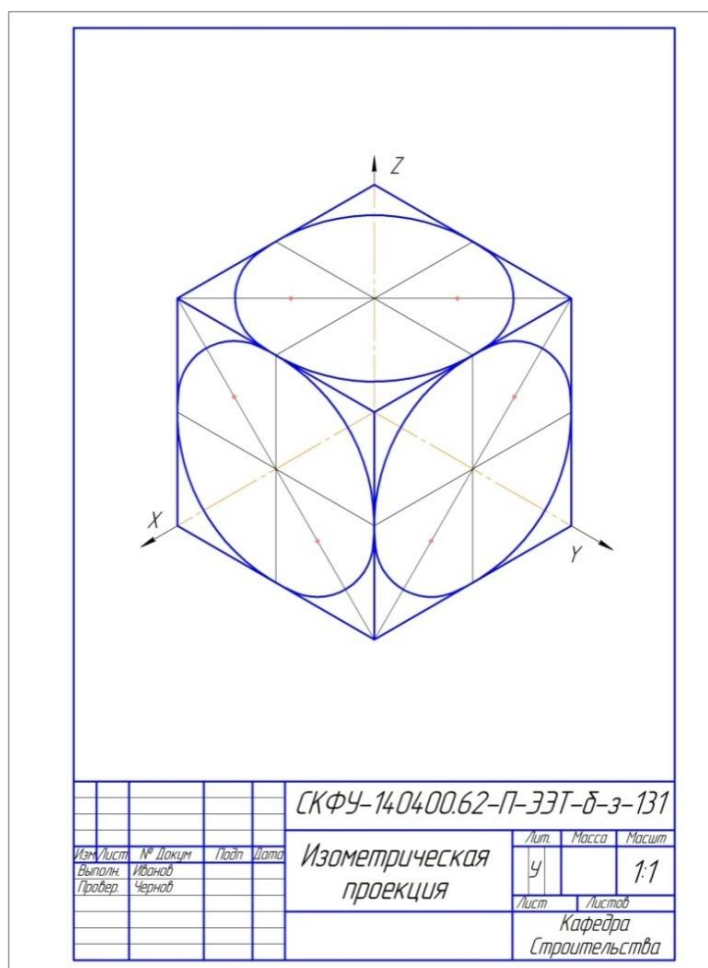


Рисунок 8 Пример выполнения практической работы № 6.

Вопросы и задания

1. Дайте определение кривой линии.
2. Классификация кривых.
3. Какие кривые относятся к плоским и какие к пространственным?
4. Какие кривые относятся к закономерным и какие к не закономерным?
5. Какие вы знаете плоские кривые линии?
6. Построение эллипса по большой оси АВ и двум фокусам F_1 и F_2 .

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №16.

Тема: Построение циркульных кривых (эллипсов в диметрии)

Цель: Построить прямоугольную диметрическую проекцию окружности.

Знать: методологию владения основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской до.

Уметь: находить решение практических задач в области владения основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкц

Владеть: основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для

выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и детали.

Формируемые компетенции или их части:

Индекс	Формулировка:
ОПК-2	Способен вести обработку, анализ и представление информации в профессиональной деятельности с использованием информационных и компьютерных технологий

Актуальность темы: актуальность посвящена построению прямоугольной диметрической проекции окружности.

Теоретическая часть:

В прямоугольной диметрии ось z - вертикальная; ось x расположена под углом $7^\circ 10'$, а ось y - под углом $41^\circ 25'$ к горизонтальной прямой.

Все отрезки прямых линий предмета, которые были параллельны осям x , y и z на комплексном чертеже, останутся параллельными соответствующим осям и в диметрической проекции. Длины отрезков прямых, отложенных в направлении осей x и z , сокращаются до 0,94 действительной длины, а в направлении оси y - до 0,47 действительной длины.

Диметрическую проекцию отрезков прямых, как правило, выполняют без искажения длины по осям x и z с сокращением наполовину по оси y .

Положение плоскости фигуры по отношению к осям диметрии может быть различным. На рис.6 показано, как изменяется изображение фигуры в диметрии в зависимости от того, на какой из плоскостей проекций расположена фигура. Это изменение вызывается тем обстоятельством, что при построении вершин многоугольника их координаты по оси uv диметрии сокращаются вдвое против действительной длины. Например, высота h фигуры, расположенной в плоскости H , и длина l фигуры, расположенной в плоскости W , уменьшаются в 2 раза.

Если ребра призмы параллельны оси x или z , то размер высоты не меняется, но искажается форма основания. При расположении ребер параллельно оси y высота призмы сокращается вдвое.

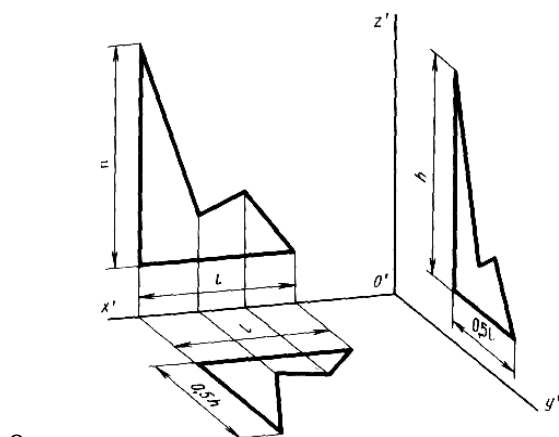


Рисунок 9
Фигура в диметрии

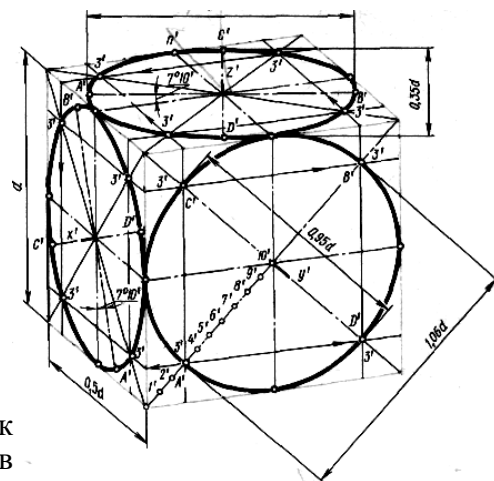


Рисунок 10
Окружность в диметрии

Окружности в прямоугольной диметрической проекции изображаются в виде эллипсов. Большая ось эллипса $A'B'$ во всех случаях равна $1,06d$, где d - диаметр окружности. Малые оси CD' эллипсов, расположенных на параллелограммах куба, равны $0,35d$, а на ромбе - $0,95d$. (рисунок 10)

Для построения диметрической проекции окружности (Эллипса), расположенной в плоскости, параллельной осям x и z , надо разделить половину большой диагонали ромба на 10 равных частей. Эллипс должен пройти через точку $3'$.

Проводя через эту точку две прямые, параллельные осям x и z , на пересечении этих прямых с малой диагональю ромба получим еще две точки $3'$, принадлежащие эллипсу. Далее, проводя по направлению стрелок прямые, параллельные осям до пересечения с диагоналями параллелограммов, получаем точки $3'$ на остальных гранях куба.

Кроме точек $3'$ имеются еще четыре точки, через которые проходит эллипс. Эти точки расположены на серединах сторон параллелограммов (например, точка n'). Найденные точки эллипсов соединяют кривой по лекалу.

Построение эллипсов в диметрии иногда заменяется более простым построением овалов.

На рисунке 11 приведены примеры построения диметрических проекций, где эллипсы заменены овалами, построенными упрощенным способом.

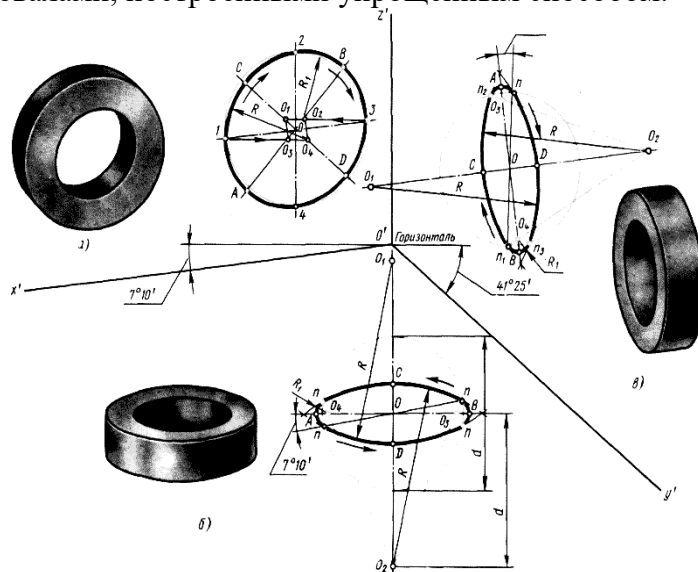


Рисунок 11 Окружность в диметрии.

Разберем пример построения диметрической проекции окружности, расположенной параллельно плоскости V (рисунок 11, а).

Через точку O проводим оси, параллельные осям x и z . Из центра O радиусом, равным радиусу данной окружности, проводим вспомогательную окружность, которая пересекается с осями в точках 1, 2, 3, 4.

Разберем упрощенное построение диметрической проекции окружности, лежащей в плоскости V (рисунок 11).

Через намеченную точку O проводим прямые, параллельные осям x и z , а также большую ось овала AB перпендикулярно малой оси CO . Из центра O радиусом, равным радиусу данной окружности, проводим вспомогательную окружность и получаем точки n и n' . На прямой, параллельной оси x , вправо и влево от центра O откладываем отрезки, равные диаметру вспомогательной окружности, и получаем точки O_1 и O_2 . Приняв эти точки за центры, проводим (по направлению стрелок) радиусом $R = O_1n = O_2n_1$ дуги овалов. Соединяя точку O_2 прямыми с концами дуги n_1O_2 на линии большой оси AB овала, получим точки O_3 и O_4 . Приняв их за центры, проводим радиусом R_1 замыкающие овал дуги.

Указания к выполнению практической работы № 7.

Лист формата А3 (297x420 мм) разделяют на 2 части форматом А4 (210x297 мм). В

левой части листа намечаются оси координат и согласно своему варианту из табл. № 9 берут размер D и строят изометрическую проекцию куба на гранях которого вписывают окружности в виде эллипсов. В правой части листа строят диметрию куба с аналогичным построением эллипсов.

Таблица № 9 Данные к практической работе № 7

№ варианта	D, мм	Масштаб	№ варианта	D, мм	Масштаб
1	50	1:1	10	100	1:2
2	55	1:1	11	105	1:2
3	60	1:1	12	110	1:2
4	65	1:1	13	115	1:2
5	70	1:1	14	120	1:2
6	75	1:1	15	125	1:2
7	80	1:1	16	130	1:2
8	85	1:1	17	135	1:2
9	90	1:1	18	140	1:2

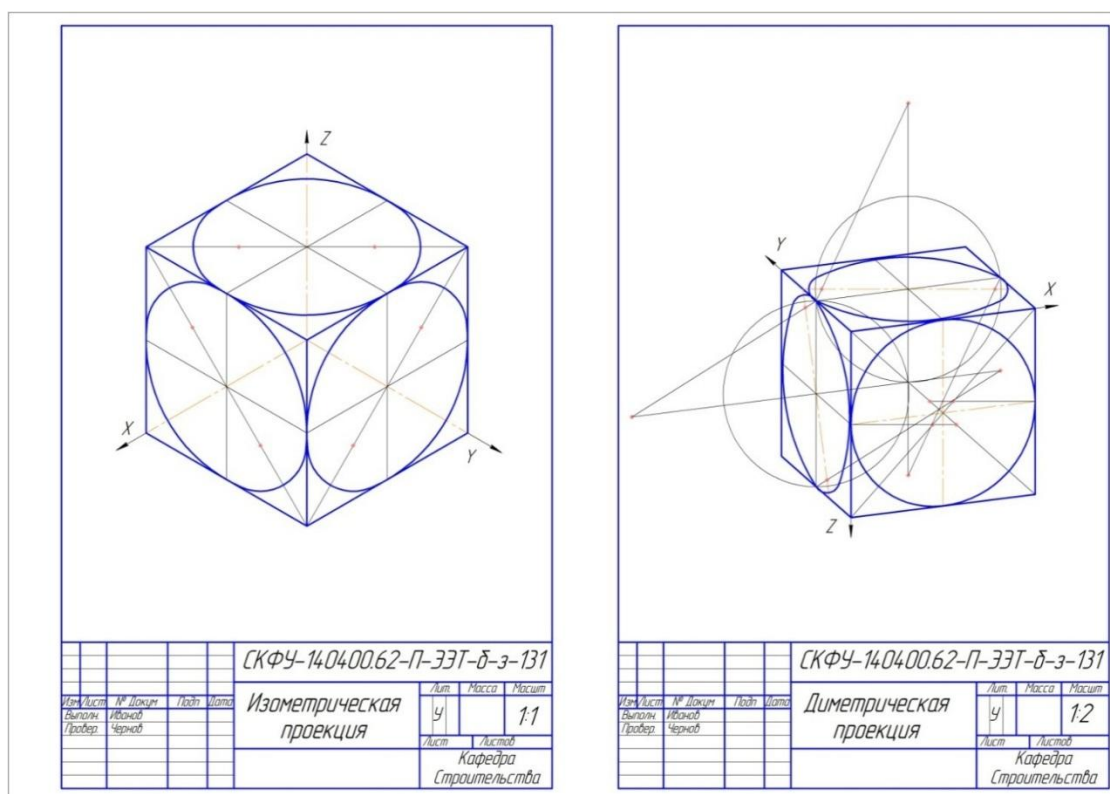


Рисунок 12 Пример выполнения практической работы № 7.

Вопросы и задания

7. Дайте определение кривой линии.
8. Классификация кривых.
9. Какие кривые относятся к плоским и какие к пространственным?
10. Какие кривые относятся к закономерным и какие к не закономерным?
11. Какие вы знаете плоские кривые линии?
12. Построение эллипса по большой оси АВ и двум фокусам F_1 и F_2 .

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17.

Тема: Построения пересечения призмы или пирамиды плоскостью частного положения

Актуальность темы: актуальность посвящена построению линии пересечения пирамиды (призмы) плоскостью частного положения (проецирующей).

Теоретическая часть:

- Общий прием построения проекций сечения многогранников сводится к нахождению проекций точек пересечения ребер многогранника с данной плоскостью. Можно также находить линии пересечения поверхности граней многогранника с секущей плоскостью.

- В общем случае, задачу на нахождение линии пересечения поверхности многогранника плоскостью можно свести к задаче нахождения точки пересечения прямой с поверхностью либо пересечения двух плоскостей.

- Если секущая плоскость является плоскостью общего положения или проецирующей, то фигура сечения не проецируется ни на одну из плоскостей проекции в натуральную величину. В этом случае используют способ преобразования проекции. При пересечении призмы или пирамиды плоскостью проецирующей задача сводится к нахождению точек пересечения проецирующей плоскости с ребрами многогранника.

Данные для своего листа взять из таблицы 10 и рисунка 13, задание и рисунок выбрать по номеру варианта.

В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и согласно варианту вычерчиваются три проекции пирамиды (призмы), показывается секущая плоскость. Строятся проекции сечения.

Оси координат, очертания поверхности на эюре и секущую плоскость следует обвести. Проекцию и развертку усеченной части поверхности покрыть бледным тоном цветной акварели или цветного карандаша.

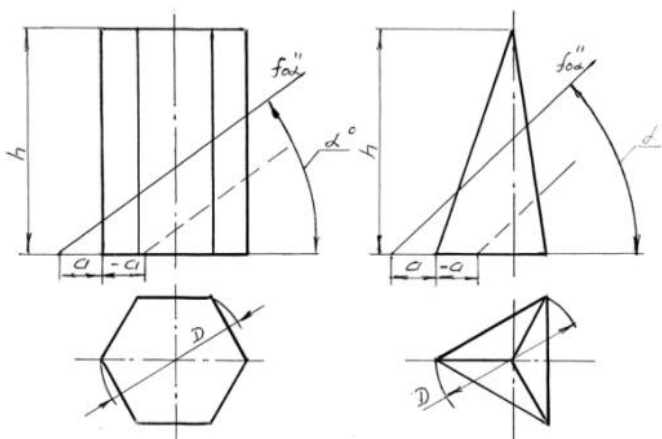


Рисунок 13 Данные к практической работе № 8.

Таблица № 10 Данные к практической работе № 8

№	Поверхность	Горизонт-я проекция основания	D, мм	h, мм	a, мм	$\alpha, ^\circ$
1	Пирамида		60	75	10	30

№	Поверхность	Горизонт-я проекция основания	D, мм	h, мм	a, мм	$\alpha, ^\circ$
2	Призма		70	75	0	60
3	Призма		60	60	0	60
4	Призма		60	75	10	30
5	Пирамида		60	75	10	60
6	Призма		70	75	0	45
7	Призма		60	70	0	60
8	Призма		56	70	0	60
9	Пирамида		70	90	15	30
10	Призма		60	75	5	35
11	Пирамида		55	75	0	60
12	Призма		60	70	-5	50
13	Призма		60	70	10	40
14	Пирамида		60	70	0	25
15	Призма		50	80	10	40
16	Пирамида		60	90	10	40
17	Пирамида		45	80	0	50
18	Пирамида		65	80	15	40

Вопросы и задания

1. Классификация многогранников.
2. Построение проекции многогранника.
3. Сечение многогранника плоскостью.
4. Сечение призмы плоскостью.
5. Сечение пирамиды плоскостью.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №18.

Тема: Построение натуральной величины сечения усеченной призмы или пирамиды

Актуальность темы: актуальность посвящена нахождению натуральной величины сечения пирамиды (призмы).

Теоретическая часть:

Определение вида сечения какой-либо фигуры, то есть натуральной величины этого сечения, часто подразумевается при формулировке задач на построение наклонного сечения. Наклонное сечение правильнее называть фронтально-проецирующей секущей плоскостью. И для построения его натуральной величины достаточно выполнить несколько действий.

1. С помощью линейки и карандаша начертите фигуру в 3х проекциях – вид спереди, вид сверху и вид сбоку. На главной проекции на виде спереди покажите путь, по которому проходит фронтально-проецирующая секущая плоскость, для чего начертите наклонную прямую.

2. На наклонной прямой отметьте главные точки: точки вхождения сечения и выхода сечения. Если фигурой является прямоугольник, то точек вхождения и выхода будет по одной. Если фигурой является призма, то количество точек удваивается. Две точки определяют вхождение в фигуру и выход. Две другие определяют точки на боках призмы.

3. На произвольном расстоянии проведите прямую, параллельную фронтально-проецирующей секущей плоскости. Затем из точек, расположенных на оси главного вида, проведите вспомогательные линии перпендикулярно наклонной прямой, пока они не пересекутся с параллельной осью. Тем самым вы получите проекции полученных точек фигуры в новой координатной системе.

4. Чтобы определить ширину фигуры, опустите прямые из точек главного вида на фигуру вида сверху. Обозначьте соответствующими индексами проекции точек при каждом пересечении прямой и фигуры. Например, если точка А принадлежит главному виду фигуры, то точки А' и А'' принадлежат проецирующим плоскостям.

5. Отложите в новой координатной системе расстояние, которое образуется между вертикальными проекциями основных точек. Фигура, которая получается в результате построения, и является натуральной величиной наклонного сечения.

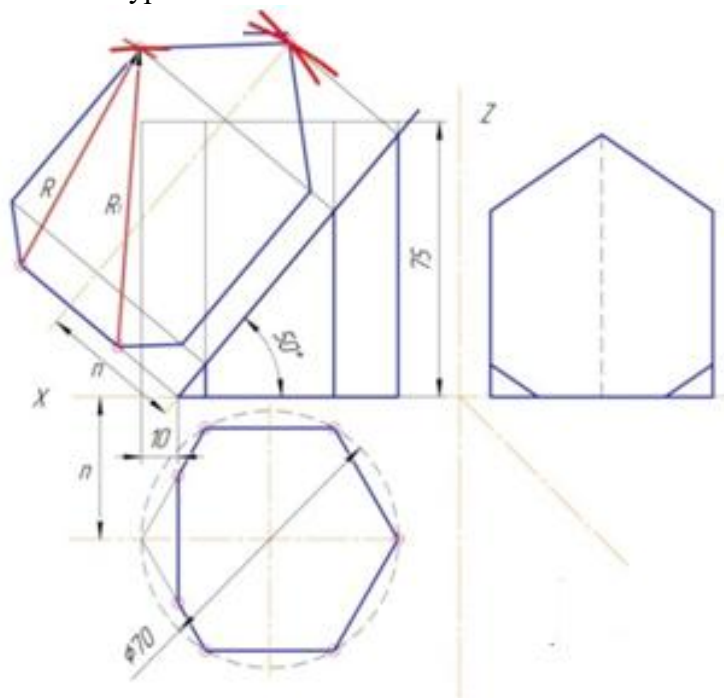


Рисунок 14 Пример выполнения практического занятия № 9

Вопросы и задания

1. Сечение призмы плоскостью.
2. Нахождение натуральной величины фигуры сечения методом замены плоскостей.
3. Нахождение натуральной величины фигуры сечения методом поворота плоскости.
4. Сечение пирамиды плоскостью.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №19.

Тема: Построение развертки усеченной призмы или пирамиды

Актуальность темы: актуальность посвящена построению развертки пирамиды (призмы).

Теоретическая часть:

Развертка – плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с плоскостью (без наложения граней или иных элементов поверхности друг на друга). Развертку можно рассматривать как гибкую, нерастяжимую пленку. Некоторые из представленных таким образом поверхностей можно путем изгибания совместить с плоскостью. При этом, если отсек поверхности может быть совмещен с плоскостью без разрывов и склеивания, то такую поверхность называют развертывающейся, а полученную плоскую фигуру – ее разверткой.

Основные свойства развертки

- 1 Длины двух соответствующих линий поверхности и ее развертки равны между собой;
- 2 Угол между линиями на поверхности равен углу между соответствующими им линиями на развертке;
- 3 Прямой на поверхности соответствует также прямая на развертке;
- 4 Параллельным прямым на поверхности соответствуют также параллельные прямые на развертке;
- 5 Если линии, принадлежащей поверхности и соединяющей две точки поверхности, соответствует прямая на развертке, то эта линия является геодезической.

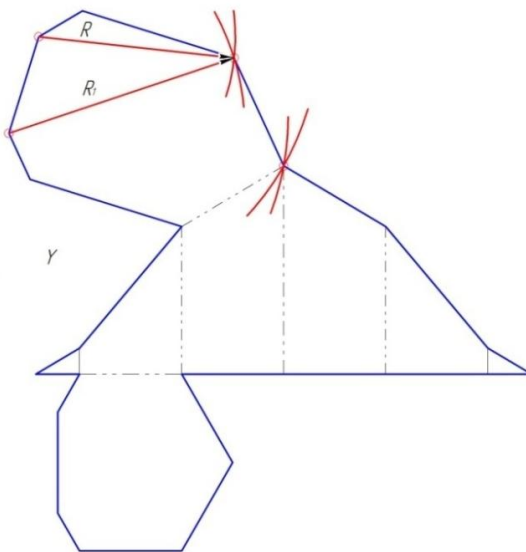


Рисунок 15 Пример выполнения практического занятия № 10

Вопросы и задания

1. Что такое развертка?

2. Построение развертки поверхности усеченной пирамиды.
3. Построение развертки многогранника.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19.

Тема: Построение аксонометрической проекции усеченной призмы или пирамиды

Актуальность темы: актуальность посвящена построению аксонометрической проекции усеченной призмы или пирамиды.

Теоретическая часть:

Аксонометрия - это раздел черчения, в котором рассматривается способ получения наглядных изображений предмета на плоскости.

Аксонометрические проекции представляют собой наглядное и достаточно точное изображение предметов.

Существует несколько типов аксонометрических проекций. Если проецирующие прямые перпендикулярны аксонометрической плоскости проекции, то такая проекция называется прямоугольной аксонометрической проекцией.

К прямоугольным относятся изометрическая и диметрическая проекции.

Если проецирующие прямые направлены не под углом 90° к аксонометрической плоскости проекций, то получают косоугольную аксонометрическую проекцию.

К косоугольным относится фронтальная диметрическая проекция.

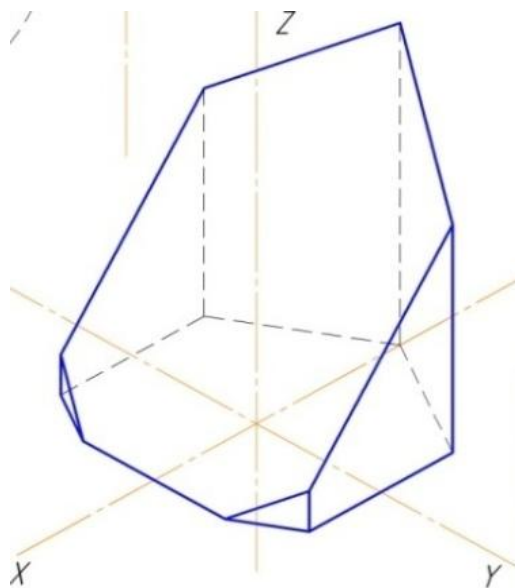


Рисунок 16 Пример выполнения практического занятия № 11

Вопросы и задания

- 1. Сущность аксонометрических проекций и их виды.
- 2. Прямоугольная аксонометрия.
- 3. Косоугольная аксонометрия.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 20.

Тема: Построение пересечения тел вращения плоскостью частного положения.

Актуальность темы: актуальность посвящена построению пересечения конуса (цилиндра) плоскостью частного положения (проецирующей).

Теоретическая часть:

Плоская фигура, получаемая при рассечении какого-либо геометрического тела плоскостью, называется сечением. Также сечением будем называть и линию, которая получается при пересечении поверхности с плоскостью.

Эта линия является плоской так, как принадлежит секущей плоскости. При рассечении плоскостью гранной поверхности (например, призмы или пирамиды) в сечении получается ломаная линия. При пересечении плоскостью поверхности вращения (например, цилиндра или конуса) в сечении получается кривая линия.

Чтобы построить кривую пересечения на чертеже, нужно найти проекции её отдельных точек и затем соединить их плавной линией (по лекалу или от руки) с учетом видимости.

Построение линии пересечения следует начинать с так называемых

1. опорных точек. К опорным относятся экстремальные точки и точки изменения видимости.

- Экстремальные точки – это точки, имеющие самую большую и самую маленькую координату относительно какой-либо плоскости проекций (т.е. - это самая верхняя – самая нижняя; самая правая – самая левая; самая ближняя – самая дальняя точки сечения).

Точки изменения видимости – это точки, в которых кривая пересечения меняет видимость на противоположную. Они лежат на границах видимости заданной поверхности, то есть на её очерках.

- Все остальные точки линии пересечения называются промежуточными (произвольными, случайными).

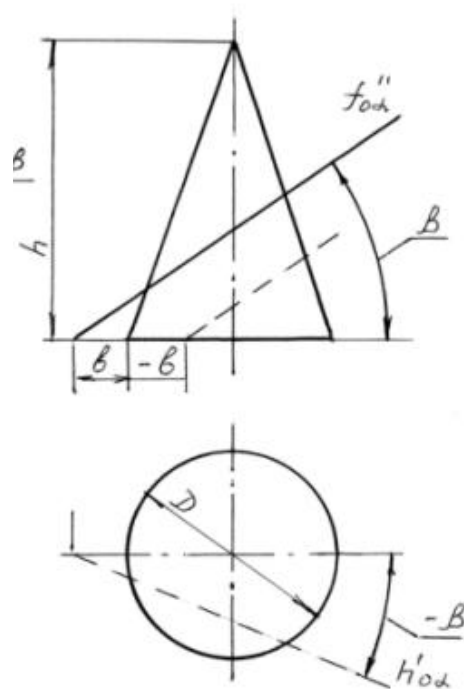


Рисунок 17 Данные к практической

- Оказывается, что даже в одной работе 12 задаче, опорные точки находят каждую своим собственным приемом построения. Все промежуточные точки находят с помощью одного и того же приема, который является основным для решения рассматриваемой задачи.

В общем случае (поверхность и плоскость занимают общее положение относительно плоскостей проекций) линию пересечения поверхности с плоскостью строят способом вспомогательных секущих плоскостей (в данном пособии не рассматривается).

Решение задачи на построение линии пересечения поверхности с плоскостью значительно упрощается, если секущая плоскость занимает частное положение относительно плоскостей проекций.

Данные для своего листа взять из таблицы 11 и рисунка 17, задание и рисунок выбрать по номеру варианта.

В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и согласно варианту вычерчиваются три проекции конуса (цилиндра), показывается секущая плоскость. Строятся сечения.

Таблица № 11 Данные к практической работе № 12

№	Поверхность	D, мм	h, мм	b, мм	$\beta, ^\circ$	№	Поверхность	D, мм	h, мм	b, мм	$\beta, ^\circ$
1	Цилиндр	60	75	0	60	10	Конус	60	75	0	-40
2	Конус	70	75	0	-30	11	Цилиндр	55	75	15	40
3	Конус	60	60	-30	30	12	Конус	60	70	-30	15
4	Конус	60	75	0	45	13	Конус	60	70	-12	45
5	Цилиндр	60	75	0	60	14	Цилиндр	60	70	-20	75
6	Конус	70	75	10	30	15	Конус	50	80	-25	70
7	Конус	60	70	-20	50	16	Цилиндр	60	90	0	70
8	Конус	56	70	-10	65	17	Цилиндр	45	80	0	50
9	Цилиндр	70	90	0	60	18	Цилиндр	65	80	-10	55

Вопросы и задания

- 1. В чем заключается общий случай нахождения точек пересечения прямой с поверхностью вращения?
- 2. Частные случаи построения точек пересечения прямой с поверхностью вращения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 21.

Тема: Построение натуральной величины сечения

Актуальность темы: актуальность посвящена построению натуральной величины сечения конуса (цилиндра) плоскостью частного положения.

Теоретическая часть:

Определение вида сечения какой-либо фигуры, то есть натуральной величины этого сечения, часто подразумевается при формулировке задач на построение наклонного сечения. Наклонное сечение правильнее называть фронтально-проецирующей секущей плоскостью. И для построения его натуральной величины достаточно выполнить несколько действий.

1. С помощью линейки и карандаша начертите фигуру в 3х проекциях – вид спереди, вид сверху и вид сбоку. На главной проекции на виде спереди покажите путь, по которому проходит фронтально-проецирующая секущая плоскость, для чего начертите наклонную прямую.

2. На произвольном расстоянии проведите прямую, параллельную фронтально-проецирующей секущей плоскости. Затем из точек, расположенных на оси главного вида, проведите вспомогательные линии перпендикулярно наклонной прямой, пока они не пересекутся с параллельной осью. Тем самым вы получите проекции полученных точек фигуры в новой координатной системе.

3. Чтобы определить ширину фигуры, опустите прямые из точек главного вида на фигуру вида сверху. Обозначьте соответствующими индексами проекции точек при каждом пересечении прямой и фигуры. Например, если точка А принадлежит главному виду фигуры, то точки А' и А'' принадлежат проецирующим плоскостям.

4. Отложите в новой координатной системе расстояние, которое образуется между вертикальными проекциями основных точек. Фигура, которая получается в результате построения, и является натуральной величиной наклонного сечения.

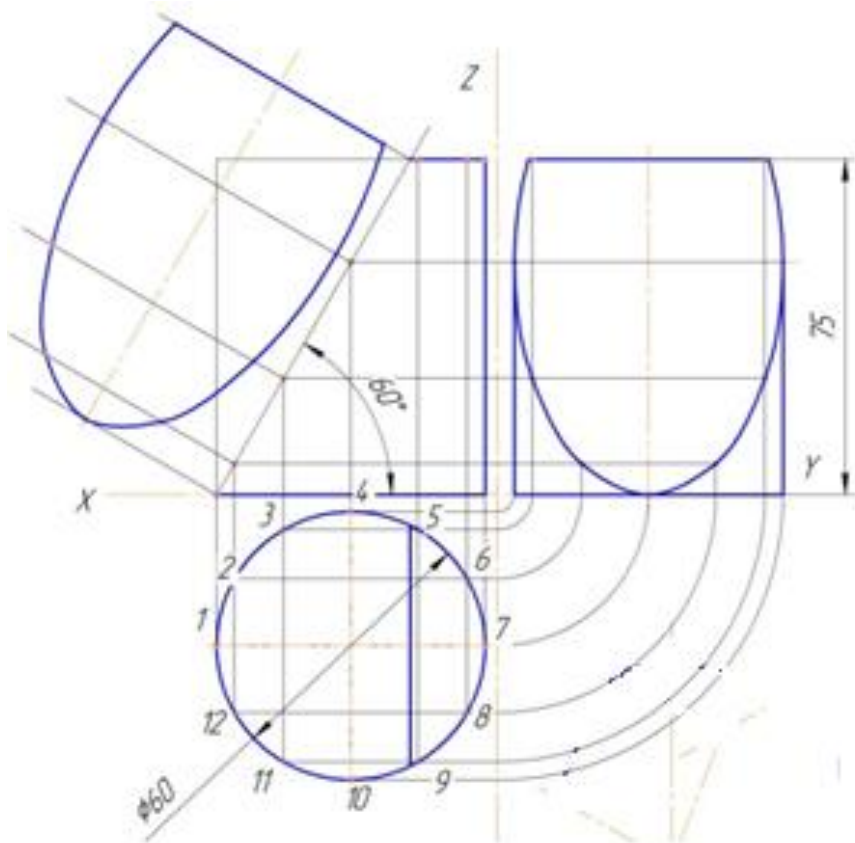


Рисунок 18 Пример выполнения практической работы № 13.

Вопросы и задания

1. Какие кривые можно получить в сечении прямого конуса различными плоскостями?

2. В чем сущность способа плоскопараллельного перемещения?
3. В чем сущность способа замены плоскостей проекций?
4. Определение конуса. Назовите основные элементы конуса.
5. Дайте определение цилиндра. Назовите основные элементы цилиндра.
6. В чем заключается общий случай нахождения точек пересечения прямой с поверхностью вращения?
7. Частные случаи построения точек пересечения прямой с поверхностью вращения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 22.

Тема: Построение развертки усеченных тел вращения.

Актуальность темы: актуальность посвящена построению развертки конуса (цилиндра).

Теоретическая часть:

Развертка усеченного конуса

Построить развертку конуса можно 2 способами:

- Разделить основание конуса на 12 частей (вписываем правильный многогранник – пирамиду). Можете разделить основание конуса и на большее или меньшее количество частей, т.к. чем меньше хорда, тем точнее построение развертки конуса. Затем на дугу кругового сектора перенести хорды.

- Построение развертки конуса, по формуле определяющей угол кругового сектора.

Алгоритм построения развертки конуса.

- Делим основание конуса на 12 равных частей (вписываем правильную пирамиду).

- Строим боковую поверхность конуса, которая представляет собой круговой сектор. Радиус кругового сектора конуса равен длине образующей конуса, а длина дуги сектора равна длине окружности основания конуса. На дугу сектора переносим 12 хорд, которые определяют ее длину, а также угол кругового сектора.

- К любой точке дуги сектора пристраиваем основание конуса.

- Через характерные точки пересечения конуса и плоскости частного положения проводим образующие.

- Находим натуральную величину образующих.

- Строим данные образующие на развертке конуса.

- Соединяем характерные точки пересечения конуса и цилиндра на развертке.

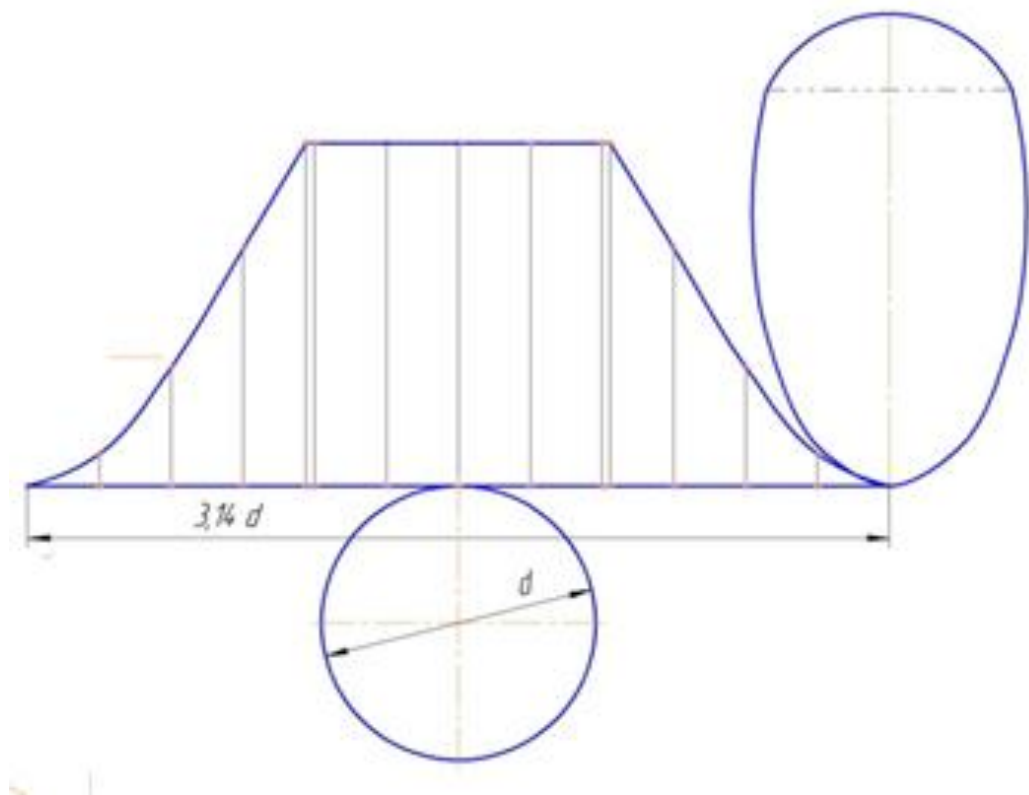


Рисунок 19 Пример выполнения практической работы № 14.

Вопросы и задания

1. Что называют разверткой?
2. Как построить развертку усеченного конуса?
3. Как построить развертку усеченного цилиндра?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 23

Тема: Построение аксонометрической проекции усеченных тел вращения

Актуальность темы: актуальность посвящена построению аксонометрической проекции усеченного конуса (цилиндра).

Теоретическая часть:

Аксонометрия - это раздел черчения, в котором рассматривается способ получения наглядных изображений предмета на плоскости.

Аксонометрические проекции представляют собой наглядное и достаточно точное изображение предметов.

Существует несколько типов аксонометрических проекций. Если проецирующие прямые перпендикулярны аксонометрической плоскости проекции, то такая проекция называется прямоугольной аксонометрической проекцией.

К прямоугольным относятся изометрическая и диметрическая проекции.

Если проецирующие прямые направлены не под углом 90° к аксонометрической плоскости проекций, то получают косоугольную аксонометрическую проекцию.

К косоугольным относится фронтальная диметрическая проекция.

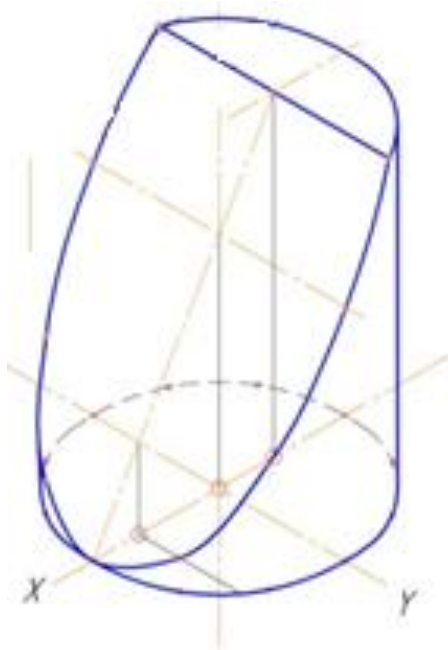


Рисунок 20 Пример выполнения практической работы № 15

Вопросы и задания

1. Как построить изометрическое изображение усеченного цилиндра?
2. Как строить оси прямоугольной изометрии, и чему равны коэффициенты искажения по аксонометрическим осям?
3. Как строить оси прямоугольной диметрии, и чему равны коэффициенты искажения по аксонометрическим осям?
4. Определение конуса. Назовите основные элементы конуса.
5. Дайте определение цилиндра. Назовите основные элементы цилиндра.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 24

Тема: Построение линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих плоскостей

Актуальность темы: актуальность посвящена построению линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих плоскостей.

Теоретическая часть:

- Способ вспомогательных секущих плоскостей применяют для построения точек линии пересечения двух поверхностей тогда, когда вспомогательные плоскости, рассекающие данные поверхности, дают в пересечении с каждой из них графически простые линии, такие как прямые или окружности. Чаще всего в качестве вспомогательных секущих плоскостей используют проецирующие плоскости или плоскости уровня.
- Среди точек линии пересечения двух поверхностей имеются такие точки, которые выделяются своим особым расположением или по отношению к плоскостям проекций или занимают особые места на кривой. Например, самая близкая и самая удаленная точки относительно той или иной плоскости проекций (экстремальные точки); точки, расположенные на крайних образующих некоторых поверхностей, – так называемые точки видимости, имеющие проекции на линиях очертания, точки

наибольшей ширины кривой и т.д. Такие точки называются **опорными**. Оказывается, что даже в одной задаче на построение линии пересечения поверхностей каждую опорную точку могут находить своим приемом построения без применения вспомогательных секущих плоскостей. Остальные точки линии пересечения называются **произвольными** или **случайными**, и находят их с помощью одного и того же приема, который заключается в проведении вспомогательных секущих плоскостей и который является основным для решения рассматриваемой задачи.

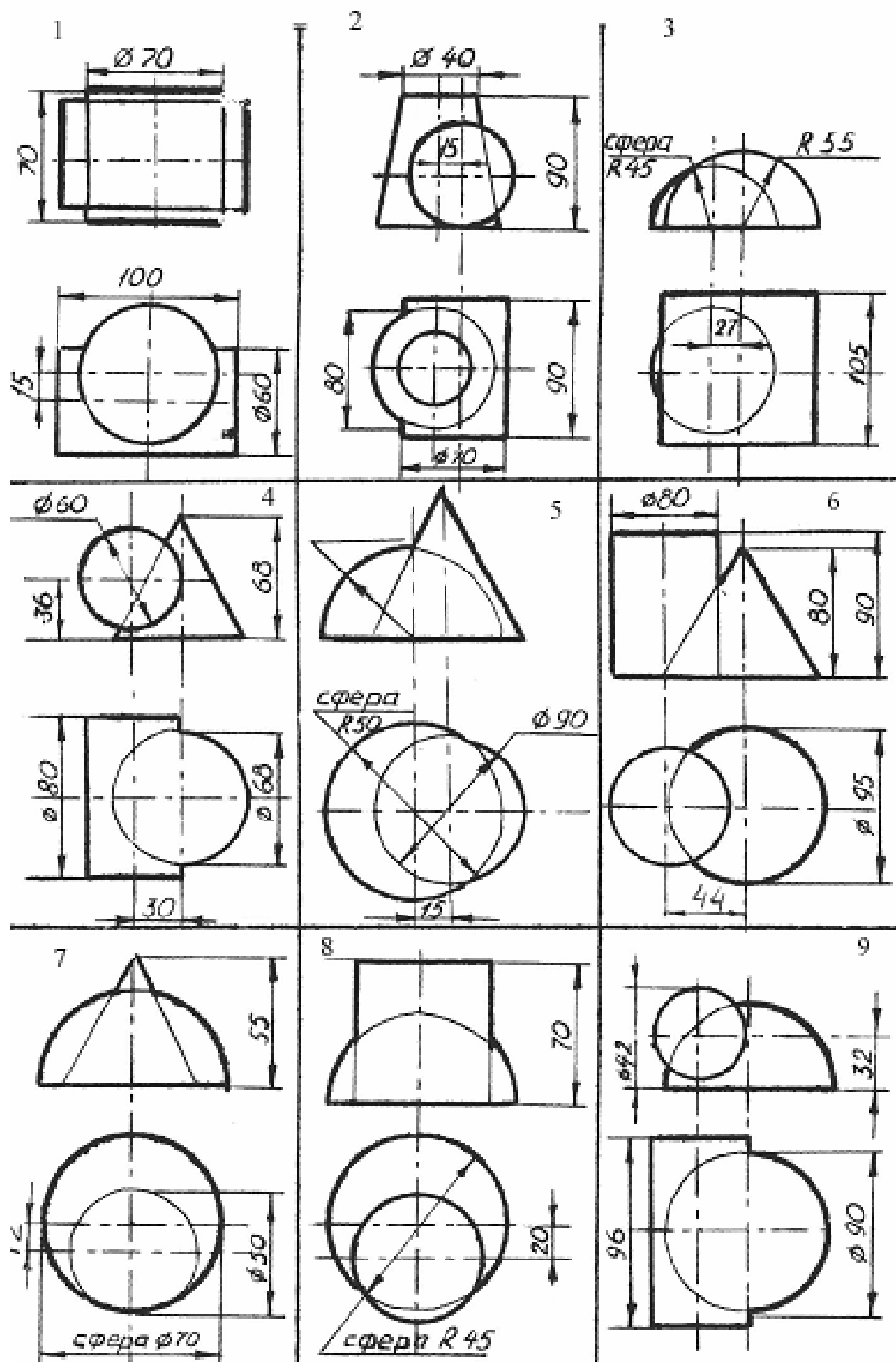
- Построение линии пересечения поверхностей нужно начинать с отыскания опорных точек и лишь, затем переходить к нахождению произвольных точек.

Данные для своего варианта взять из таблицы 12. Пример приведен на рисунке 21.

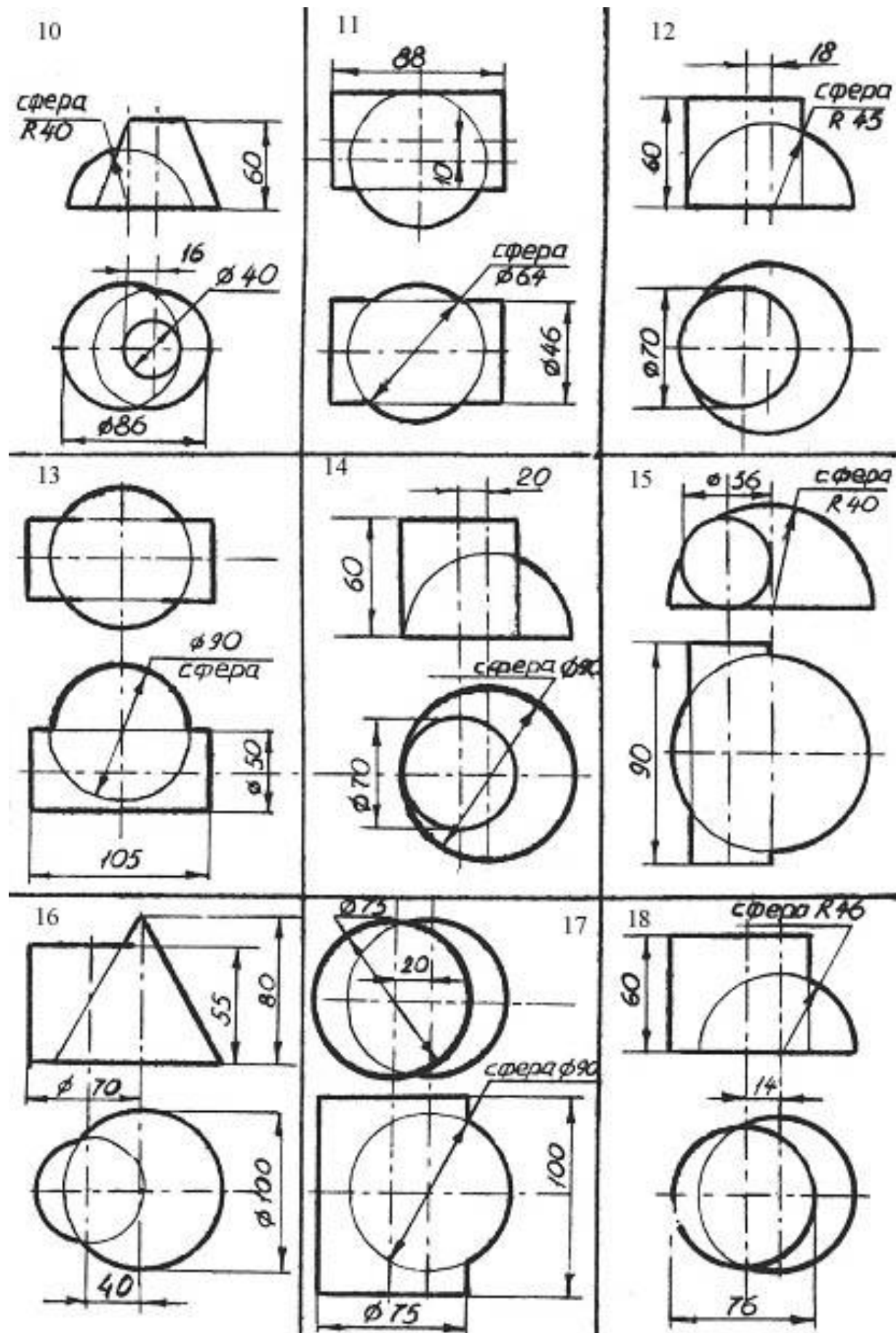
На листе формата А3 вычерчивают три проекции поверхностей вращения. При построении линии пересечения поверхностей прежде всего необходимо определить ее опорные точки, точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой поверхностью. Промежуточные точки линии пересечения определяют с помощью вспомогательных секущих плоскостей.

Построив линию пересечения поверхностей и установив ее видимость, а также видимость других линий поверхностей, чертеж обводят.

Таблица 12 – Задание к практической работе № 16

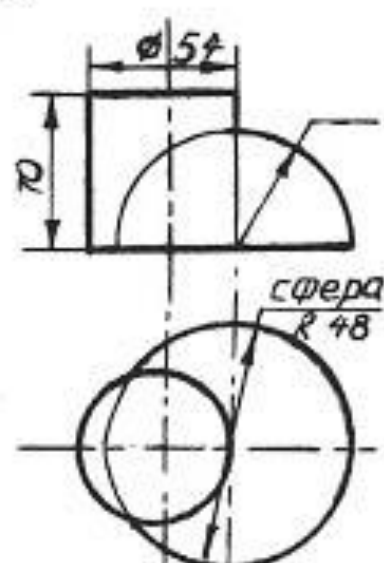


Продолжение таблицы 12 – Задание к графической работе № 16

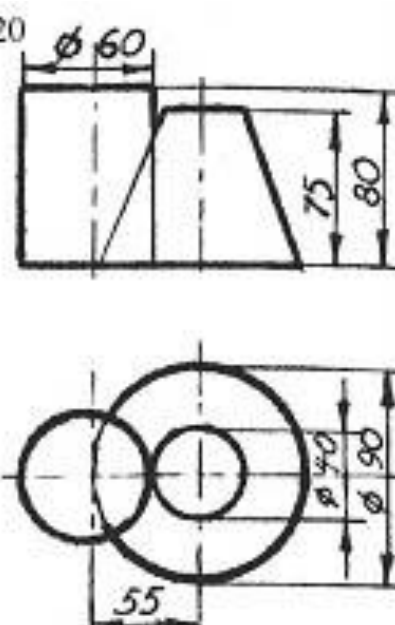


Продолжение таблицы 12 – Задание к графической работе №16

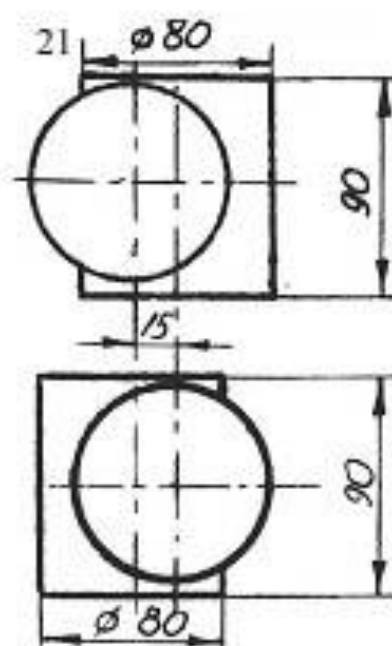
19



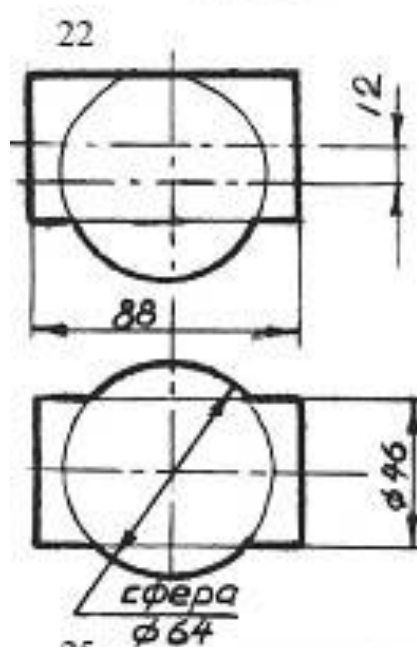
20



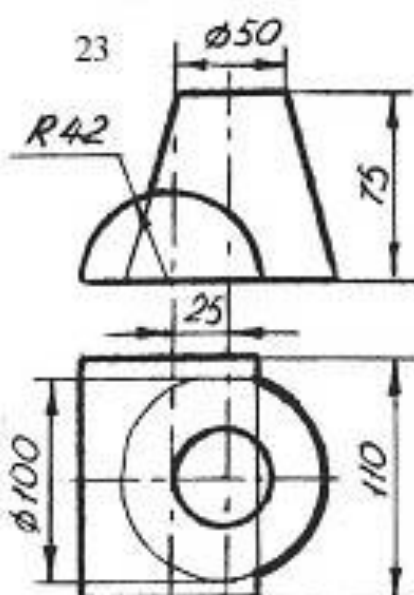
21



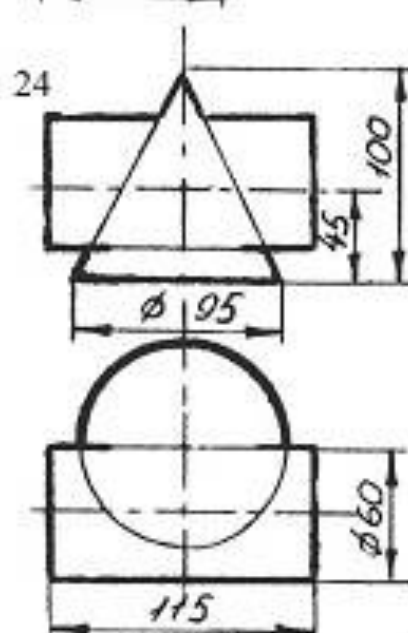
22



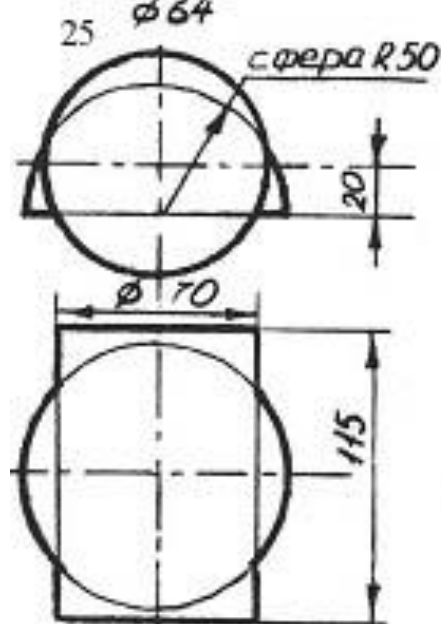
23



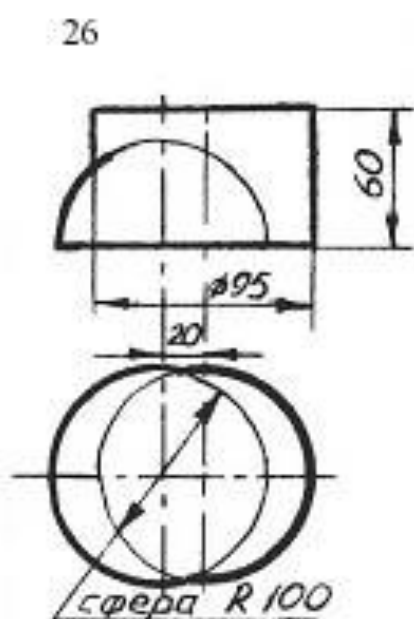
24



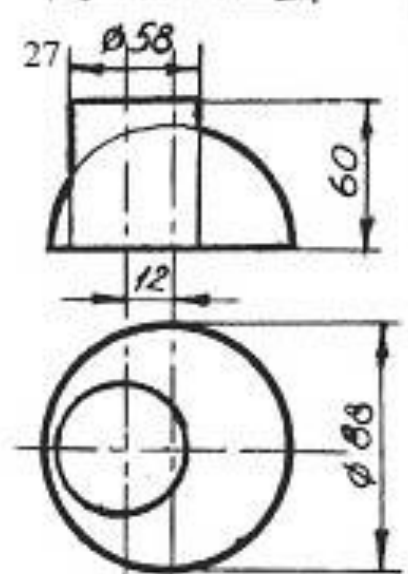
25



26



27



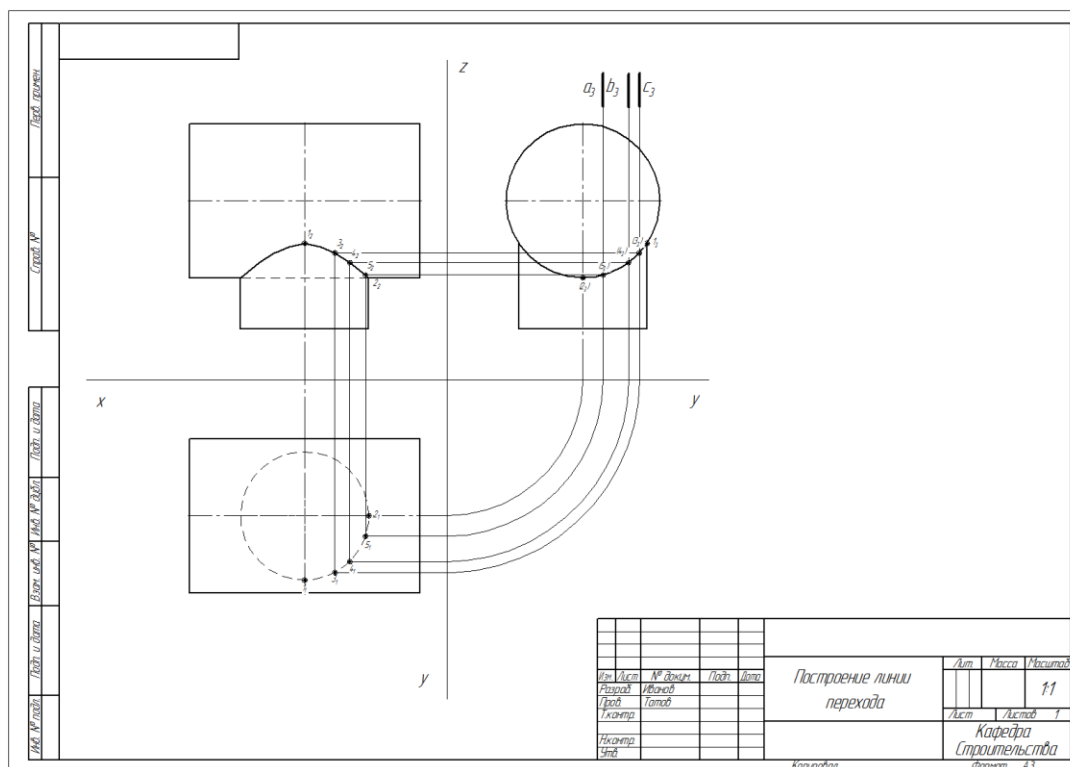


Рисунок 21 – Пример выполнения практической работы № 16

Вопросы и задания

1. В чем заключается способ вспомогательных секущих плоскостей?
2. Последовательность действий построения проекций линии пересечения.
3. Какая линия называется экватором поверхности вращения?
4. Как образуется цилиндрическая поверхность?
5. Какой геометрической фигурой является развертка боковой поверхности цилиндра? Конуса?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 25

Тема: Построение линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих сфер

Актуальность темы: актуальность посвящена построению линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих сфер

Теоретическая часть:

- Использование сферы в качестве вспомогательной секущей поверхности основано на свойстве сферы пересекаться с соосной с ней поверхностью вращения по окружностям. **Соосными** называются поверхности вращения, имеющие общую ось. Две соосные поверхности вращения пересекаются друг с другом по окружностям, причем число окружностей равно числу точек пересечения меридианов таких поверхностей.
- Если центр сферы находится на оси какой-нибудь поверхности вращения, то сфера соосна с этой поверхностью и пересекается с ней по окружностям. Плоскости окружностей пересечения перпендикулярны общей оси вращения.
- При использовании сферы в качестве вспомогательной секущей поверхности возможны два случая. В одном из них пользуются сферами, проведенными из одного

общего для всех центра, а в другом – сферами, проведёнными из разных центров. В первом случае способ называется **способом концентрических секущих сфер**, во втором – **способом эксцентрических секущих сфер**.

- **Способ концентрических секущих сфер**

- При этом способе вспомогательные сферы проводят из одного общего центра. Для того, чтобы можно было воспользоваться этим способом, должны выполняться следующие условия.

- 1. Обе пересекающиеся поверхности должны нести на себе семейство окружностей. 2. Пересекающиеся поверхности должны иметь общую плоскость симметрии. 3. Оси поверхностей должны пересекаться.

- Учитывая перечисленные условия, можно сказать, что способ концентрических секущих сфер можно применять для нахождения линии пересечения двух поверхностей вращения с пересекающимися осями. Точка пересечения осей и принимается за центр вспомогательных сфер.

- Решение задачи на построение линии пересечения двух поверхностей способом сфер начинается с нахождения опорных точек. Затем определяются радиусы минимальной сферы R_{min} и максимальной сферы R_{max} . Для этого проводятся две сферы, касательные к заданным поверхностям. За сферу минимального радиуса принимается большая из них, поскольку меньшая сфера, касающаяся одной поверхности, с другой поверхностью не пересекается. За сферу максимального радиуса принимается сфера, проходящая через наиболее удалённую опорную точку. Тогда в процессе решения задачи необходимо будет проводить вспомогательные сферы, радиусы которых $R_{min} < R < R_{max}$.

- **Способ эксцентрических секущих сфер**

- При этом способе вспомогательные сферы проводят из разных центров. Для того чтобы можно было воспользоваться этим способом, должны выполняться следующие условия. Способ секущих сфер базируется на том, что две соосные поверхности вращения пересекаются по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной общей оси вращения.

Сфера будет соосна с любой поверхностью вращения, если ее центр лежит на оси вращения этой поверхности. Это и определяет возможность использовать сферу в качестве вспомогательной секущей поверхности.

Метод секущих сфер применяют в следующих случаях:

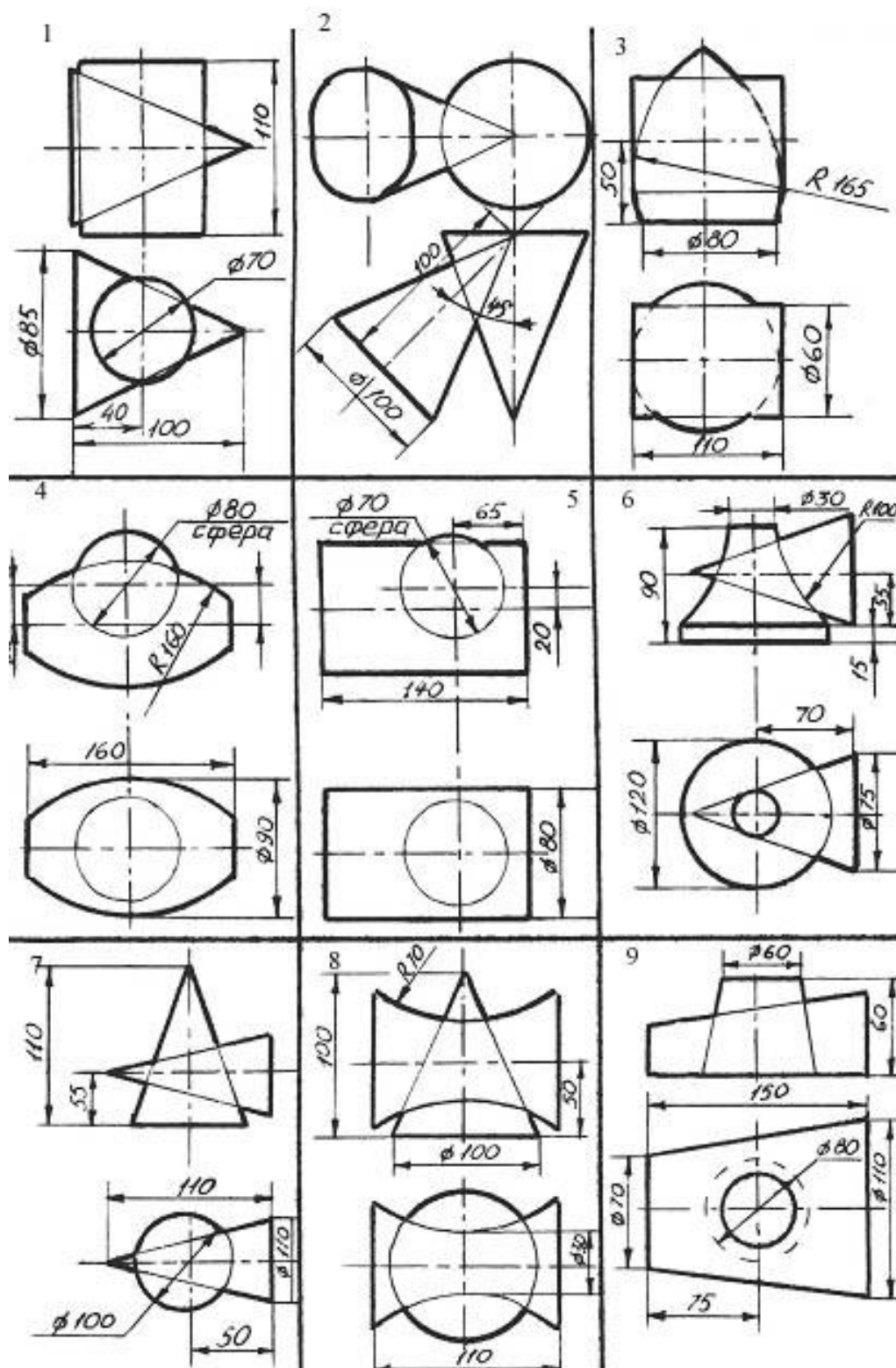
1. рассматривают поверхности вращения, их оси должны пересекаться в одной точке - центре секущих сфер. При этом желательно, чтобы плоскость, образованная пересечением осей, была бы параллельна одной из плоскостей проекции.

Данные для своего варианта взять из таблицы 13. Пример приведен на рисунке 22.

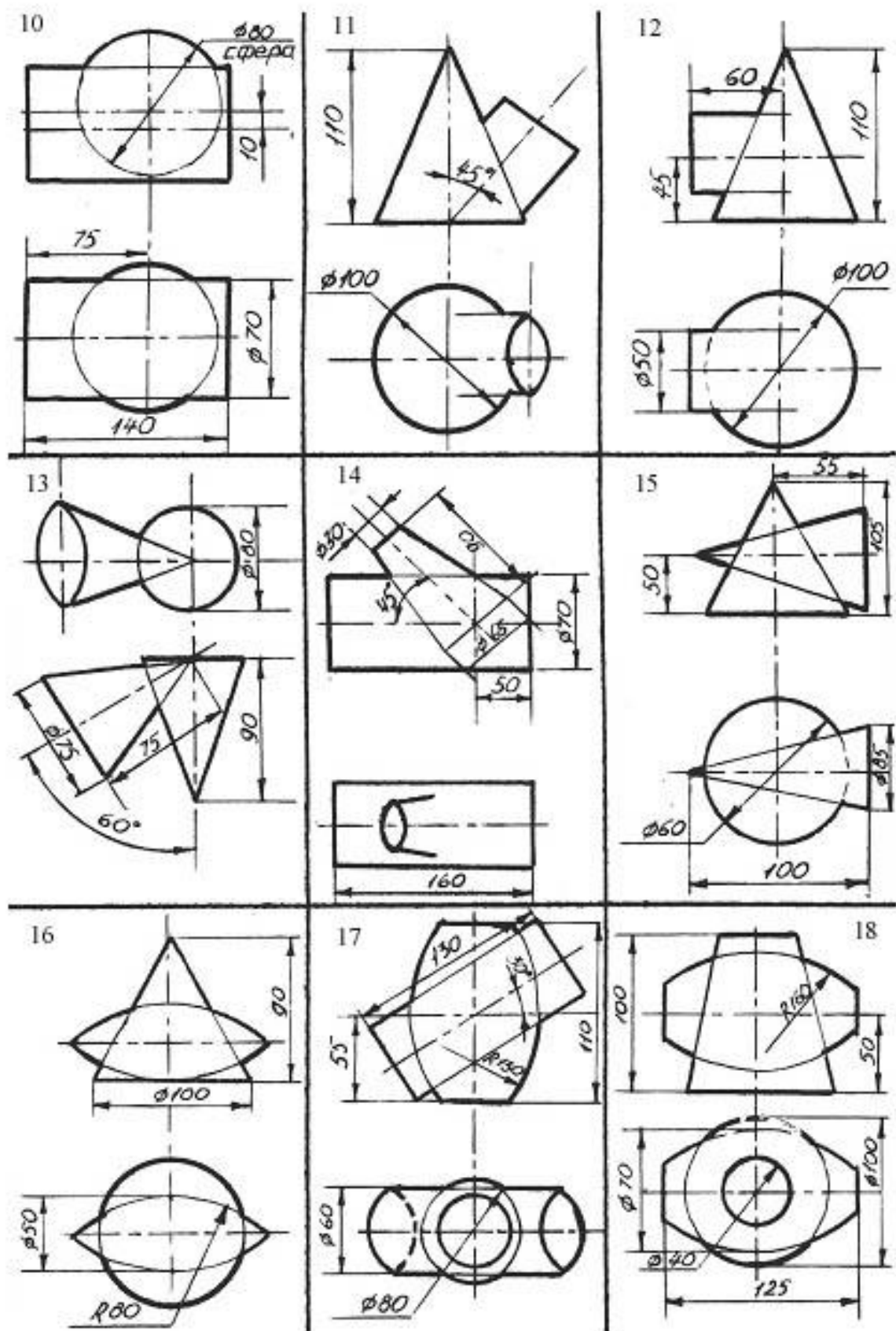
На листе формата А3 вычерчивают три проекции поверхностей вращения. При построении линии пересечения поверхностей прежде всего необходимо определить ее опорные точки, точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой поверхностью. Промежуточные точки линии пересечения определяют с помощью вспомогательных секущих сфер.

Построив линию пересечения поверхностей и установив ее видимость, а также видимость других линий поверхностей, чертеж обводят.

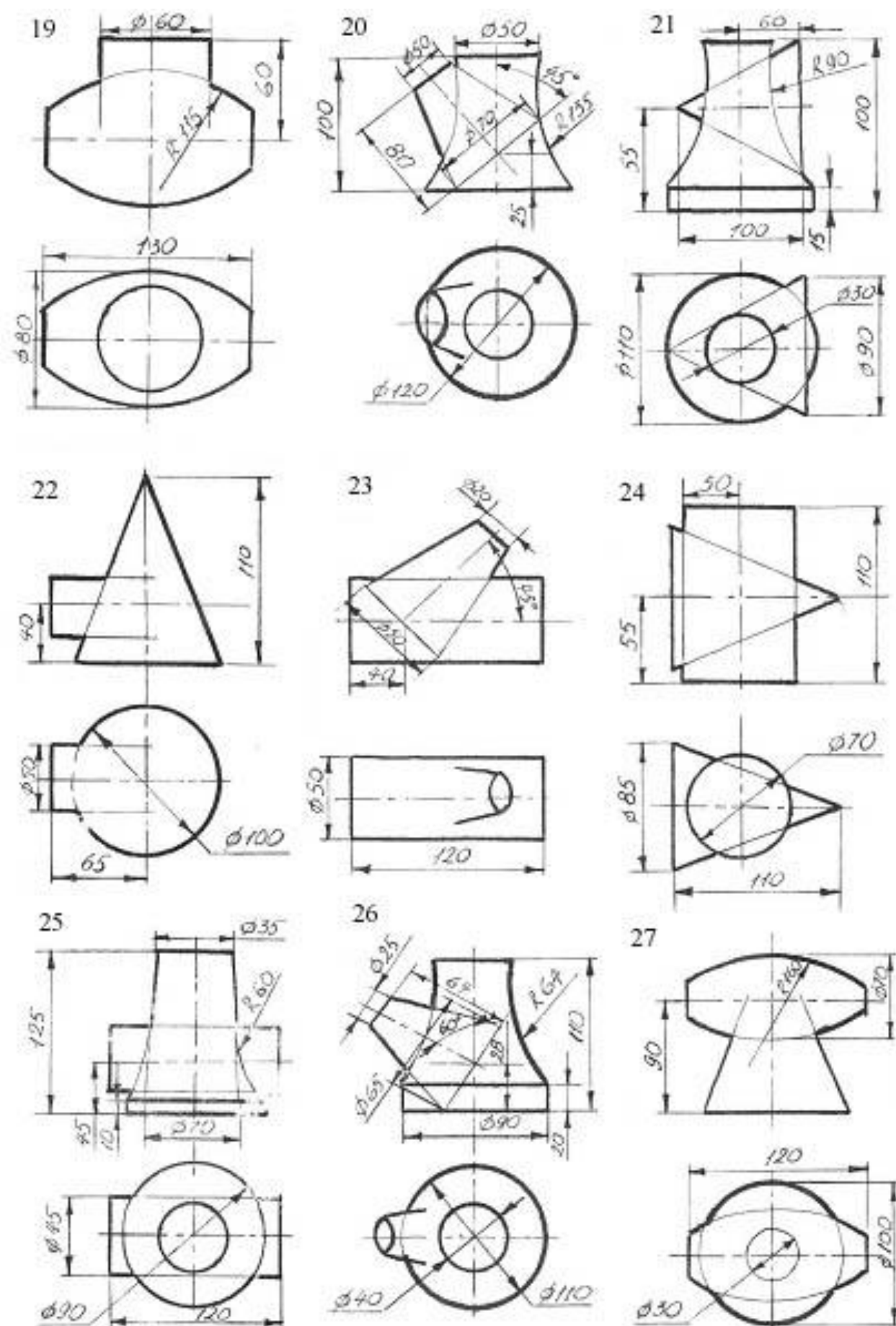
Таблица 13 – Задание к практической работе №17



Продолжение таблицы 13 – Задание к практической работе № 17



Продолжение таблицы 13 – Задание к графической работе № 17



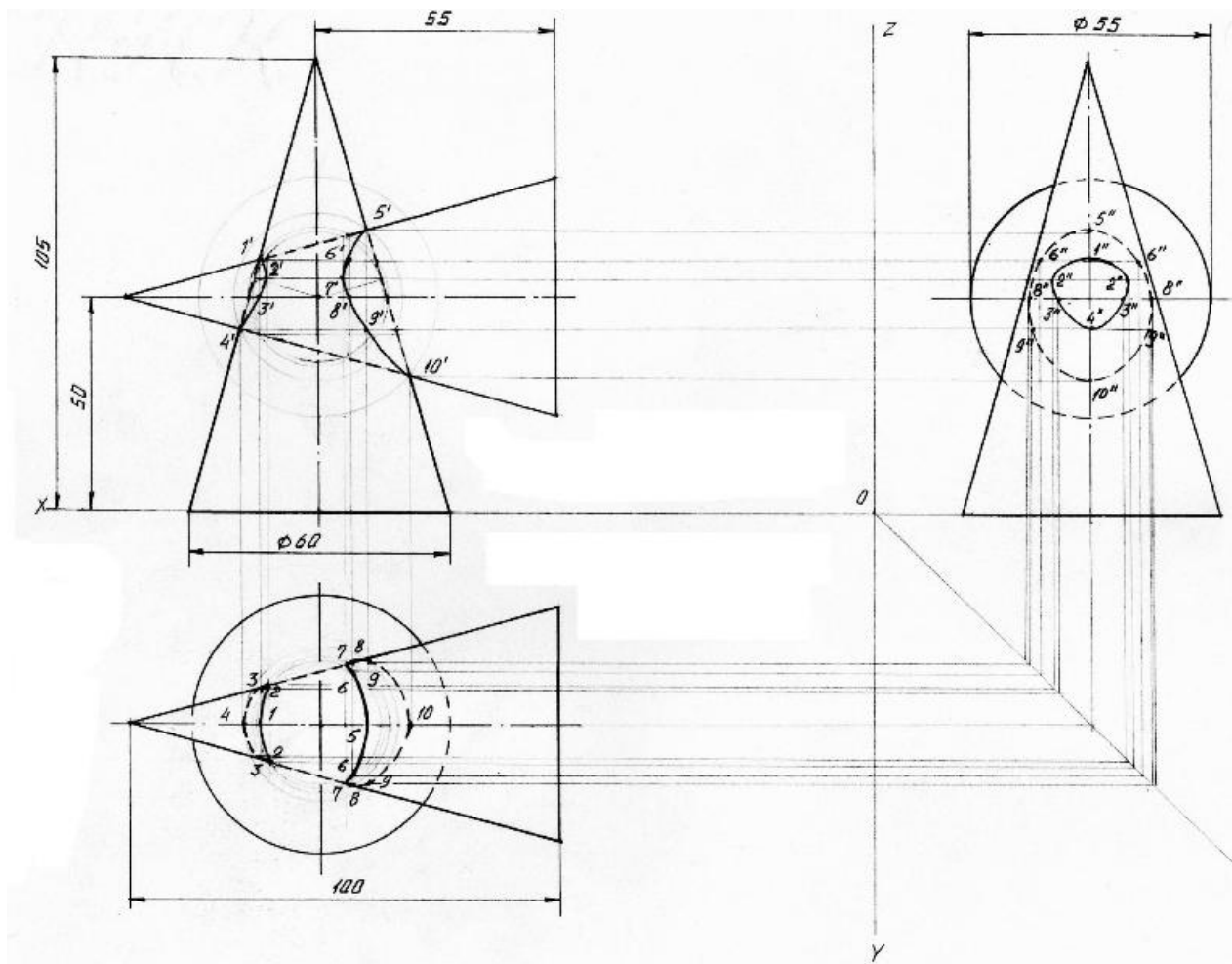


Рисунок 22 Пример выполнения практической работы № 17

Вопросы и задания

1. При каких условиях применяют способ вспомогательных секущих сфер?
2. Последовательность действий построения проекций линии пересечения.
3. Какая линия называется экватором поверхности вращения?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 26.

Тема: Построение аксонометрической проекции детали

Актуальность темы: актуальность посвящена построению трёх видов детали и аксонометрии по заданным двум видам.

Теоретическая часть:

Пример выполнения чертежа приведен на рисунке 23. Данные взять из таблицы 14.

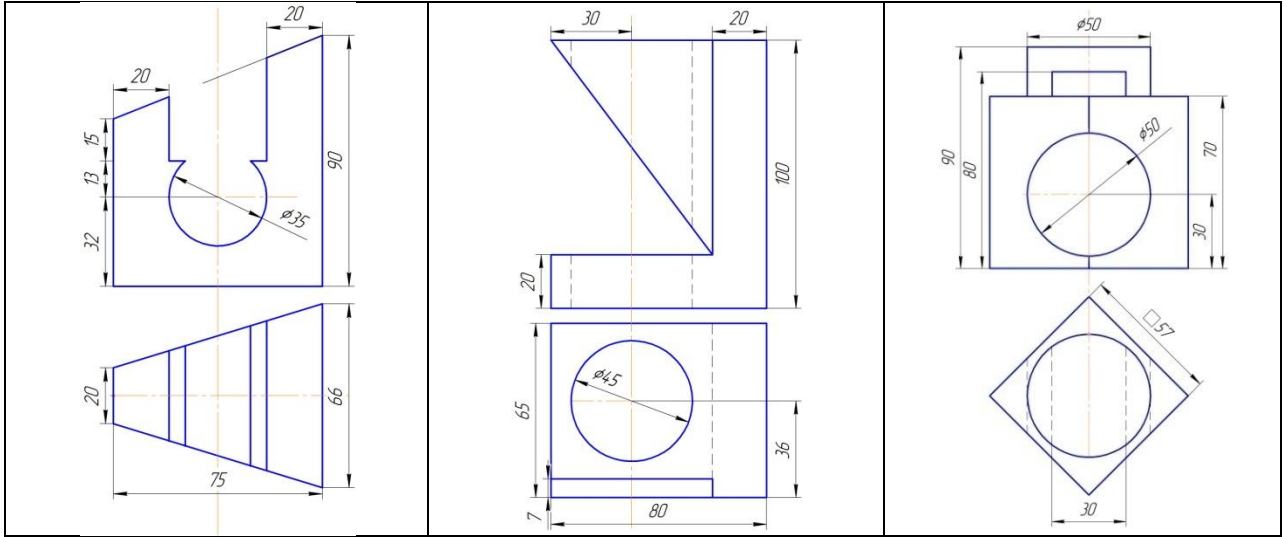
Порядок выполнения:

- изучить ГОСТ 2.305—68 (разд. 1 и 2) и рекомендуемую литературу;
- внимательно ознакомиться с конструкцией по ее двум видам и определить основные геометрические тела, из которых она состоит;

- выделить на листе бумаги соответствующую площадь для каждого вида детали и аксонометрии;
- нанести все необходимые выносные и размерные линии;
- проставить размеры;
- заполнить основную надпись и проверить правильность всех построений;

Таблица 14 Данные к графической работе № 18

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9



Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12
Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15
Вариант 16	Вариант 17	Вариант 18

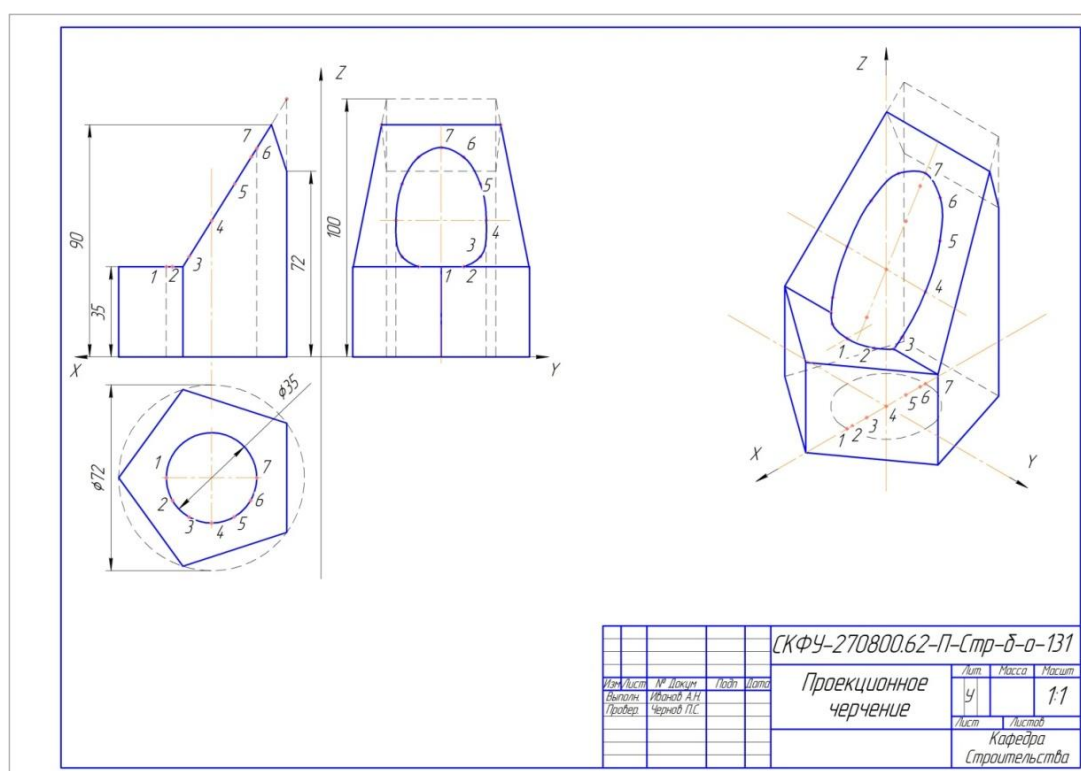
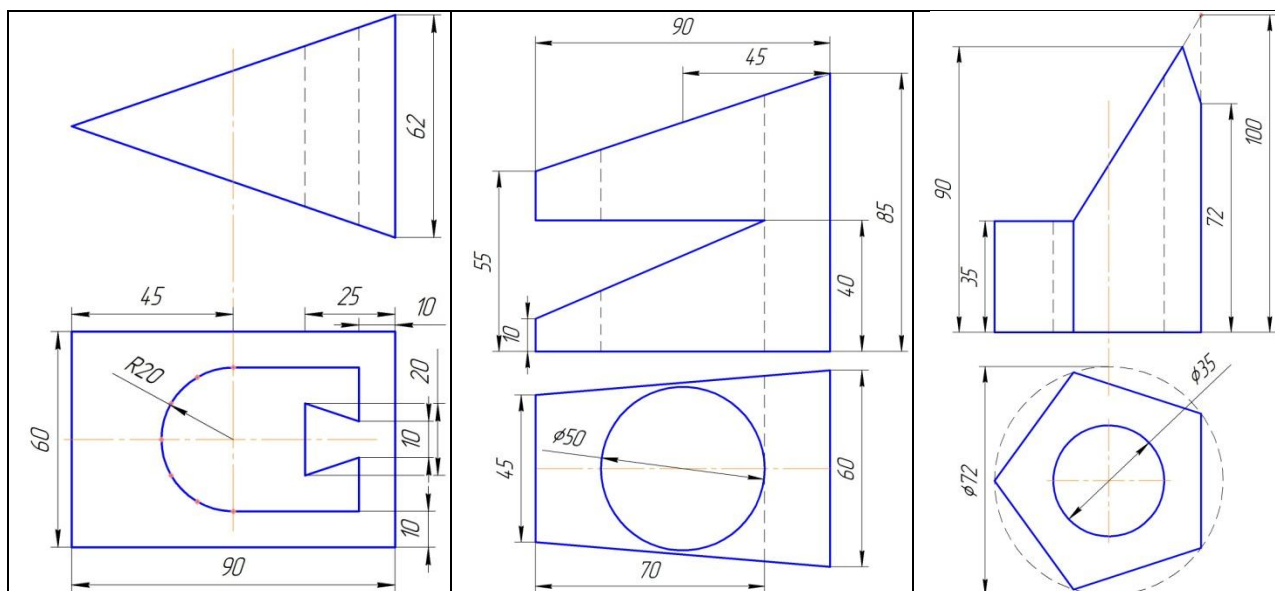


Рисунок 23 Пример выполнения практической работы № 18

Вопросы и задания

1. Перечислите названия трёх основных видов и укажите, как их располагают на чертеже.
2. Что называется главным видом?
3. Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических изображениях?
4. Как направляются линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 27.

Тема: Контур детали

Актуальность работы: «Изучение построений сопряжений в очертаниях технических форм. Ознакомление с основными правилами нанесения размеров. Изучение типов линий и чертежных шрифтов»

Содержание задания:

1. Вычертить контур детали, применяя правила деления окружности на равные части и правила выполнения сопряжений. Дополнительные построения выполнять тонкими линиями и сохранить.
2. Нанести размеры. Надписи выполнять шрифтом №5, по сетке.
3. Заполнить основную надпись.

Порядок выполнения задания

1. Перед выполнением задания ознакомиться со следующими разделами курса начертательной геометрии и инженерной графики: форматы; масштабы; линии; шрифты чертежные; сопряжения; нанесение размеров; основная надпись чертежа.
2. В соответствии с примером оформления задания, приведенным на рисунке 11, и исходными данными выполнить в тонких линиях свой вариант задания. После проверки чертежа преподавателем закончить чертеж, применяя стандартные линии.
3. Обратит внимание на то, что отрезки прямых и дуги окружностей проводятся от одной точки сопряжения до другой. Сохранить построение точек сопряжения, выполнив их тонкими линиями, нанести размеры, заполнить основную надпись.

Методические указания к выполнению графической работы

В очертаниях технических форм часто встречаются плавные переходы от одной линии к другой. Плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии, называется сопряжением. Построение сопряжений основано на следующих положениях геометрии.

1. Переход окружности в прямую будет плавным только тогда, когда заданная прямая является касательной к окружности (рисунок 6, а). Радиус окружности, проведенный в точку касания К, перпендикулярен к касательной прямой.

2. Переход от одной окружности к другой в точке К только тогда будет плавным, когда окружности имеют в данной точке общую касательную (рисунок 6,б).

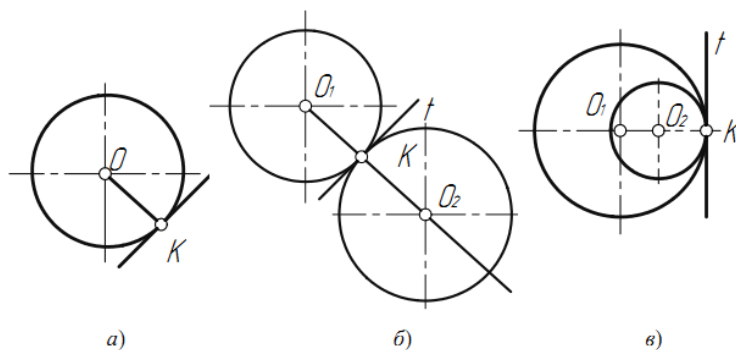


Рисунок 6

Точка касания K и центры окружностей O_1 и O_2 лежат на одной прямой. Если центры окружностей лежат по разные стороны от касательной t , то касание называется внешним (рисунок 6,б); если центры O_1 и O_2 находятся по одну сторону от общей касательной – соответственно внутренним (рисунок 6,в).

В теории сопряжений применяются следующие термины:

- а) центр сопряжения – точка O ;
- б) радиус сопряжения R ;
- в) точки сопряжения A и B ;
- г) дуга сопряжения AB .

Центром сопряжения O называется точка, равноудаленная от сопрягаемых линий (рисунок 7). Точкой сопряжения A (B) называется точка касания двух сопрягаемых линий. Дуга сопряжения AB – это дуга окружности, с помощью которой выполняется сопряжение. Радиус сопряжения R – это радиус дуги сопряжения.

Для выполнения сопряжений необходимо определить три элемента построения: 1) радиус сопряжения; 2) центр сопряжения; 3) точки сопряжения.

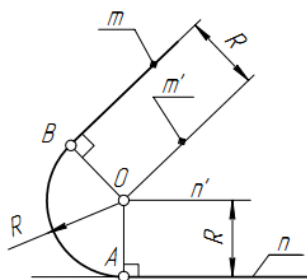


Рисунок 7

Сопряжение двух пересекающихся прямых линий. Пусть даны две пересекающиеся прямые m , n и радиус сопряжения R (рисунок 7). Необходимо построить сопряжение данных прямых дугой окружности радиусом R . Выполним следующие построения.

1. Построим множество точек центров сопряжения, удаленных от прямой n на расстояние радиуса R сопряжения. Таким множеством является прямая n' , параллельная данной прямой n и отстоящая от неё на расстояние R .

2. Построим множество точек центров сопряжения, удаленных от прямой m на расстояние радиуса сопряжения. Таким множеством является прямая m' , параллельная m и отстоящая от последней на расстояние R .

3. В пересечении построенных прямых m' и n' найдем центр сопряжения O .

4. Определим точку A сопряжения на прямой n . Для этого опустим из центра O перпендикуляр на прямую n . Для определения точки сопряжения B на прямой m необходимо опустить соответственно перпендикуляр из центра O на прямую m . Проведем дугу сопряжения AB . Теперь будут определены все элементы сопряжения: радиус, центр и точки сопряжения.

Сопряжение прямой с окружностью может быть внешним или внутренним. Рассмотрим построение внешнего сопряжения прямой с окружностью, рисунок 8.

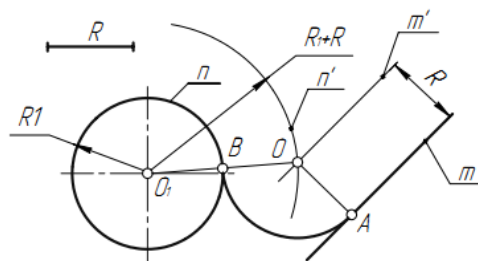


Рисунок 8

Для решения задачи выполним следующие построения.

1. Построим множество точек центров сопряжения, удаленных от сопрягаемой прямой на расстояние R . Это множество задает прямая m' , параллельная m и отстоящая от неё на расстояние R .
2. Множество точек центров сопряжения, удаленных от окружности p на расстояние R , есть окружность n' , проведенная радиусом $R_1 + R$.
3. Центр сопряжения O находим как точку пересечения линий n' и m' .
4. Точку сопряжения A находим как основание перпендикуляра, проведенного из точки O на прямую m . Чтобы построить точку сопряжения B , необходимо провести линию центров OO_1 , т.е. соединить центры сопряженных дуг. В пересечении линии центров с заданной окружностью определим точку B .
5. Проведем дугу сопряжения AB .

При построении внутреннего сопряжения (рисунок 9) последовательность построений остается та же. Однако центр сопряжения определяется с помощью вспомогательной дуги окружности, проведенной из центра O_1 , радиусом $R - R_1$.

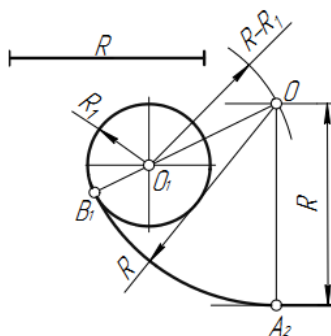


Рисунок 9

Сопряжение двух окружностей может быть внешним, внутренним и смешанным. Построим сопряжение с внешним касанием двух данных окружностей m и p с радиусами R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R (рисунок 10а).

1. Для нахождения центра сопряжения O проведем окружность m' , удаленную данной окружности m на расстояние R . Так как сопряжение с внешним касанием, то радиус окружности m' равен $R_1 + R$.
2. Радиусом $R_2 + R$ проведем окружность n' , удаленную от данной окружности p на расстояние R .
3. Найдем центр сопряжения O как точку пересечения окружностей m' и n' .

4. Найдем точку сопряжения А как пересечение линии центров O_1O с дугой m .
5. Аналогично найдем точку В как пересечение линии центров O_2O с дугой n .
6. Проведем дугу сопряжения АВ.

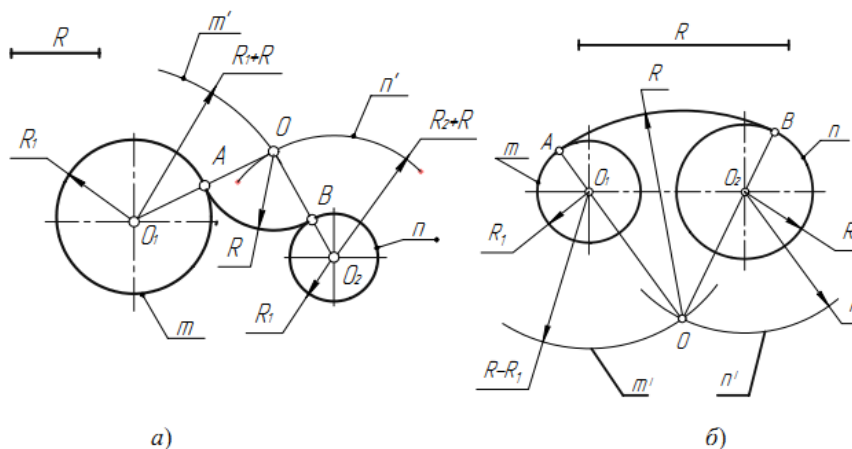


Рисунок 10

Построим сопряжение с внутренним касанием двух данных окружностей m и n с радиусами R_1 и R_2 дугой радиусом R (рисунок 10, б).

1. Для нахождения центра сопряжения O проведем окружность m' на расстоянии $R - R_1$ от данной окружности m .
2. Проведем окружность n' на расстоянии $R - R_2$ от данной окружности n .
3. Центр сопряжения O найдем как точку пересечения окружностей m' и n' .
4. Точку сопряжения А найдем как точку пересечения линии центров OO_1 с заданной окружностью m .
5. Точку сопряжения В найдем как точку пересечения линии центров OO_2 с заданной окружностью n .
6. Проведем дугу сопряжения АВ с центром в точке O .

На рисунке 11.1 приведен пример построения сопряжения со смешанным касанием.

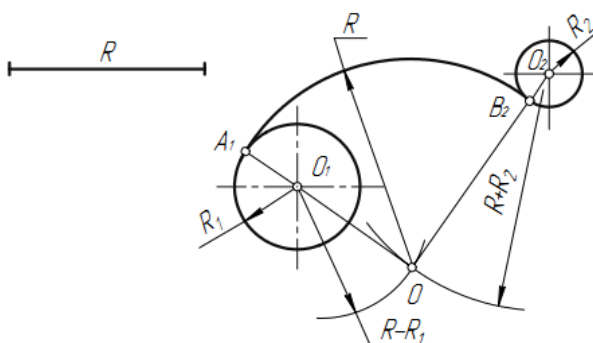


Рисунок 11.1

Контрольные вопросы:

- Сформулируйте понятие «сопряжение»?
- Какие виды сопряжений вы знаете?
- Как определяются точки сопряжений?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 27.

Тема: Тела геометрические

Актуальность работы: «Получение навыков построения комплексного чертежа детали и точек на ее поверхности».

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Выполнить комплексный чертеж группы геометрических тел по горизонтальной проекции и словесному описанию.
2. Найти проекции точек на поверхности геометрических тел.
3. Проставить размеры.
4. Выполнить аксонометрическую проекцию группы геометрических тел и точек на их поверхности.
5. Заполнить основную надпись.

Порядок выполнения работы:

1. Перед выполнением задания ознакомиться со следующими разделами курса начертательной геометрии и инженерной графики: форматы; масштабы; линии; шрифты чертежные; нанесение размеров; основная надпись чертежа, проецирование геометрических тел.
2. В соответствии с примером оформления задания, приведенным на рисунке 16, и исходными данными выполнить в тонких линиях свой вариант задания.
3. Провести разметку формата А3, выполнить рамку и основную надпись.
4. По горизонтальной проекции и словесному описанию построить комплексный чертеж группы геометрических тел.
5. Найти проекции точек на поверхности геометрических тел.
6. Построить аксонометрическую проекцию группы геометрических тел и точек на их поверхности.
7. После проверки чертежа преподавателем закончить чертеж, применяя стандартные линии.

Методические указания к выполнению графической работы

Геометрическое тело рассматривают как множество принадлежащих ему точек, связанных между собой и ограниченных в пространстве соответствующим образом.

Геометрические тела на чертежах получают методом отображения тела на плоскость.

Решение задач на построение трех проекций геометрического тела является основным упражнением по составлению и чтению чертежей. Для успешного решения этой

задачи следует хорошо усвоить построение третьей проекции по двум данным точкам, отрезка прямой общего и частного положения, различных плоских фигур и простейших геометрических тел: прямых призмы и цилиндра, пирамиды, конуса вращения, а также построение точки на поверхности.

ПРОЕКЦИИ ПРИЗМ

Дан комплексный чертеж четырехугольной призмы и фронтальная проекция точки А, рисунок 12. Прежде всего надо отыскать на комплексном чертеже две проекции грани, на которой расположена точка А (грань 1,2,6,5). Фронтальная проекция точки А лежит на фронтальной проекции грани призмы 1,2,6,5. На отрезке 5,6 находится горизонтальная проекция точки А. Профильную проекцию призмы и точки А строят с помощью линий проекционной связи.

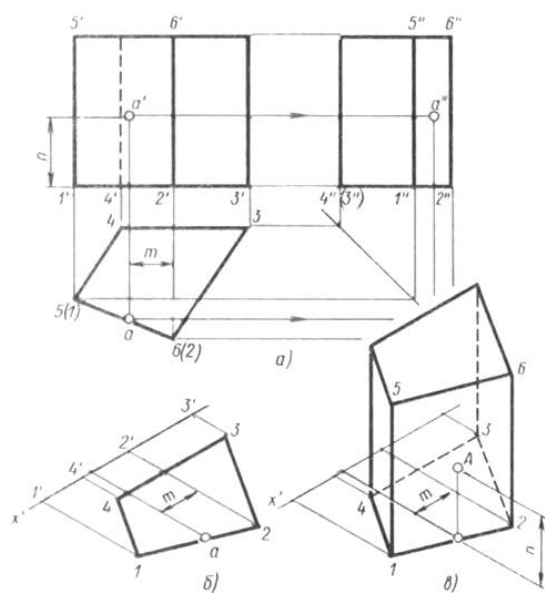


Рисунок 12

ПРОЕКЦИИ ЦИЛИНДРА

Построение начинают с изображения основания цилиндра, двух проекций окружности, рисунок 13. Так как окружность расположена на плоскости Н, то она

проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизонтальной прямой линии, равный диаметру окружности основания.

После построения основания на фронтальной проекции проводят две очерковые образующие и на них откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок горизонтальной прямой, который является фронтальной проекцией верхнего основания цилиндра. Определяем недостающие проекции точек А и В, расположенных на поверхности цилиндра, проведя вертикальные линии связи до их пересечения с окружностью на горизонтальной проекции. Профильные проекции точек А и В строят при помощи вертикальных и горизонтальных линий связи.

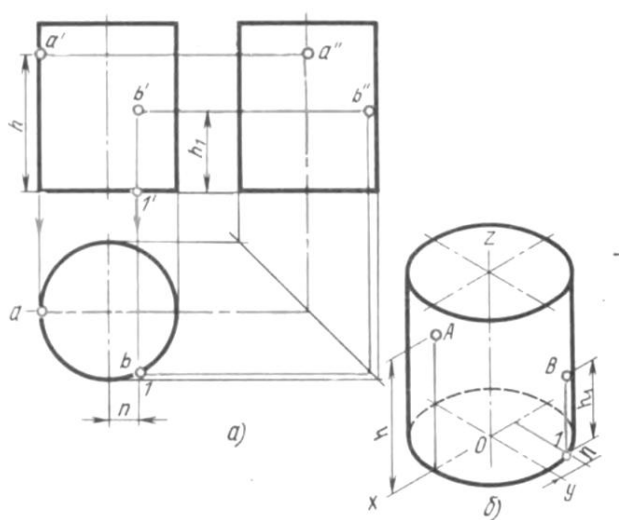


Рисунок 13

ПРОЕКЦИИ ПИРАМИДЫ

Построение проекции треугольной пирамиды начинаем с построения основания, горизонтальная проекция которого представляет собой треугольник без искажения,

рисунок 14. Фронтальная проекция основания – отрезок прямой линии. Из горизонтальной проекции точки S проводят вертикальную линию связи, на которой от оси X откладывают высоту пирамиды и получают фронтальную проекцию вершины. Соединяя ее с точками 1,2,3, получаем фронтальную проекцию пирамиды. Горизонтальная проекция получается при соединении горизонтальной проекции вершины с точками основания. Дана фронтальная проекция точки A, расположенная на грани пирамиды 1S2, требуется найти остальные проекции точки A. Для этого проведем через фронтальную проекцию точки A и вершину S вспомогательную прямую до пересечения с основанием пирамиды в точке n' . Находим горизонтальную проекцию вспомогательной прямой, спроецировав точку n на прямую 12, и соединив ее с вершиной. Проводим линию проекционной связи от фронтальной проекции точки A, до пересечения с горизонтальной проекцией вспомогательной прямой и находим горизонтальную проекцию точки.

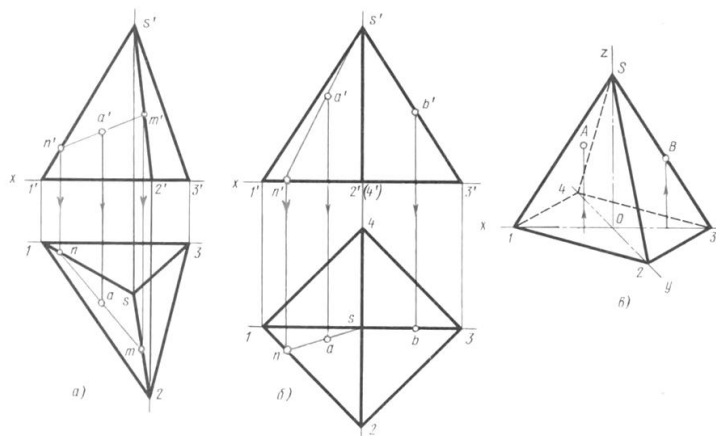


Рисунок 14

ПРОЕКЦИИ КОНУСА

Строим две проекции основания: горизонтальная – окружность, фронтальная – отрезок равный диаметру окружности. На фронтальной проекции из середины основания восстанавливаем перпендикуляр и на нем откладываем высоту конуса.

Полученную фронтальную проекцию вершины конуса соединяем прямыми с концами фронтальной проекции основания.

Задана фронтальная проекция точки A , две другие проекции определяются с помощью вспомогательных линий – образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку A , или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса, рисунок 15.

Для наглядного изображения предмета применяют аксонометрические проекции. Наглядные изображения позволяют судить о внешнем виде проектируемых объектов и помогают конструктору решить наиболее сложные вопросы создания рациональной конструкции.

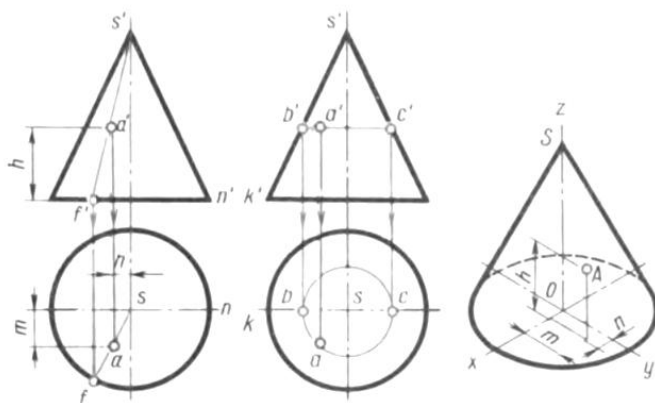
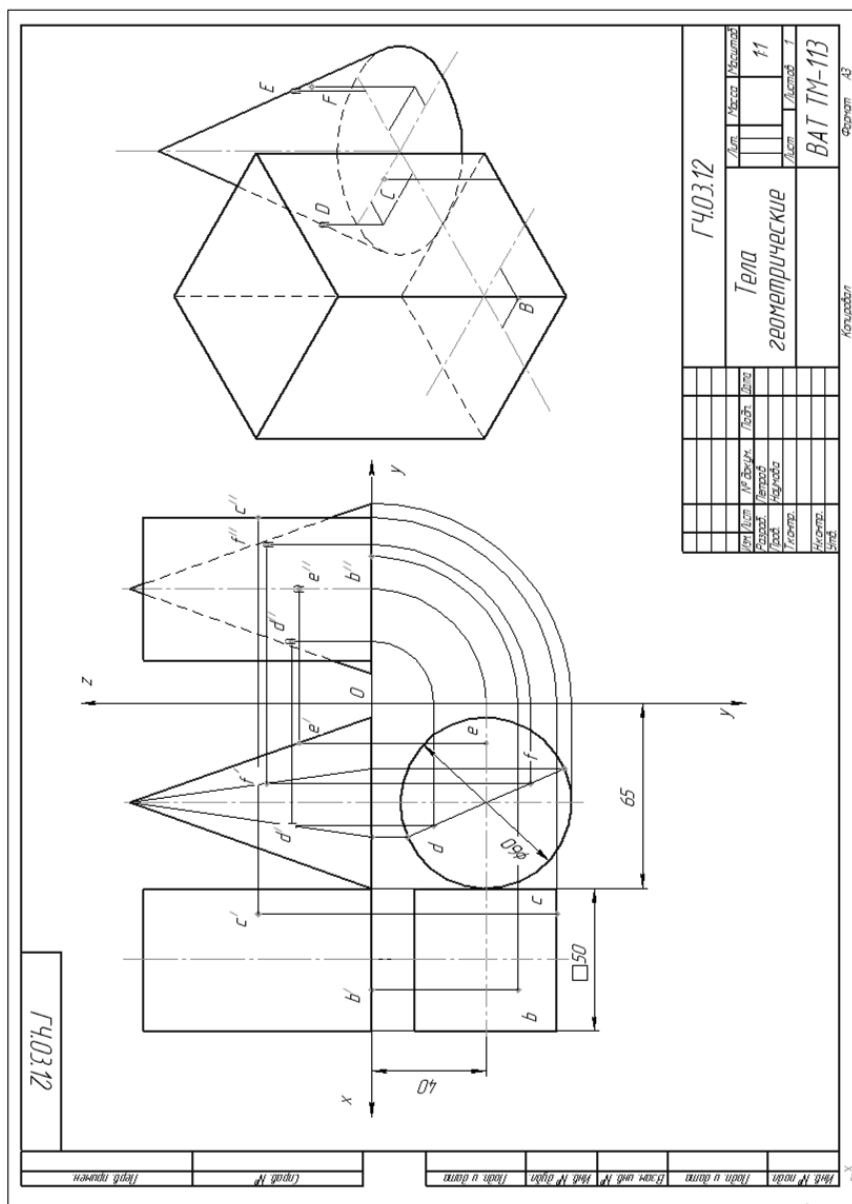


Рисунок 15

Аксонометрическую проекцию группы геометрических тел строят по комплексному чертежу, который предварительно относится к натуральной системе координат, т.е. на комплексном чертеже наносят проекции координатных осей – x , y , z .

Контрольные вопросы:



- Что общего между проекциями цилиндра и конуса?
- Для каких геометрических тел при наличии размеров можно ограничиться одной проекцией?
- У каких геометрических тел все проекции одинаковы?

Рисунок 16- Пример выполнения графической работы №3

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 28.

Тема: Тело усеченное.

Актуальность работы: «Усвоение основ проекционного черчения и формирование умений применять знания и умения для решения различных прикладных задач»

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Выполнить комплексный чертеж усеченного тела.
2. Найти натуральную величину фигуры сечения.
3. Выполнить аксонометрическую проекцию тела усеченного.
4. Построить развертку усеченного тела.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по данной теме.
2. Ознакомиться с вариантом задания.
3. Подготовить лист формата А3 к работе: выполнить рамку, основную надпись.
4. Выполнить задание в зависимости от заданной геометрической фигуры.

Методические указания к выполнению графической работы

СЕЧЕНИЕ ПРИЗМЫ ПЛОСКОСТЬЮ

Фигура сечения прямой пятиугольной призмы фронтально-проецирующей плоскостью P (рисунок 17,а) представляет собой плоский пятиугольник 1 2 3 4 5. Для построения проекций фигуры сечения находят проекции точек пересечения плоскости P с ребрами призмы и соединяют их прямыми линиями. Фронтальные проекции этих точек получаются при пересечении фронтальных проекций ребер призмы с фронтальным следом P_v секущей плоскости P (точки $1'-5'$). Горизонтальные проекции точек пересечения 1-5 совпадают с горизонтальными проекциями ребер. Имея две проекции этих точек, с помощью линий связи находят профильные проекции $1''-5''$. Полученные точки $1''-5''$ соединяют прямыми линиями и получают профильную проекцию фигуры сечения. Действительный вид фигуры сечения можно определить любым из способов: совмещения или перемены плоскостей проекций.

В данном примере применен способ перемены плоскостей проекций. Горизонтальная плоскость проекций заменена новой H_1 , причем ось x_1 (для упрощения построений) совпадает с фронтальным следом плоскости P . Для нахождения новой горизонтальной проекции какой-либо точки фигуры сечения (например, точки 1) необходимо выполнить следующие построения. Из точки $1'$ восставляют перпендикуляр к новой оси x_1 и откладывают на нем расстояние от прежней оси x до прежней горизонтальной проекции точки 1, т.е. отрезок n . В результате получаем точку 1_o . Также находят и новые горизонтальные проекции точек 2-5. Соединив прямыми линиями, новые горизонтальные проекции 1_o-5_o , получают действительный вид фигуры сечения.

Разверткой называется плоская фигура, полученная при совмещении поверхности геометрического тела с одной плоскостью (без наложения граней или иных элементов поверхности друг на друга). Развертку боковой поверхности (рисунок 17,в) с основанием и фигурой сечения призмы строят следующим образом. Проводят прямую, на которой откладывают пять отрезков, равный длинам сторон пятиугольника, лежащего в основании призмы. Из полученных точек проводят перпендикуляры, на которых откладывают действительные длины ребер усеченной призмы, беря их с фронтальной или профильной проекции (рисунок 17,а), получают развертку боковой поверхности призмы.

К развертке боковой поверхности пристраивают фигуру нижнего основания – пятиугольник и фигуру сечения. При этом используют метод триангуляции или метод координат, известный из геометрического черчения. Линии сгиба показывают на развертке штрихпунктирной линией с двумя точками.

Для наглядности выполним построение усеченного тела в аксонометрической проекции. На рисунке 17,б построена изометрическая проекция усеченной призмы. Порядок построения изометрической проекции следующий. Строят изометрическую проекцию основания призмы; проводят в вертикальном направлении линии ребер, на которых от основания откладывают их действительные длины, взятые с фронтальной или профильной проекции призмы. Полученные точки $1'-5'$ соединяют прямыми линиями.

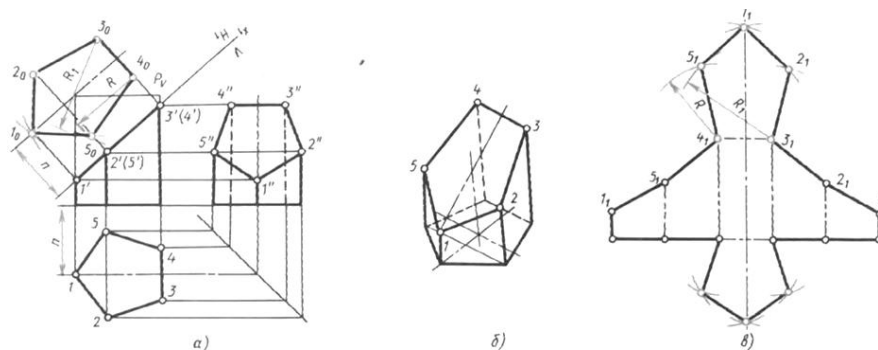


Рисунок 17

СЕЧЕНИЕ ЦИЛИНДРА ПЛОСКОСТЬЮ

Построение сечения прямого кругового цилиндра аналогично построению сечения призмы. Выполнение чертежа начинают с построения трех проекций прямого кругового цилиндра. На поверхности цилиндра проводят несколько равномерно расположенных образующих, в данном примере двенадцать. Для этого горизонтальную проекцию основания делят на 12 равных частей. С помощью линий связи проводят фронтальные проекции образующих цилиндра (рисунок 18,а).

Из комплексного чертежа видно, что плоскость P пересекает не только боковую поверхность, но и верхнее основание цилиндра. Как известно, плоскость, расположенная под углом к оси цилиндра, пересекает его по эллипсу. Фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом P_v плоскости P . Горизонтальная проекция этой фигуры совпадает с горизонтальной проекцией основания цилиндра. Профильная проекция фигуры сечения представляет собой проекцию части эллипса. Полученные таким образом профильные проекции точек фигуры сечения соединяют кривой по лекалу.

Действительный вид фигуры сечения получен способом перемены плоскостей проекций. Горизонтальная плоскость проекций заменена новой. Новая ось проекций x_1 может быть проведена параллельно следу P_v на произвольном расстоянии, но для упрощения построений она выполнена совпадающей с P_v (аналогично рисунку 17). От оси x_1 откладывают отрезки $5'5_o = 55_x$, $4'4_o = 44_x$, т.е. отрезки m , n и т.д., так как расстояние от

новой проекции этой точки до новой оси проекций равно расстоянию от прежней проекции этой точки до прежней оси проекций.

Развертка боковой поверхности усеченного цилиндра с основанием и фигурой сечения показана на рисунке 18,а. Для построения развертки на горизонтальной прямой откладывают длину окружности основания, равную πd , и делят ее на 12 равных частей. Из точек деления восставляют перпендикуляры к отрезку πd , на них откладывают действительные длины образующих цилиндра от основания до секущей плоскости P , которые взяты с фронтальной или профильной проекции цилиндра. Полученные точки $1_1...9_1$ соединяют по лекалу плавной кривой. Затем фигуру сечения соединяют с частью верхнего основания цилиндра, ограниченного хордой $1_1 9_1$ (сегмент), а фигуру нижнего основания цилиндра (окружность) соединяют с нижней частью развертки.

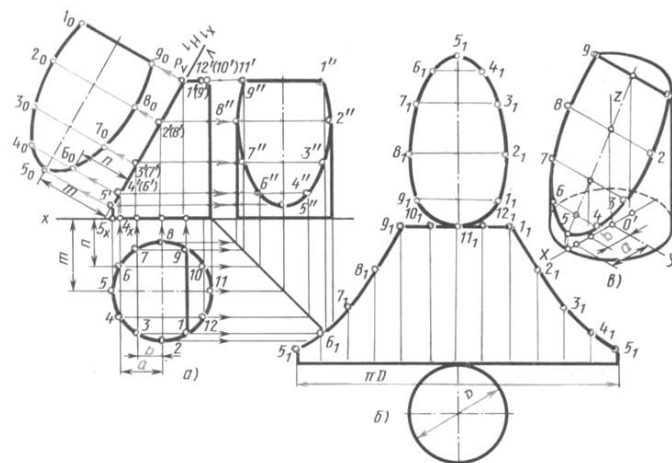


Рисунок 18

Изометрическую проекцию усеченного цилиндра строят следующим образом (рисунок 18,б). Сначала строят изометрию нижнего основания (овал) и части верхнего основания – сегмента (часть овала). На диаметре окружности нижнего основания от центра O' откладывают отрезки a , b и т.д., взятые с горизонтальной проекции основания. Затем из намеченных точек проводят прямые, параллельные оси цилиндра до пересечения с осью эллипса. Через полученные точки проводят прямые, параллельные оси u , и на них откладывают отрезки, взятые с действительного вида сечения. Полученные точки соединяют по лекалу. Заканчивают построение проведением очерковых образующих, касательных к основаниям – овалам. Образец выполненного задания приведен на рисунке 19.

Контрольные вопросы:

- Как на комплексном чертеже определяется натуральная величина фигуры сечения?
- В чем сущность способа замены плоскостей проекций?
- Какими линиями на чертеже изображаются линии сгиба разверток?

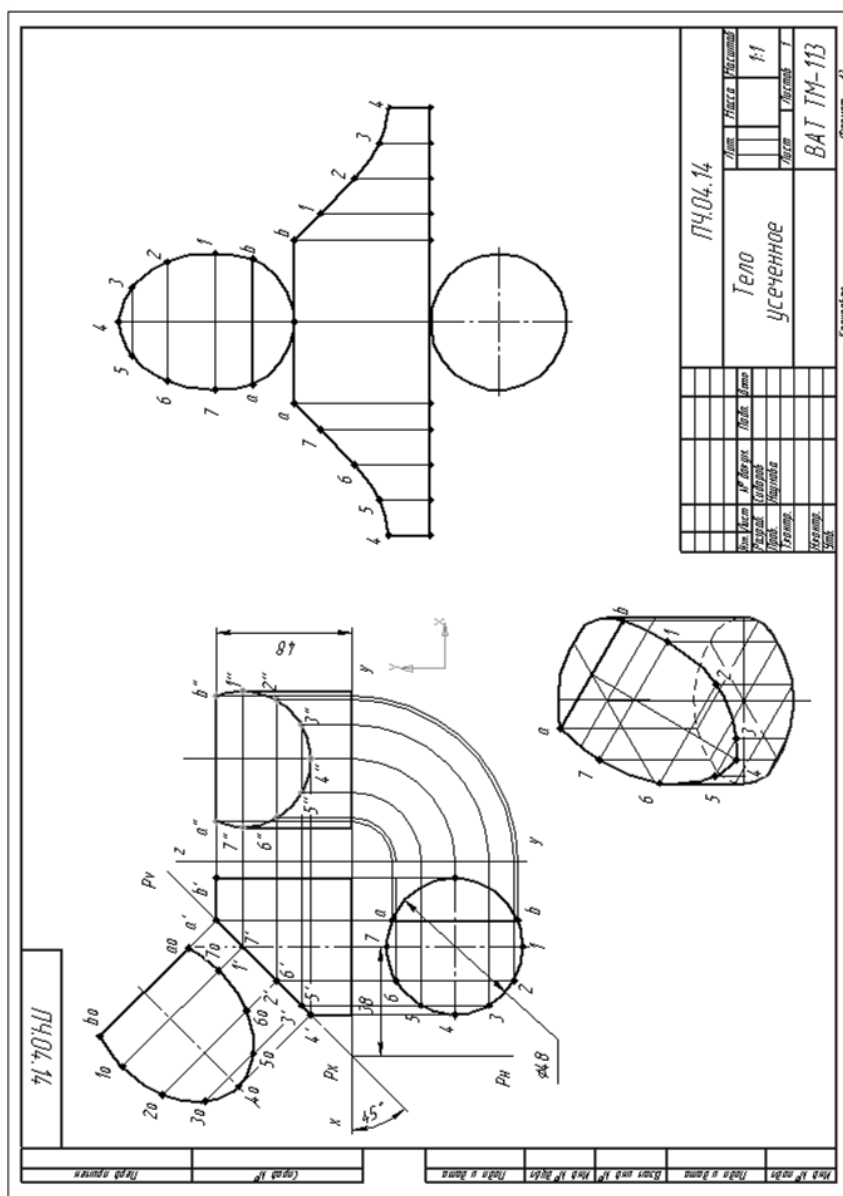


Рисунок 19- Пример выполнения графической работы

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 29.

Тема: Чертеж модели

Актуальность работы: «Овладение навыками технического рисования, проведения от руки параллельных линий, линий направленных под углом, построения окружностей и овалов».

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Построить минимальное и достаточное количество видов.
2. Проставить размеры.
3. Выполнить технический рисунок модели.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по данной теме.
2. Ознакомиться с вариантом задания.
3. По заданной модели выполнить необходимое количество основных видов.
4. Проставить необходимые размеры.
5. Выполнить технический рисунок модели.
6. Заполнить основную надпись.

Методические указания к выполнению графической работы

Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.305 - 68.

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией предмета. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие, которое состоит в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка на проекции и наоборот. При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями. В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью, как показано на рисунке 20.

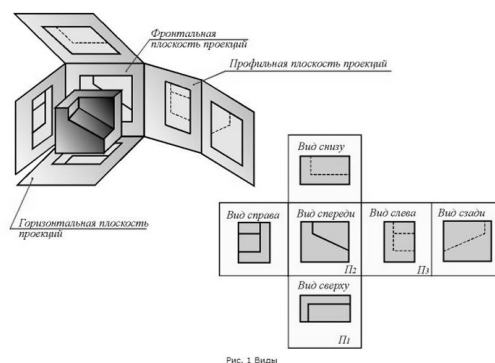


Рис. 1 Видны

Рисунок 20

Изображение на фронтальной плоскости 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. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, сечения, разрезы. Вид- изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено.

Виды разделяются на основные, местные и дополнительные. Основные виды- изображения, получаемые на основных плоскостях проекций - гранях куба (рисунок 20):

- 1 - вид спереди (главный вид);
- 2 - вид сверху;
- 3 - вид слева;
- 4 - вид справа;
- 5 - вид снизу;
- 6 - вид сзади.

Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены в проекционной связи.

Техническим рисунком называют наглядное изображение, обладающее основными свойствами аксонометрических проекций или перспективного рисунка, выполненное без применения чертежных инструментов, в глазомерном масштабе, с соблюдением пропорций и возможным оттенением формы.

Технические рисунки служат для проверки правильности прочтения сложной формы, отображенной на чертеже. Технические рисунки обязательно входят в комплект документации, подготавливаемой для передачи в зарубежные страны. Они используются в технических паспортах изделий.

Технический рисунок можно выполнить, используя метод центрального проецирования, и тем самым получить перспективное изображение предмета, либо метод параллельного проецирования (аксонометрические проекции), построив наглядное изображение без перспективных искажений.

Технический рисунок можно выполнять без выявления объема оттенением, с оттенением объема, а также с передачей цвета и материала изображаемого объекта. На технических рисунках допускается выявлять объем предметов приемами шатировки (параллельными штрихами), шраффировки (штрихами, нанесенными в виде сетки) и точечным оттенением (рисунок 21).

Наиболее часто используемый прием выявления объемов предметов — шатировка. Принято считать, что лучи света падают на предмет сверху слева. Освещенные поверхности не заштриховываются, а затененные покрываются штриховкой (точками).

При штриховке затененных мест штрихи (точки) наносятся с наименьшим расстоянием между ними, что позволяет получить более плотную штриховку (точечное оттенение) и тем самым показать тени на предметах.

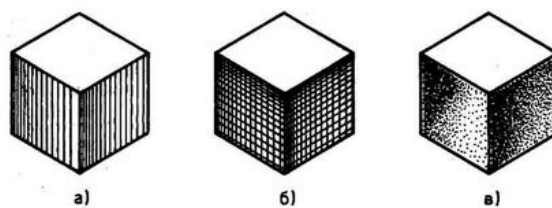


Рисунок 21-Технические рисунки с выявлением объема шатировкой (а), шраффировкой (б) и точечным оттенением (в).

Чтобы быстро и правильно выполнить технический рисунок, необходимо получить навыки проведения параллельно расположенных линий под разным наклоном, на разном расстоянии, различной толщины без применения чертежных инструментов, не пользуясь приборами, делить отрезки на равные части, строить наиболее применяемые углы (7,15,30,41,45,60,90°), делить углы на равные части, строить окружности, овалы и др.

Необходимо иметь представление об изображении различных фигур в каждой из плоскостей проекций, уметь выполнить на техническом рисунке изображения наиболее применяемых плоских фигур и простых геометрических форм. Перед началом выполнения технического рисунка решают вопрос о выборе наиболее эффективной системы наглядного изображения. В машиностроительном черчении для этой цели чаще всего используют прямоугольную изометрию. Это объясняется тем, что очертания фигур, расположенных в аксонометрических плоскостях, в изометрии претерпевают одинаковое искажение, что обеспечивает наглядность изображения и сравнительную простоту ее достижения. Находит применение и прямоугольная диметрия.

Прежде чем приступить к выполнению технического рисунка, полезно проделать ряд упражнений, к которым относятся: 1) рисование линий, 2) деление отрезков на равные части, 3) рисование углов, 4) деление углов на равные части. Необходимо помнить, что все построения выполняются в карандаше, без использования чертежных инструментов. Кроме того, необходимо уметь правильно определять на глаз размеры и соотношения частей, разделять линии и плоскость листа на равные части.

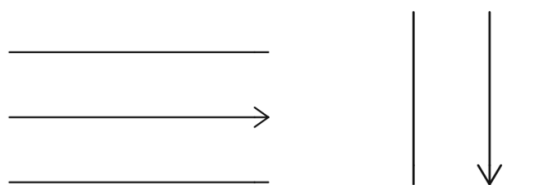


Рисунок 22

Рисование линий. Линии бывают прямые, ломаные и кривые. В практике рисования наиболее часто применяются горизонтальные и вертикальные прямые. Горизонтальная прямая рисуется следующим образом. Наметим несколько точек, отстоящих на равном расстоянии от верхнего края листа, и сделаем движение правой руки слева направо по воздуху, как бы соединяя намеченные точки. Такое упражнение повторяют несколько раз, после чего рисуют прямую линию длинными тонкими штрихами. Получившиеся искривления надо поправить, проводя карандашом более яркую линию. Ластиком пользуются после исправления рисунка (рисунок 22). Вертикальная прямая рисуется движением руки сверху вниз по тем же правилам, что и горизонтальная (рисунок 22). Наклонная прямая рисуется движением руки слева направо. В зависимости от угла

наклона прямой движение будет направлено сверху вниз или снизу вверх (рисунок 23). Кривая линия рисуется движением руки по направлению изгиба кривой.

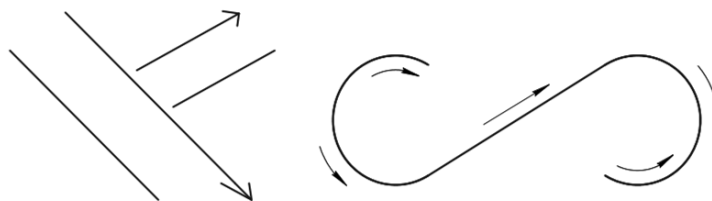


Рисунок 23

Деление отрезков на равные части. Возьмем для примера отрезок АВ, который нужно разделить на две равные части (рисунок 25). Определим на глаз середину отрезка и отметим её точкой О. Проверку деления сделаем с помощью карандаша таким образом: прикладываем конец карандаш к точке О, а точку В отмечаем на карандаше ногтем большого пальца и сравниваем полученные величины отрезков АО и ОВ. Если точка О получилась не на середине, то её перемещают влево или вправо, до тех пор, пока обе части не будут равными.

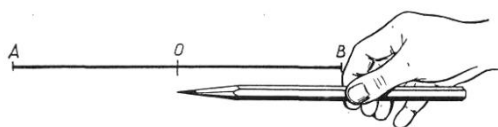


Рисунок 24

Чтобы разделить отрезок на четыре равные части, нужно сначала разделить его на две равные части, а затем каждую половинку разделить еще раз пополам и сравнить полученные отрезки. Для того чтобы разделить отрезок на шесть равных частей, сначала делят его на глаз на три равные части, а затем каждую треть отрезка делят еще раз пополам и сравнивают полученные отрезки. Или поступают другим способом: делят отрезок на две равные части, а затем каждую половину делят на три равные части и проверяют правильность построения.

Рисование углов. Угол 90° . Проведем две взаимно перпендикулярные тонкие прямые линии и сравним смежные углы. Если углы не равны, то, не стирая линий, внесем поправку, т. е. наметим более точный перпендикуляр, а затем удалим ненужные линии и обведем рисунок угла яркой линией (рисунок 25).

Угол 45° . Проведем горизонтальную прямую и возьмем на ней точку А. На произвольном расстоянии от точки А отметим на прямой точку С и проведем через нее перпендикуляр. На этом перпендикуляре отложим от точки С отрезок CD равный отрезку AC. Соединив прямой точки А и D, получим искомый угол 45° .

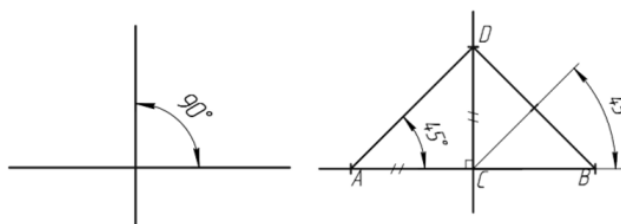


Рисунок 25

Углы 30° , 60° , 120° . Построение таких углов необходимо для построения изображений в прямоугольной изометрии. Проведем горизонтальную прямую и отметим на ней

произвольную точку O (рисунок 27), через которую проведем перпендикуляр к прямой. От точки O вправо откладываем на горизонтальной прямой пять произвольных, но равных между собой отрезков. Каждую точку деления обозначим цифрой (1,2,3,4,5). Через деление, обозначенное цифрой 5, проводим тонкую линию перпендикуляра, на котором от точки 5 вверх и вниз откладываем три таких же отрезка, и обозначаем цифрами (1,2,3). Из точек 3, расположенных выше и ниже точки 5, проводим прямые через точку O . Они будут наклонены к горизонтальной прямой под углом примерно 30° . Сумма двух углов образует угол в 60° и, соответственно, 120° .

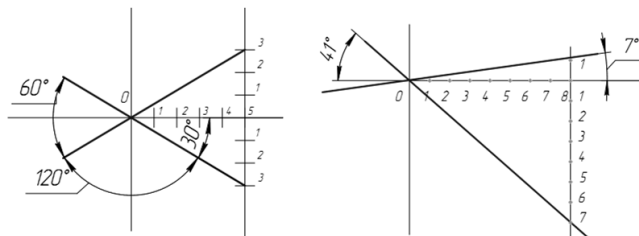


Рисунок 26

Углы 7° , 41° . Такие углы строят для построения осей прямоугольной диметрической проекции. Для этого от руки проводим две взаимно перпендикулярные прямые. Обозначим точки их пересечения буквой O . Вправо от точки O отложим на горизонтальной прямой восемь одинаковых отрезков произвольной длины. Через точку 8 проведем к горизонтальной прямой перпендикуляр и отложим на нем вниз от точки 8 семь таких же отрезков. Затем через точки 7 и O проведем прямую, которую продолжим вверх. Прямая $7—O$ пойдет под углом примерно равным 41° . Для построения угла 7° отложим на перпендикуляре вверх от точки 8 отрезок $8—1$, равный одному делению, и проведем прямую через точки 1 и O . Прямая $1—O$ будет направлена под углом 7° .

Деление углов на равные части. В практике могут встретиться случаи, когда необходимо разделить угол на несколько равных частей. Рассмотрим деление угла ABC пополам (рисунок 27). Чтобы построить биссектрису угла ABC , отложим от вершины B на сторонах угла равные отрезки $B—1$ и $B—2$. Точки 1 и 2 соединим прямой, а затем на глаз разделим отрезок $1—2$ пополам в точке 3. Биссектрисой угла ABC будет прямая, проходящая через вершину B и точку 3. Кроме того, этим способом можно разделить любой угол не только на две, но и на 4, 8, 16 и т. д. равных частей. Для этого сначала заданный угол ABC разделим пополам, а потом каждый полученный угол еще раз пополам.

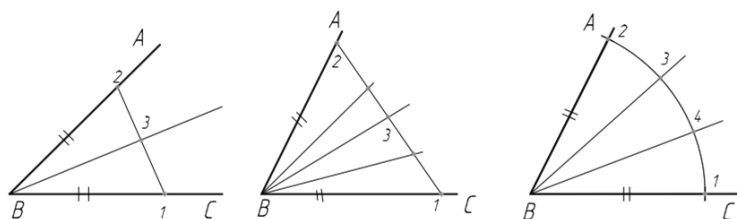


Рисунок 27

Технический рисунок может быть выполнен в такой последовательности.

1. В выбранном на чертеже месте строят аксонометрические оси и намечают расположение детали с учетом максимальной ее наглядности (рисунок 28,а).

2. Отмечают габаритные размеры детали, начиная с основания, и строят объемный параллелепипед, охвативший всю деталь (рисунок 28, б).
3. Габаритный параллелепипед мысленно расчленяют на отдельные геометрические формы, составляющие его, и выделяют их тонкими линиями (рисунок 28, в).
4. После проверки и уточнения правильности сделанных наметок обводят линиями необходимой толщины видимые элементы детали (рисунок 28, г, д).
5. Выбирают способ оттенения и выполняют соответствующую дорисовку технического рисунка (рисунок 28, е).

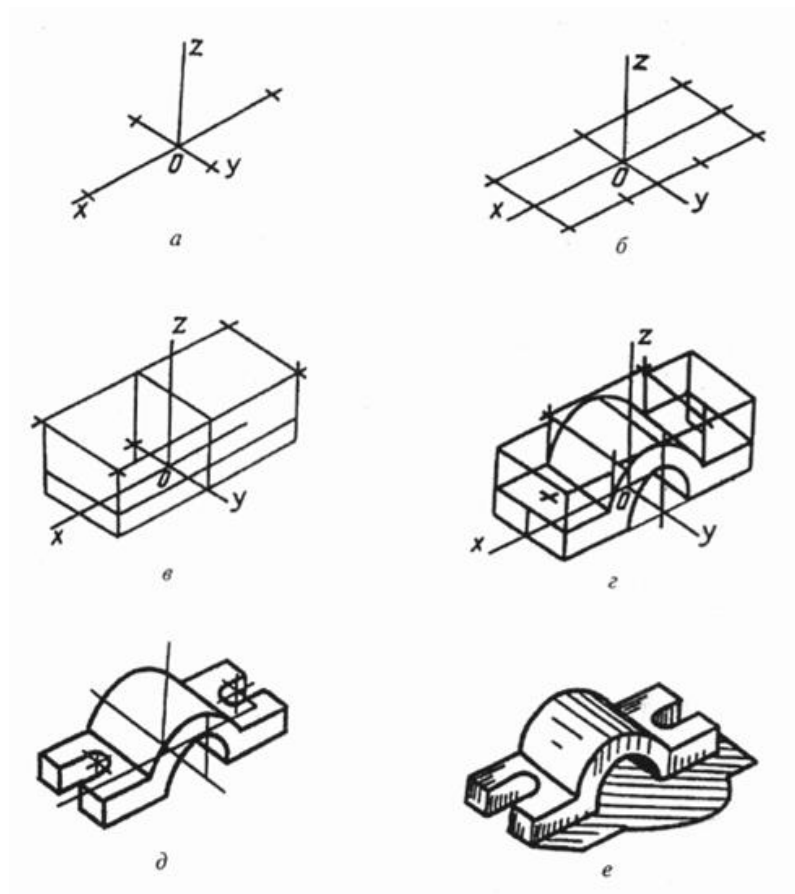


Рисунок 28

Пример выполнения графической работы №5 представлен на рисунке 29.

Контрольные вопросы:

- Чем отличается технический рисунок от аксонометрических проекций?
- Последовательность выполнения технического рисунка?
- Какие основные виды вы знаете?

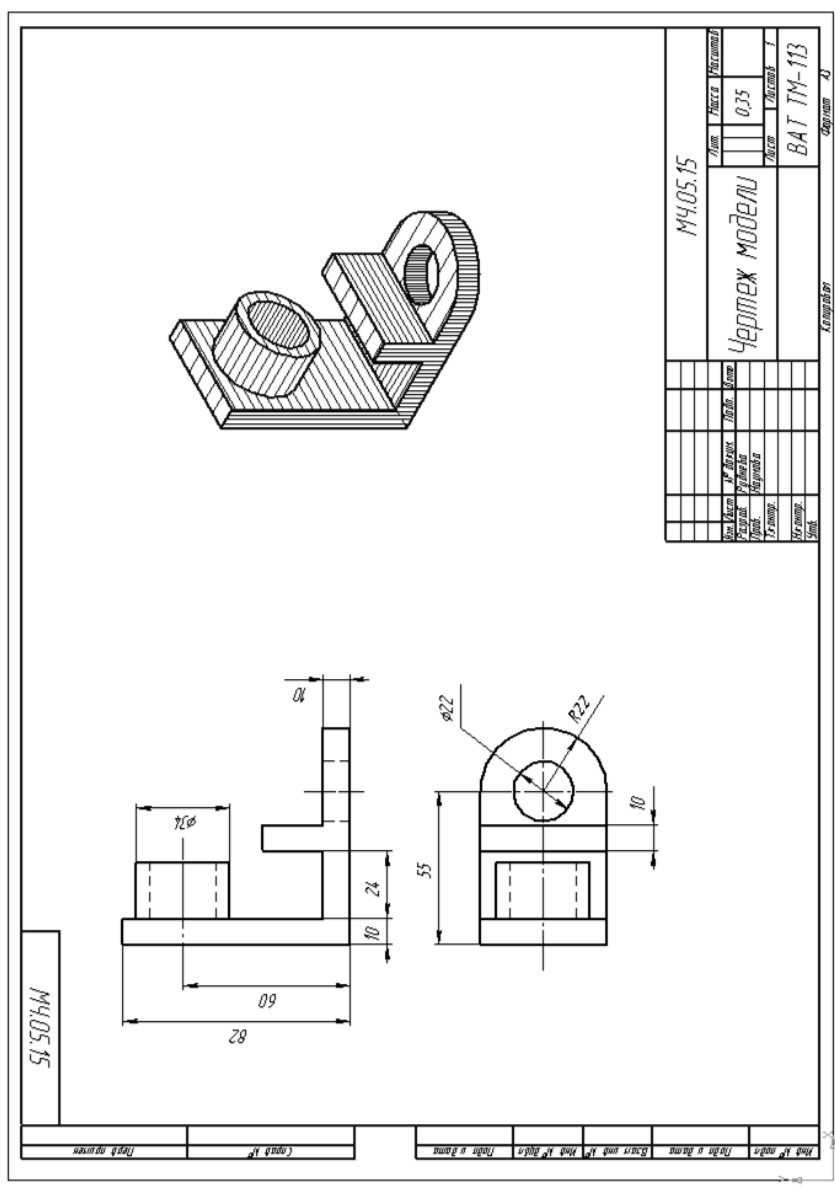


Рисунок 29. Пример выполнения графической работы №5

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 30.

Тема: Разрезы простые

Актуальность работы: «Изучение и практическое применение правил изображения предметов с использованием простых разрезов в соответствии с ГОСТ 2.305–68 и правил нанесения штриховки по ГОСТ 2.306–68. Изучение правил и приобретение навыков соединения половины вида с половиной разреза при наличии симметрии детали. Развитие навыков в простановке размеров детали на изображениях видов (наружная поверхность) и на разрезах (внутренняя поверхность) по ГОСТ 2.307–68».

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Построить три вида детали.
2. Выполнить фронтальный и профильный разрезы.
3. Построить аксонометрическую проекцию с вырезом $\frac{1}{4}$.
4. Заполнить основную надпись.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретический материал по данному вопросу.
2. Ознакомиться с вариантом задания.
3. Подготовить лист формата А3 к работе (выполнить рамку, основную надпись).
4. Выполнить три вида детали в тонких линиях.
5. Выполнить фронтальный разрез в проекционной связи, т.е. показать его на виде спереди. И сразу соединить половину вида спереди с половиной фронтального разреза.
6. Выполнить профильный разрез в проекционной связи, т.е. показать его на виде слева. И сразу соединить половину вида слева с половиной профильного разреза. Проверяем, надо ли обозначить разрезы. Так как выполняются два условия по обозначению разрезов, разрезы в данной работе не обозначаются.
7. Нанести размеры
8. Для выполнения изометрической проекции детали начертить оси проекции, построить фигуры сечения, затем дочертить части изображения детали, расположенные за секущими плоскостями.

Образец выполненного задания представлен на рисунке 34.

Методические указания к выполнению графической работы

Линии внутреннего (невидимого) контура полого предмета на чертежах изображаются штриховыми линиями. Большинство деталей имеют сложные внутренние очертания, из-за чего на чертеже может быть много штриховых линий, которые пересекаются между собой и со сплошными контурными линиями, что делает чертеж трудночитаемым и ведет к неправильному представлению о внутренних формах изображаемого изделия. В этих случаях прибегают к искусственному способу выявления внутреннего строения детали при помощи разрезов.

Принцип выполнения разрезов заключается в том, что условно представляют отсеченной и удаленной одну из частей детали так, что становится ясно внутреннее очертание оставшейся части. При этом линии невидимого контура станут видимыми и будут изображаться не штриховыми, а сплошными основными линиями.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

- а) простые - при одной секущей плоскости;
- б) сложные - при нескольких секущих плоскостях.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:

- а) горизонтальные - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- б) вертикальные - секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- в) наклонные - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальные разрезы называются:

- а) фронтальными, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;
- б) профильными, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций. Рисунок 30.

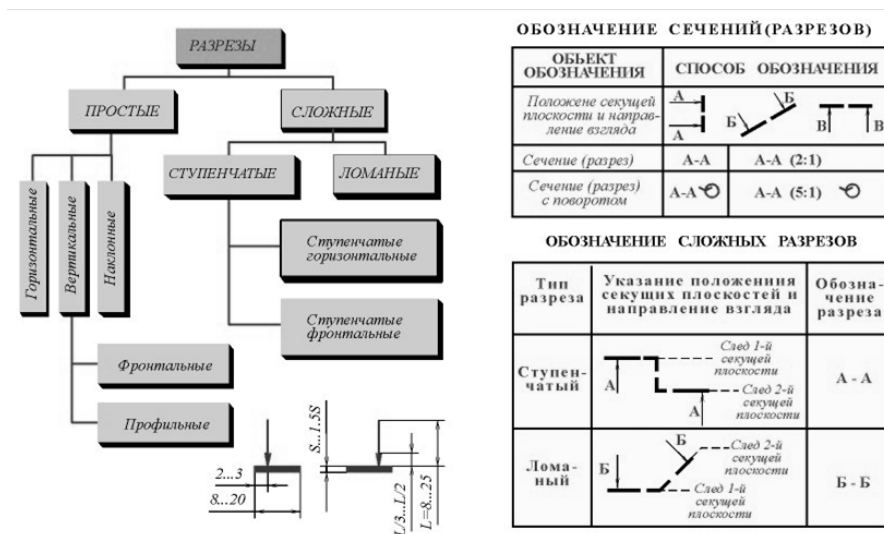


Рисунок 30

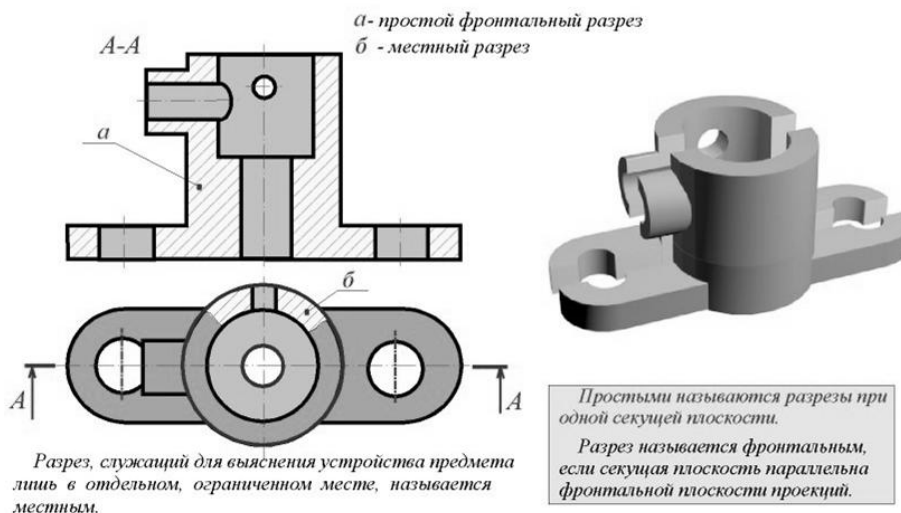


Рисунок 31

ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

Положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией и стрелками, указывающими направление взгляда, а над разрезом выполняется соответствующая надпись, указывающая секущую плоскость, примененную для получения этого разреза. Штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур изображения. На штрихах линии сечения перпендикулярно к ним ставят стрелки,

указывающие направление взгляда. Стрелки наносят на расстоянии 2-3 мм от внешнего конца штриха линии сечения.

Разрез не обозначают, если выполняются два условия:

1. Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали.
2. Если разрез расположен в проекционной связи (т.е. на соответствующем виде).

Если нарушено хоть одно условие, то разрез обозначают.

СОЕДИНЕНИЕ ПОЛОВИНЫ ВИДА С ПОЛОВИНОЙ РАЗРЕЗА

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

Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры (рисунок 32), то можно соединять половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии.

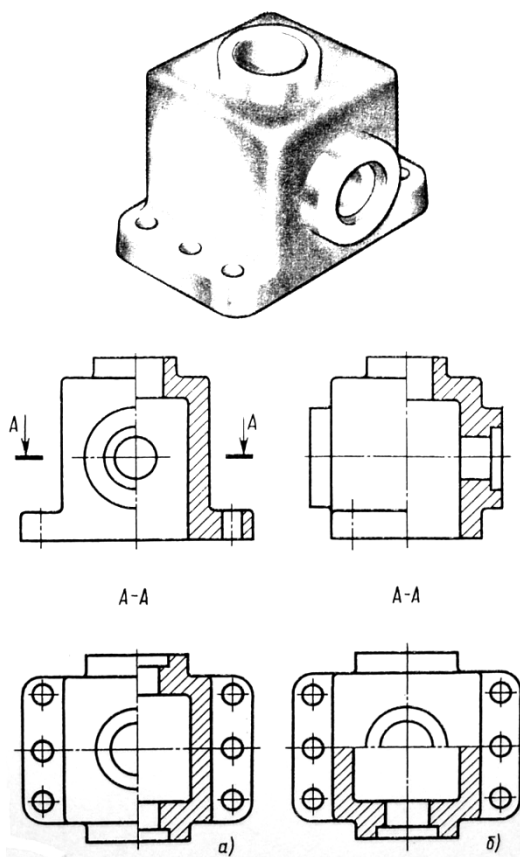


Рисунок 32

Часть разреза располагают справа (рисунок 32, а) или снизу от оси симметрии (рисунок 32, б), разделяющей часть вида с частью разреза. При соединении симметричных частей вида и разреза, если с осью симметрии совпадает проекция какой-либо линии, например ребра (рисунок 33), то вид от разреза отделяется сплошной волнистой линией, проводимой левее (рисунок 33, а) или правее (рисунок 33, б) оси симметрии. При соединении на одном изображении вида и разреза, представляющих несимметричные фигуры, часть вида от части разреза отделяется сплошной волнистой линией (рисунок 33, в).

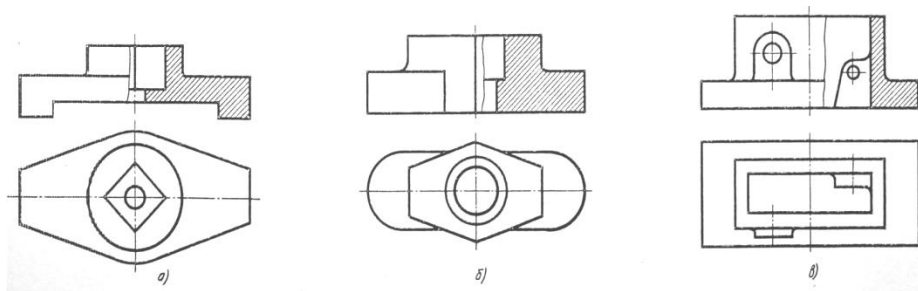


Рисунок 33

Для того, чтобы сделать чертежи более простыми и понятными, а так же с целью экономии времени при выполнении чертежа, ГОСТ устанавливает условности и упрощения.

Контрольные вопросы:

- Какие элементы детали на продольном разрезе не заштриховывают?
- Какая разница между разрезом и сечением?
- Что входит в обозначение разреза?

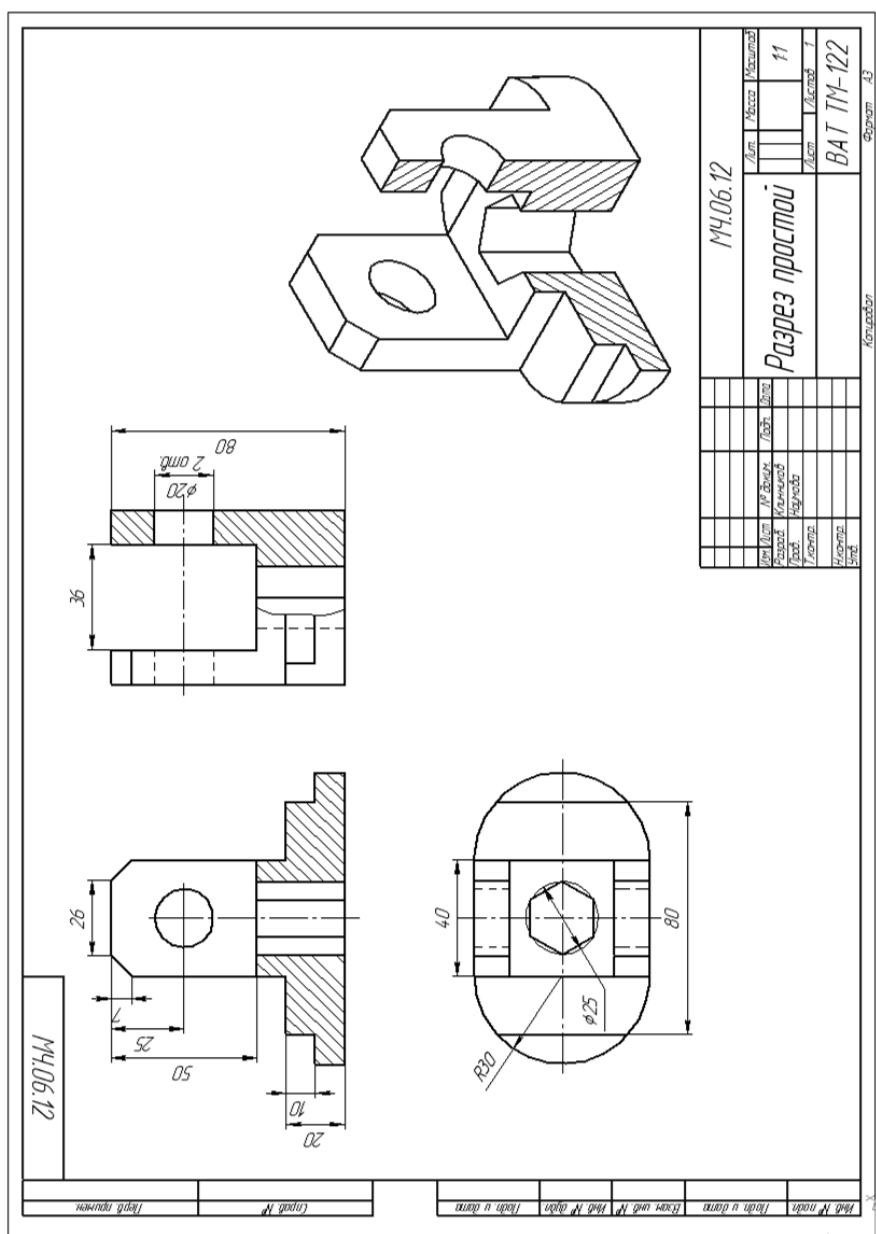


Рисунок 34- Пример выполнения графической работы №6

Актуальность работы: «Закрепление теоретического материала, касающегося правил выполнения различных разрезов и приобретение навыков осознанного использования разрезов при составлении чертежа»

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Построить три вида детали.
2. Выполнить сложный и простой разрезы.
3. Построить аксонометрическую проекцию.
4. Заполнить основную надпись.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал по данному вопросу.
 2. Ознакомиться с вариантом задания.
 3. Подготовить лист формата А3 к работе (выполнить рамку, основную надпись).
 4. Выполнить три вида детали в тонких линиях.
 5. Выполнить фронтальный разрез в проекционной связи, т.е. показать его на виде спереди. И сразу соединить половину вида спереди с половиной фронтального разреза.
 6. Выполнить профильный разрез в проекционной связи, т.е. показать его на виде слева. И сразу соединить половину вида слева с половиной профильного разреза. Проверяем, надо ли обозначить разрезы. Так как выполняются два условия по обозначению разрезов, разрезы в данной работе не обозначаются.
 7. Нанести размеры.
 8. Для выполнения изометрической проекции детали начертить оси проекции, построить фигуры сечения, затем дочертить части изображения детали, расположенные за секущими плоскостями.
- Образец выполненного задания представлен на рисунке 37.

Методические указания к выполнению графической работы

ПОНЯТИЯ О СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗАХ

Кроме простых разрезов, когда применяется одна плоскость, употребляются разрезы сложные при двух и более секущих плоскостях. Сложные разрезы разделяются на ступенчатые и ломаные.

Сложный разрез, образованный двумя и более секущими параллельными плоскостями, называется ступенчатым. Ступенчатые разрезы могут быть горизонтальными, фронтальными и профильными.

При выполнении ступенчатого разреза секущие плоскости совмещают в одну плоскость, и ступенчатый разрез оформляется как простой. Линии, разделяющие два сечения друг от друга в местах перегибов на ступенчатом разрезе, не указываются. Направление секущих плоскостей указано разомкнутыми линиями (линиями сечения). У

начального и конечного штрихов линии сечения имеются стрелки с одной и той же буквой. Линия сечения имеет также перегибы, показывающие места перехода от одной секущей плоскости к другой. Перегибы линии сечения выполняют той же толщины, как и штрихи разомкнутой линии. Стрелки указывают направление взгляда.

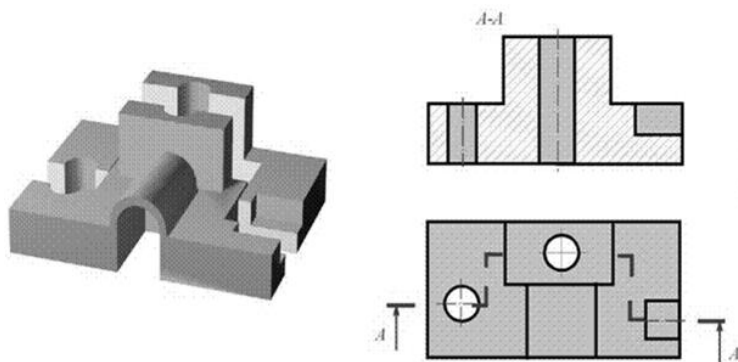


Рисунок 35

На рисунке 35 показан пример фронтального ступенчатого разреза, выполненного тремя секущими плоскостями, положение которых отмечено на виде сверху ступенчатой линией сечения. Допускается сложные разрезы располагать вне проекционной связи с другими изображениями. Профильные ступенчатые разрезы выполняются аналогично.

Ломанные разрезы – это разрезы, полученные при сечении предмета не параллельными, а пересекающимися плоскостями (рисунок 36). В этом случае одна секущая плоскость условно поворачивается около линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с другой секущей плоскостью, параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций, т.е. ломаный разрез размещается на месте соответствующего вида.

На рисунке 36 рычаг рассечен двумя пересекающимися секущими плоскостями, одна из которых является фронтальной плоскостью. Секущая плоскость, расположенная левее, мысленно поворачивается вокруг линии пересечения секущих плоскостей до совмещения с фронтальной секущей плоскостью. Вместе с секущей плоскостью поворачивается расположенная в ней фигура сечения детали. На виде спереди дано изображение рассеченной детали после выполнения указанного поворота. На рисунке для наглядности нанесены линии связи и положение части детали после поворота. Эти построения на чертеже не показывают.

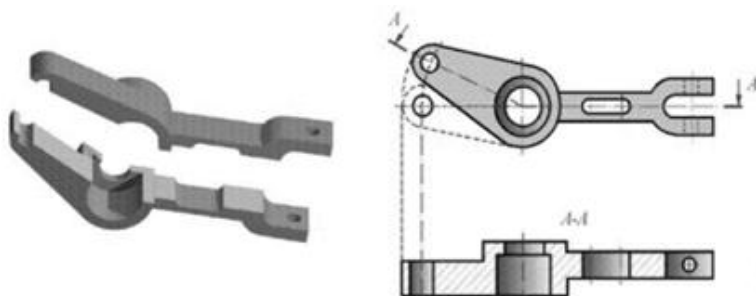


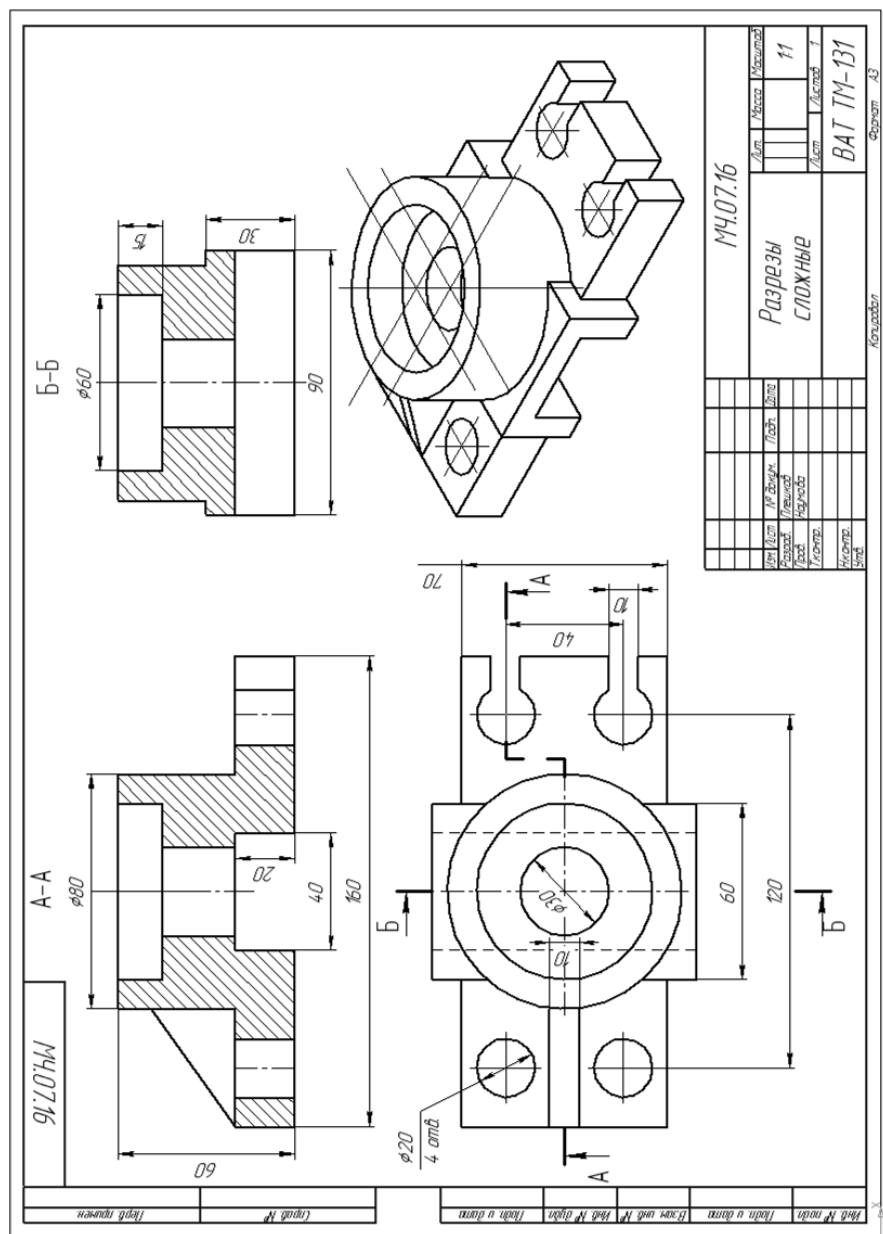
Рисунок 36

При выполнении ломаного разреза, когда одна секущая плоскость поворачивается до совмещения с другой, элементы предмета, расположенные за ней, не поворачиваются: они изображаются так, как они проецируются на соответствующую плоскость проекций при условии, что разрез не выполняется. Исключением из этого правила могут быть

случаи, когда элементы предмета расположены симметрично относительно поворачиваемой секущей плоскости.

Контрольные вопросы:

- Что называется сложным разрезом?
- Назовите виды сложных разрезов?
- Что входит в обозначение разреза?



110

Актуальность работы: «Привить студентам навыки изображения эскизов различных деталей»

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Выполнить необходимые изображения: виды, разрезы, сечения, выносные элементы.
2. Проставить размеры и технологические обозначения.
3. Нанести обозначение шероховатости поверхностей.
4. Заполнить основную надпись чертежа.

Порядок выполнения работы:

1. Намечаются габаритные прямоугольники для контурных очертаний изображений и проводятся основные, центровые и осевые линии;
2. Наносятся основные контуры проекционных видов;
3. выполняются разрезы и сечения, дополнительные и местные виды, если они требуются;
4. Наносятся сетки размерных линий (размерные и выносные линии без чисел) от технологических базовых поверхностей;
5. Деталь обмеряют и ставят размерные числа в заготовленную сетку размерных линий;
6. Наносятся знаки шероховатости поверхностей и надписи, указывающие виды термической обработки и виды отделки;
7. Эскиз тщательно проверяется и обводится, заполняется штамп.

В штампе в графе “Материал”, указывается марка материала и номер стандарта на этот материал. Например, ст 3 ГОСТ 380-70, сч 18-36 ГОСТ 1412-70.(см. справочники по машиностроительному черчению).

Методические указания к выполнению графической работы

Эскиз – это чертеж, выполненный от руки в глазомерном масштабе. Соблюдать масштаб по ГОСТу не требуется, но обязательно должна быть выдержана пропорциональность между размерами отдельных элементов детали и проекционная связь между видами. Эскиз является материалом, по которому выполняется рабочий чертёж детали, а при необходимости в производстве по эскизу может быть изготовлена деталь, поэтому к эскизу предъявляются те же требования, что и к рабочему чертежу, то есть на эскизе должны быть:

- Необходимое и достаточное количество видов, разрезов и сечений, выявляющих форму детали;
- Проставлены все размеры, необходимые для изготовления детали и контроля;
- Знаки шероховатости поверхности, виды термообработки, отделки и т.п.;
- Указан материал детали и вес;
- Подписи ответственных лиц.

Эскиз выполняется на бумаге в клетку мягким карандашом (М, 2М) с соблюдением стандартов по оформлению чертежа (линии, шрифты, надписи, простановка размеров). Прежде чем приступить к непосредственному выполнению эскиза детали надо определить следующее:

1. Рабочее положение детали и главный вид, который давал бы наиболее полное представление о форме детали:

а) если деталь имеет вполне определенное рабочее положение, то она показывается в этом положении (станина станка, корпус домкрата и т.п.)

б) с целью удобства чтения чертежа детали при её изготовлении главный вид должен быть начерчен в том положении, которая занимает заготовка детали при выполнении основной операции технологического процесса изготовления.

Например, оси, валы, втулки, стержни, пробки, зубчатые колёса, шкивы, и др. детали, оси которые располагаются горизонтально при обработке на токарном станке, на главном виде чертежа располагаются также горизонтально.

2. Минимальное число изображений, необходимое для полного представления обо всей форме детали. Каждое назначаемое изображение должно отражать такие элементы детали, которые не отражены в предыдущих изображениях, если этого нового нет, то изображение является лишним.

3. Количество дополнительных и местных видов, разрезов и сечений, выявляющих все особенности внешней и внутренней форм детали.

4. Выявить элементы поверхности детали: фаски, лыски, галтели, проточки и прочее.

После этого можно приступить к составлению эскиза. Образец выполнения представлен на рисунке 38.

Контрольные вопросы:

- В чем отличие эскиза и рабочего чертежа?
- Какая разница между основным и дополнительным видом?
- В каком месте чертежа записывают технические требования?

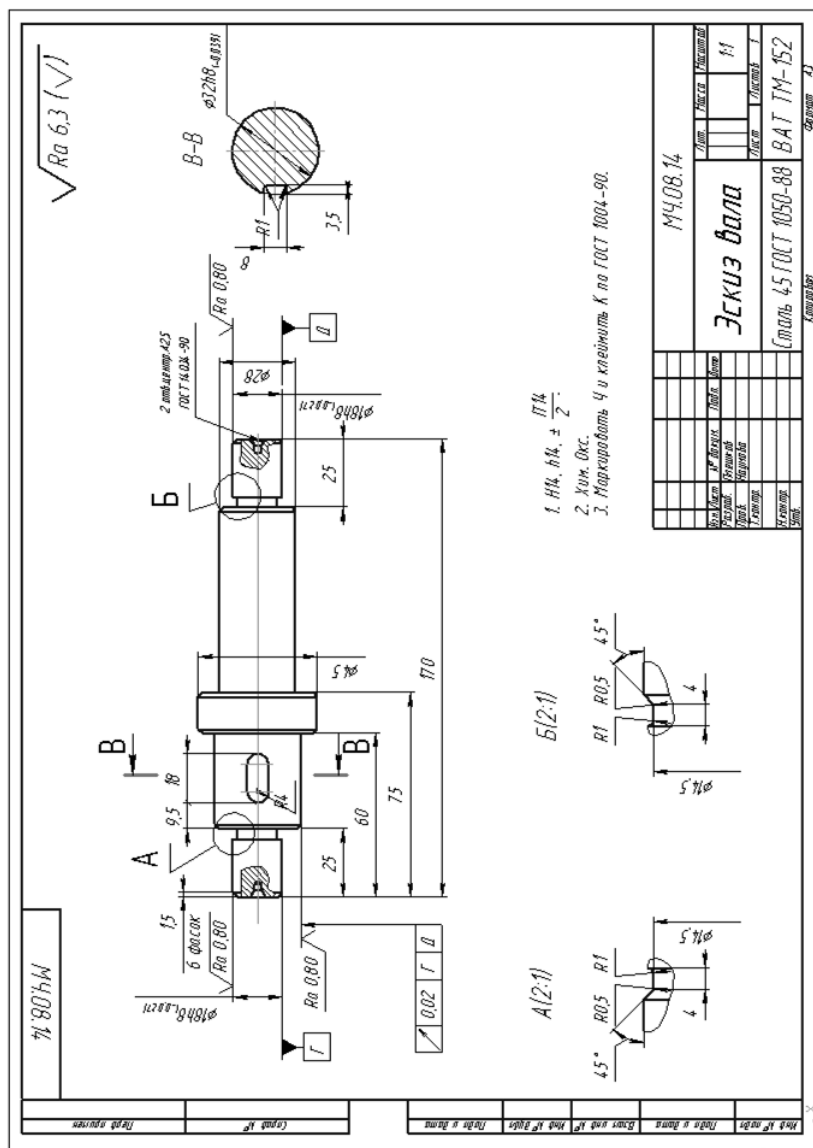


Рисунок 38- Пример выполнения графической работы №8

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 33.

Тема: Эскиз штанца

Актуальность работы: «Привить студентам навыки изображения эскизов различных деталей»

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А3, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Выполнить необходимые изображения: виды, разрезы, сечения, выносные элементы.
2. Проставить размеры и технологические обозначения.
3. Нанести обозначение шероховатости поверхностей.
4. Заполнить основную надпись чертежа.

Порядок выполнения работы:

1. Намечаются габаритные прямоугольники для контурных очертаний изображений и проводятся основные, центровые и осевые линии;
2. Наносятся основные контуры проекционных видов;
3. выполняются разрезы и сечения, дополнительные и местные виды, если они требуются;
4. Наносятся сетки размерных линий (размерные и выносные линии без чисел) от технологических базовых поверхностей;
5. Деталь обмеряют и ставят размерные числа в заготовленную сетку размерных линий;
6. Наносятся знаки шероховатости поверхностей и надписи, указывающие виды термической обработки и виды отделки;
7. Эскиз тщательно проверяется и обводится, заполняется штамп.

В штампе в графе “Материал”, указывается марка материала и номер стандарта на этот материал. Например, ст 3 ГОСТ 380-70, сч 18-36 ГОСТ 1412-70.(см. справочники по машиностроительному черчению).

Методические указания к выполнению графической работы

Эскиз – это чертеж, выполненный от руки в глазомерном масштабе. Соблюдать масштаб по ГОСТу не требуется, но обязательно должна быть выдержана пропорциональность между размерами отдельных элементов детали и проекционная связь между видами. Эскиз является материалом, по которому выполняется рабочий чертёж детали, а при необходимости в производстве по эскизу может быть изготовлена деталь, поэтому к эскизу предъявляются те же требования, что и к рабочему чертежу, то есть на эскизе должны быть:

- Необходимое и достаточное количество видов, разрезов и сечений, выявляющих форму детали;
- Проставлены все размеры, необходимые для изготовления детали и контроля;
- Знаки шероховатости поверхности, виды термообработки, отделки и т.п.;
- Указан материал детали и вес;
- Подписи ответственных лиц.

Эскиз выполняется на бумаге в клетку мягким карандашом (М, 2М) с соблюдением стандартов по оформлению чертежа (линии, шрифты, надписи, простановка размеров).

Рассмотрим пример составления эскиза детали – штуцера, рисунок 39.

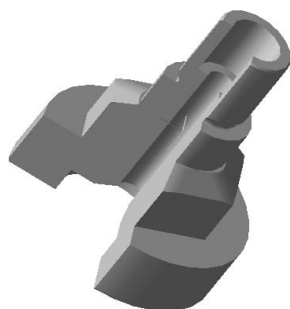


Рисунок 39

Анализ детали

Для данной детали, чтобы иметь полное представление о её форме, достаточно взять для проекции: вид спереди (гл. вид) и вид сверху (для показа гранной части) и выполнить один фронтальный разрез. Так как деталь симметричная, надо совместить половину внешнего вида с половиной разреза. Имеются проточка, фаска, резьба, гранная часть под ключ.

Порядок составления эскиза детали

1. Намечаются габаритные прямоугольники для контурных очертаний проекции, и проводятся центровые и осевые линии.
2. Наносятся основные контуры проекционных видов, рисунок 40.

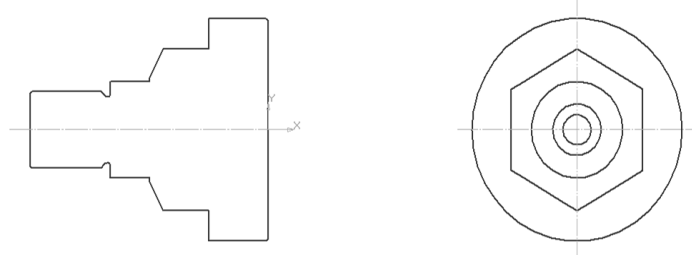


Рисунок 40

3. Сверху выполняются линии внешнего вида, снизу выполняется разрез, рисунок 41

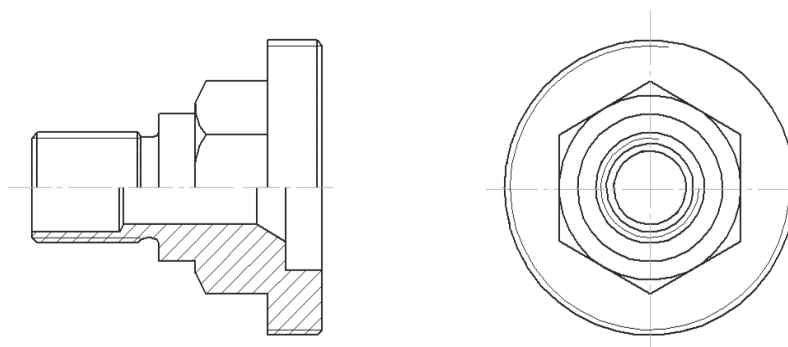


Рисунок 41

4. Наносят сетку размерных линий от технологических базовых поверхностей. При этом надо помнить:

- Все размеры на эскизах и рабочих чертежах проставляются исходя из технологии изготовления и обработки деталей и их контроля. Поэтому перед простановкой размеров должны быть выбраны технологические базы, от которых будет производиться обмер детали при её обработке на станке контроля размеров. В машиностроении существуют конструкторские и технологические базы. Технологической базой называется элемент детали, от которого удобнее всего производить её обработку на станках и измерения в процессе обработки. За такую базу могут быть приняты точка, линия, поверхность. База может быть одна и несколько (основные и вспомогательные базы). Рассмотрим пример простановки размеров на валике от технологической базы – правого торца детали. Рисунок 42.

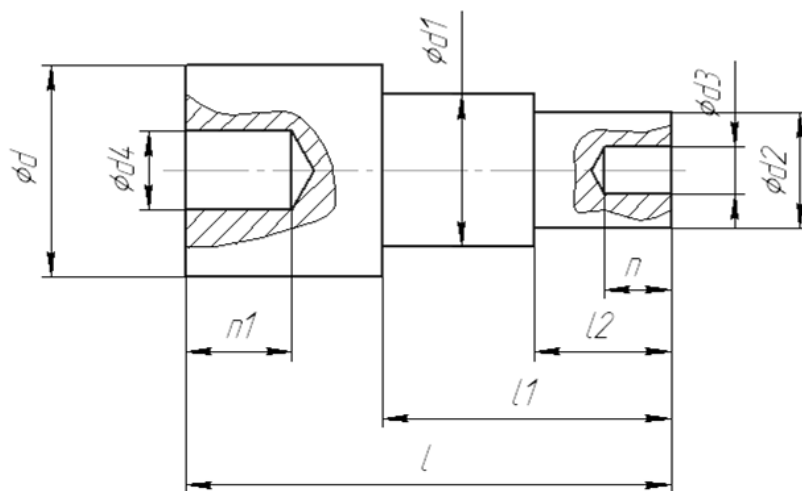


Рисунок 42

Сначала заготовку детали протачивают по диаметру d на длину l . Затем по диаметру d_1 на длину l_1 и, наконец, по диаметру d_2 на длину l_2 . От этой же базовой поверхности сверлят отверстие диаметром d_3 на глубину p . От вспомогательной базовой поверхности сверлят отверстие с левого торца диаметром d_4 на глубину p_1 .

Указанная на чертеже простановка размеров полностью соответствует последовательности обработки детали и ее контроля; при такой простановке размеров не требуется производить никаких подсчетов определенной технологической операции.

- Если совмещается половина внешнего вида с половиной разреза, то размеры, относящиеся к виду, ставятся слева от оси или сверху, т.е. там, где изображен внешний вид детали, а размеры, касающиеся внутреннего строения детали, справа или снизу, т.е. там, где изображен разрез, рисунок 43.

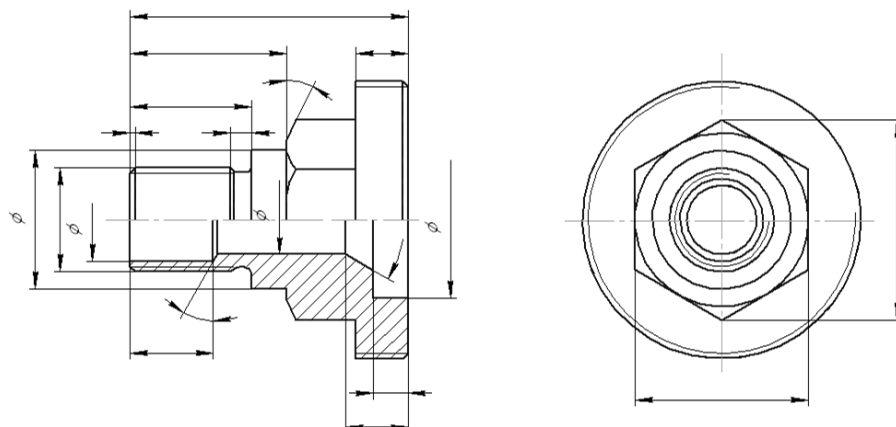


Рисунок 43

- Если резьба нарезана с проточкой, то длина нарезанной части ставится вместе с шириной проточки, затем указывается диаметр проточки, рисунок 44.

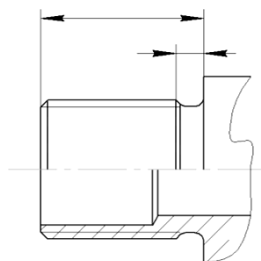
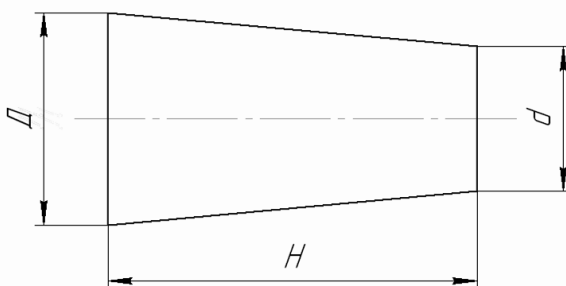


Рисунок 44

- Если центры отверстий расположены по окружности, то становится диаметр этой центральной окружности.
- Выполняя эскизы деталей, изготовленных литьем, следует предусматривать линейные уклоны, которые делаются для удобства извлечения детали из форм после отливки.

Нормальным линейным уклоном считается уклон 7% и 1:20.

На эскизе (или рабочем чертеже) линейные уклоны изображаются, но не обозначаются.



- Для деталей, имеющих форму конуса, следует вычислять конусность по формуле 1 и обозначать ее на чертеже.

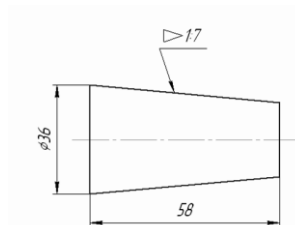
$$K = D - d / H \quad (1)$$

Полученную конусность надо сравнить с нормальной стандартной и взять более близкую к полученной.

Например: $D=36$; $d=28$; $H=58$, подставив в формулу, получаем:

$$K = \frac{36 - 28}{58} = \frac{1}{7,28}$$

В таблице нормальных конусностей близкая стандартная конусность к полученной 1:7. Следовательно, на чертеже ставим:



5. Деталь обмеряют и ставят размерные числа в заготовленную сетку размерных линий.

Определение резьбы с натуры. Для определения профиля резьбы, имеющейся на деталях, применяются два шаблона – резьбомера:

№1 – для метрической резьбы

№2 – для дюймовой и трубной резьб.

На корпусе резьбомера для метрической резьбы выбито клеймо М60, а на каждой пластинке шаг резьбы в мм.

Определять резьбу рекомендуется в следующем порядке:

- Измеряют наружный диаметр резьбы d (на стержне – диаметр выступов, в отверстие диаметр впадин).
- Определяют при помощи резьбомера шаг резьбы P или число ниток (витков) на 1 дюйм.
- Полученные данные d и P сравнивают с таблицами стандартов резьб (справочник по машиностроительному черчению, раздел V).

Например:

- к верхней резьбе данного штуцера подошел метрический резьбомер, на пластинке которого стоит шаг $P=1,5$ мм. При замере наружного диаметра резьбы получилось $d=30$ мм. Сравниваем полученные данные с данными d и P таблицы метрической резьбы. Для диаметра 30 мм шаг 1,5 мм – мелкий. Следовательно, на чертеже указываем и диаметр и шаг. Если для полученного диаметра шаг будет крупным, то на чертеже он не указывается.
- к нижней резьбе штуцера подошел дюймовый резьбомер, на пластинке стоит 114, наружный диаметр при замере получился $d=59,9$ мм.

Если к резьбе подошел дюймовый резьбомер, то резьба может быть трубной или дюймовой.

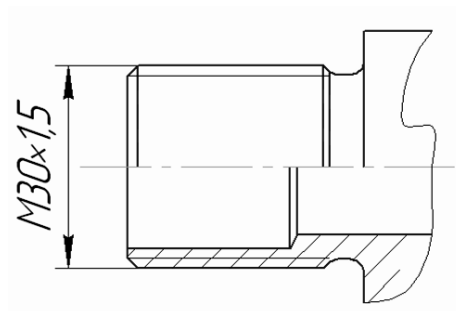
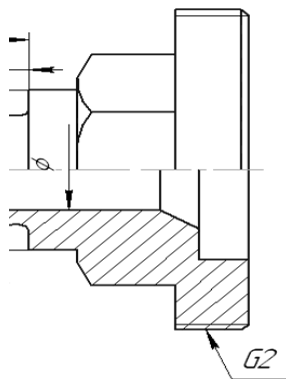


Рисунок 45

Решить какая резьба – дюймовая или трубная у данной детали, можно после сравнения полученных данных d и числа ниток с таблицами дюймовой и трубной резьб. У дюймовой резьбы число ниток на 1 дюйм иное, чем у трубной, кроме 11 ниток. Но 11 ниток у дюймовой резьбы соответствует только наружному диаметру 5/8 (15,875 мм.). А у трубной резьбы 11 ниток соответствуют диаметрам от 33 до 164 мм.

Рисунок 46

У данной детали-штуцера $d=59,6$ мм при 11н. следовательно, резьба трубная



2".Рисунок 46.

Существует резьба со стандартным профилем, но с размерами диаметра и шага отличными от стандартизированных (табличных), такая резьба называется специальной. Тогда перед условным обозначением резьбы ставится «СП» (специальная), затем дается условное обозначение профиля, и указываются размеры наружного диаметра резьбы и шага.

6. Наносят знаки шероховатости поверхности и надписи, указывающие виды термической обработки и отделки. В зависимости от назначения при работе поверхности деталей могут обрабатываться по разному.

На чертежах наносятся особые условные знаки шероховатости поверхности, установленные ГОСТом.

Таких знаков три:



Знак указывает на шероховатость поверхности, подлежащей образованию без удаления слоя материала (литьем, ковкой, прокатом, волочением, штампованием и т.п.)



Знак наносится на поверхность, вид обработки которой конструктором не устанавливается.



Знак указывает, что шероховатость поверхности должна быть образована удалением слоя материала (точением, фрезерованием, шлифованием, полированием, и т.п.)

В зависимости то того, как обработана поверхность, к знаку добавляются классы шероховатости поверхности. ГОСТом их установлено 14, таблица 3.

Таблица 3

Класс шероховатости	Характер поверхности	Примерный перечень поверхностей, обозначаемых данным классом
1 2 3	Грубо обработанная поверхность – явно видны следы обработки	Кронштейны, фланцы, штуцеры, поверхности чистых болтов, гаек, поверхности грубо соприкасающиеся
4 5 6	Получистая поверхность – едва видны следы обработки	Наружные поверхности шкивов, рабочие поверхности цилиндров, двигателей и т.д.
7 8 9	Чистая поверхность без заметных следов обработки. Поверхность обработанная шлифованием	Вращающиеся, скользящие поверхности: шейки валов, скалки насосов.
10 11 12 13 14	Весьма чистая зеркальная поверхность. Поверхность, обработанная притиркой, полировкой	Шарикоподшипники, поршневые кольца, пробки кранов, поверхности точных измерительных инструментов и т.п.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a – среднее арифметическое абсолютных значений отклонения профиля в пределах базовой длины l .

$$R_a = 1/n \sum (y_i) \quad (2)$$

Высота неровности профиля по десяти точкам R_z – сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов профиля в пределах базовой длины l .

$$R_z = 1/5 (E | H_{i \max} | + E | H_{i \min} |) \quad (3)$$

Параметр R_z в настоящее время не рекомендован к применению.

При нанесении знаков шероховатости поверхности может быть 3 случая:

1. Поверхность детали обработана всюду одинаково, тогда условный знак шероховатости ставится в правом верхнем углу формата. Рисунок 47.

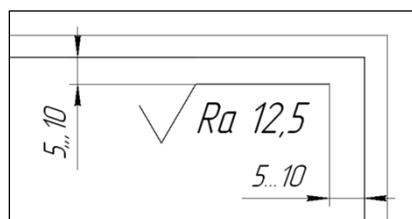
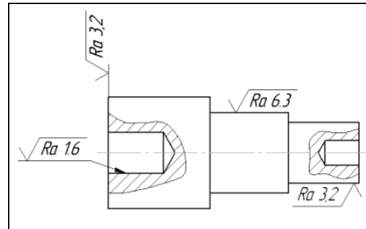


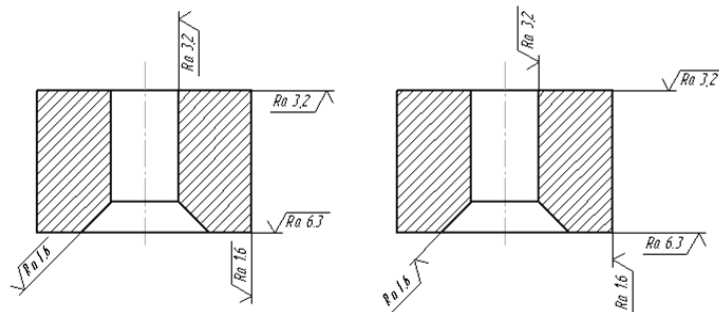
Рисунок 47

2. Поверхности детали обработаны по-разному, тогда знаки шероховатости наносятся на изображение каждой поверхности непосредственно на проекциях. Знаки можно наносить на выносные линии при недостатке места на контурных. Рисунок 48.

Рисунок 48



3. Большинство поверхностей данной детали имеет одинаковую шероховатость, тогда обозначение этой шероховатости помещают в правый верхний угол формата с добавлением в скобках знака, а на изображение детали наносят только обозначения шероховатости поверхностей, которые имеют другую степень шероховатости. Условные знаки обозначений шероховатости поверхностей следует наносить с той стороны линии, изображающей поверхность, с которой можно обработать данную поверхность. На рисунке 49 показано правильное и неправильное нанесение знаков.



НЕПРАВИЛЬНО!!!

ПРАВИЛЬНО.

Рисунок 49

При составлении эскизов с натуры для определения шероховатости поверхностей детали надо пользоваться образцами (эталоны), сравнивая поверхность детали с ними. В технических требованиях над штампом эскиза или чертежа, рекомендуется указывать отделку и термическую обработку всей детали. Если подобной обработке подвергается часть детали, то эту часть ограничивают утолщенной штрих – пунктирной линией.

Контрольные вопросы:

- В чем отличие эскиза и рабочего чертежа?
- Какая разница между основным и дополнительным видом?
- В каком месте чертежа записывают технические требования?

- Чертежные инструменты.
- Формат А2, ватман.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

Начертить резьбовые соединения на формате А2 с одним штампом. Названия соединений указать шрифтом №5 строчным:

1. Соединение болтом в трех проекциях (шайба пружинная);
2. Соединение шпилькой в двух проекциях (шайба обычная), вычертить со всеми условностями и упрощениями, допускаемые на сборочном чертеже, вычертить посадочное гнездо со шпилькой и поставить размеры;
3. Соединение винтами в двух проекциях (соединение винтом с полукруглой головкой вычертить со всеми упрощениями и условностями, с цилиндрической головкой вкручивается в глухое резьбовое отверстие, винт с потайной головкой - в сквозное резьбовое отверстие).
4. На полках линий выносок, проведенных от резьбовых изделий и шайб, записать их условные обозначения.
5. На соединениях поставить размеры: длину болта, шпильки, винтов, их диаметры с условным обозначением резьбы и размеры гаек под ключ.

Методические указания к выполнению графической работы

Детали, применяемые для соединения других деталей, называются крепежными (болты, винты, шпильки и т.д.) Крепежные детали могут быть вычерчены:

- По их действительным размерам, которые берутся по таблицам ГОСТ.
- По условным приближенным размерам. В этом случае все размеры берутся в зависимости от заданного диаметра резьбы.

На сборочных чертежах крепежные детали вычерчиваются по условным размерам.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

В зависимости необходимых механических свойств материала, из которого изготовлена крепежная деталь, она характеризуется определенным классом прочности или относится к определенной группе. ГОСТ 1759-70 устанавливает ряд классов прочности для крепежных деталей, обозначения некоторых из них приведены в таблице 4.

Таблица 4

Резьбовые крепежные детали	Материал	
	Углеродистые и легированные стали	Цветные сплавы
	Классы прочности	Группы
Болты, винты, гайки	3,6; 4,6; 5,8; 6,6; 6,8; 6,9	31; 32; 33; 34; 35; 36
Гайки	4;5;6;8	

Классы прочности болтов, винтов, шпилек из углеродистых и легированных сталей состоят из двух чисел. Первое число, умноженное на 100, определяет величину минимального временного сопротивления в Н/мм мм, второе число, умноженное на 10, определяет отношение предела текучести к временному сопротивлению в процентах; произведение этих чисел дает величину предела текучести в Н/мм мм.

Для гаек, изготовленных из углеродистых и легированных сталей, число, обозначающее класс прочности, при умножении на 100 дает величину в Н/мм мм от испытательной нагрузки.

Для каждого класса прочности стандарт рекомендует определенные марки стали. ГОСТ 1759-70 устанавливает виды и условные обозначения антикоррозионных покрытий, а ГОСТ 9791-68 определяет толщину покрытия. Обозначение вида покрытий приведено в таблице 5.

Таблица 5

Вид покрытия	Условное обозначение вида	
	Цифровое	По ГОСТ 9.073-77
Цинковое, хромированное	01	Ц. хр.
Кадмиевое, хромированное	02	Кд. хр.
Многослойное: медь – никель	03	МН
Окисное	04	Хим. окс.
Фосфатное с пропиткой маслом	05	Хим.Фос.прм.
Оловянное	06	О
Медное	07	М
Цинковое	08	Ц
Цинковое горячее	09	Гор.ц.
Окисное, наполненное в р-ре бихромата калия	10	Ан.Окс.кр.
Окисное	11	Хим.пас.
Серебрянное	12	Ср.
Никелевое	13	Н
Детали без покрытия	00	

Общий порядок построения обозначения стандартной крепёжной детали:

1. Наименование крепёжной детали.
2. Класс точности (если он определяется непосредственно).
3. Исполнение (если оно существует, однако исполнение первое не записывается, а задаётся по умолчанию).
4. Обозначение основного параметра (основных параметров, если их несколько).
5. Обозначение материала детали.
6. Обозначение толщины покрытия (толщина выбирается из ряда 3, 6, 9 мкм, если она регламентируется). Последние два пункта записываются единой тройкой цифр.
7. Обозначение стандарта, определяющего в общем плане конструкцию, исполнение, размеры и точность крепёжной детали.

ПРИМЕРЫ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

1. Болт с шестигранной головкой, нормальной точности, исполнения 2 с диаметром резьбы $d=12$ мм, мелким шагом 1.25 мм, а полем допусков 6g, длиной $l=60$ мм, классом прочности 68, 09 - цинковое покрытие толщиной 9 мкм.

Болт 2 М 12 × 1.25 6g × 60.68.099 ГОСТ 7798-70

Без определенных знаний, нельзя обоснованно назначить класс прочности деталей, поэтому в процессе изучения "Инженерной графики" мы будем принимать низшие классы прочности: для болтов, винтов, шпилек - 3.6; для гаек - 4; а также предпочтем применение деталей без покрытия, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 8g и 7H, тогда обозначение крепежных деталей примет следующих вид:

Болт 2М 24× 80.36 ГОСТ 7798-70

Тот же болт, выполненный в 1 исполнении, будет иметь обозначение:

Болт М24× 80.36 ГОСТ 7798-70

2. Винт с цилиндрической головкой класса точности А по ГОСТ 1491-80 с диаметром резьбы М20, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 8g, длиной 80 мм, без покрытия, будет иметь обозначение:

Винт А М 20× 80.36 ГОСТ 1478-75

3. Шпилька, выполненная по ГОСТ 22032-76 с диаметром резьбы М24, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 8g, длиной 80 мм, без покрытия, с классом прочности 36, будет иметь следующее обозначение:

Шпилька М24× 80.36 ГОСТ 22032-76

4. Шестигранная гайка нормальная, класса точности В по ГОСТ 5915-70, с диаметром резьбы М24, с крупным шагом, классом прочности 4, без покрытия будет иметь следующее обозначение:

Гайка М24.4 ГОСТ 5915-70

5. В условном обозначении шайб указывают: наименование, вид исполнения (исполнение 1 не указывают), диаметр стержня, крепежной детали, условное обозначение группы материала, условное обозначение покрытия, номер размерного стандарта.

Шайба нормальная, исполнения 2, для болта с диаметром стержня 12 мм из стали марки 08КП.ю покрытие 09, толщина покрытия 9мкм, изготовленная по ГОСТ 11371-78.

Шайба 2.12.01.08КП.09.9 ГОСТ 11371-78

Пружинная шайба нормальная, исполненная 1 для диаметра стержня крепежной детали 12 мм из стали 65Г, с покрытием 02, толщиной 9 мкм по ГОСТ 6402-70.

Шайба 12.65Г.09.9 ГОСТ 6402-70

Шайбы всегда изготавливаются с покрытием.

РАЗРАБОТКА БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

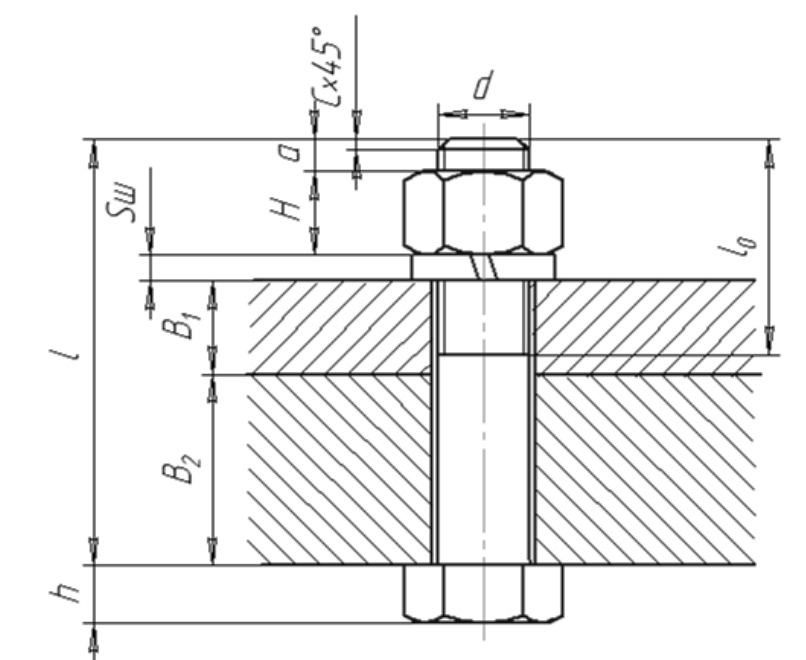


Рисунок 51

Чертеж болтового соединения (рисунок 51) обычно разрабатывают исходя из заданного диаметра резьбы болта и толщины B_1 и B_2 соединяемых деталей. Варианты заданий даны в таблице 6. При этом длину l болта рассчитывают по формуле 1.

$$l = B_1 + B_2 + S_{ш} + H + a \quad (1)$$

где: $S_{ш}$ - толщина шайбы, берется из таблицы 7 в зависимости от диаметра болта d , мм;

H - высота гайки, берется из таблицы 8, мм;

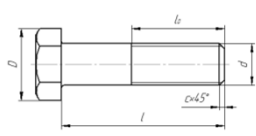
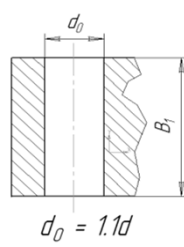
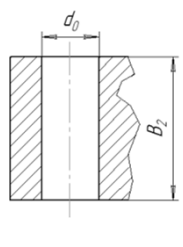
a - запас резьбы, принимается $a = 0,25d$, мм;

d - диаметр резьбы болта, мм;

C - высота фаски принимается равной шагу P , мм;

h - высота головки болта, мм.

Таблица 6- Исходные данные

Вариант	Масштаб				
		d	P	B_1	B_2
1/11	1:1	27	3/2	40	30
2/12	2:1	12	1.75/1.25	15	10
3/13	1:1	18	2.5/1.5	10	12
4/14	1:1	24	3/2	30	30
5/15	1:2	30	3.5/2	30	40
6/16	1:1	20	2.5/1.5	20	30

7/17	2:1	10	1.5/1.25	10	20
8/18	2:1	14	2/1.5	15	20
9/19	1:1	22	2.5/1.5	20	36
10/20	1:1	16	2/1.5	20	15

Таблица 7-Шайба пружинная ГОСТ 6402-70

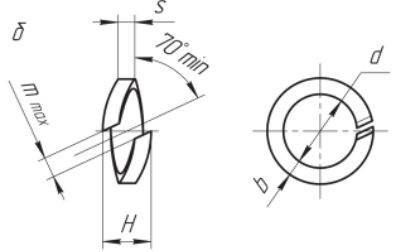
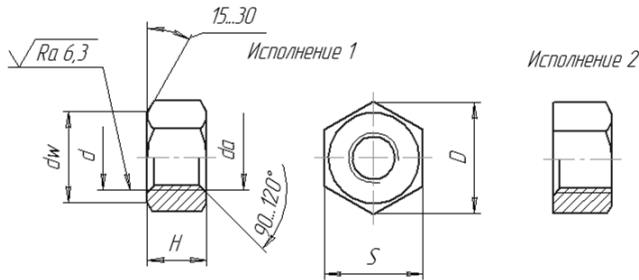
		
Диаметр болта, винта, шпильки	d	S=b
8	8.2	2.0
10	10.2	2.5
12	12.2	3.0
14	14.2	3.2
16	16.3	3.5
18	18.3	4.0
20	20.5	4.5
22	22.5	5.0
24	24.5	5.5
27	27.5	6.0
30	30.5	6.5

Таблица 8- Гайка ГОСТ 5915-70



Диаметр резьбы	Шаг резьбы		S	D	Dw	H ГОСТ 5915-90
	Крупный	Мелкий				
1,6	0,35	-	3,2	3,3	2,9	1,3
2	0,4	-	4,0	4,2	3,6	1,6
2,5	0,45	-	5,0	5,3	4,5	2,0
3	0,5	-	5,5	5,9	5,0	2,4
(3,5)	0,6	-	6,0	6,4	5,4	2,8
4	0,7	-	7,0	7,5	6,3	3,2
5	0,8	-	8,0	8,6	7,2	4,0
6	1	-	10,0	10,9	9,0	5,0
8	1,25	1	13,0	14,2	11,7	6,5
10	1,5	1,25	17,0	18,7	15,5	8,0
12	1,75	1,25	19,0	20,9	17,2	10
(14)	2	1,5	22,0	23,9	20,1	11
16	2	1,5	24,0	26,2	22,0	13
(18)	2,5	1,5	27,0	29,6	24,8	15
20	2,5	1,5	30,0	33,0	27,7	16
(22)	2,5	1,5	32,0	35,0	29,5	18
24	3	2	36,0	39,6	33,2	19
(27)	3	2	41,0	45,2	38,0	22
30	3,5	2	46,0	50,9	42,7	24
36	4	3	55,0	60,8	51,1	29
42	4,5	3	65,0	71,3	59,9	34
48	5	3	75,0	82,6	69,4	38

Длина нарезанной части болта l_0 определяется по ГОСТ 7798-70 (таблица 9) в зависимости от диаметра резьбы болта и его длины.

Уточняем длину болта, приняв ближайшее большее значение и на пересечении двух значений - длины болта l и диаметра резьбы d определяем l_0 .

Таблица 9

Ном. длина болта	Номинальный диаметр резьбы d								
	10	12	14	16	18	20	22	24	30
30	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32	26	x	x	x	x	x	x	x	x
35	26	30	x	x	x	x	x	x	x
38	26	30	x	x	x	x	x	x	x
40	26	30	34	x	x	x	x	x	x
45	26	30	34	38	x	x	x	x	x
50	26	30	34	38	42	x	x	x	x
55	26	30	34	38	42	46	x	x	x

60	26	30	34	38	42	46	50	x	x
65	26	30	34	38	42	46	50	54	
70	26	30	34	38	42	46	50	54	60
75	26	30	34	38	42	46	50	54	60
80	26	30	34	38	42	46	50	54	60
85	26	30	34	38	42	46	50	54	60
90	26	30	34	38	42	46	50	54	60
95	26	30	34	38	42	46	50	54	60
100	26	30	34	38	42	46	50	54	60
105	26	30	34	38	42	46	50	54	60
110	26	30	34	38	42	46	50	54	60
115	26	30	34	38	42	46	50	54	60
120	26	30	34	38	42	46	50	54	60

Примечание:

1. Болты с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.
2. Знаком "X", отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

1. Вычерчиваем болт без фасок и резьбы в трех видах. Размер под ключ S получается при построении, $D=0.7d$; $h=0.7d$. Рисунок 52.

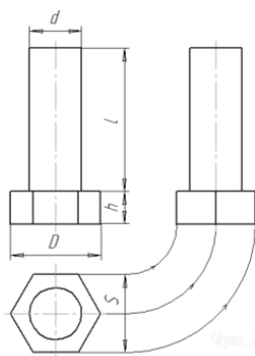


Рисунок 52

2. Последовательно выполняются фаска на стержне, резьба, галтель. На виде сверху фаска стержня не показывается, если она не имеет конструктивного значения. Радиус галтели r_1 , независимо от диаметра. Рисунок 53.

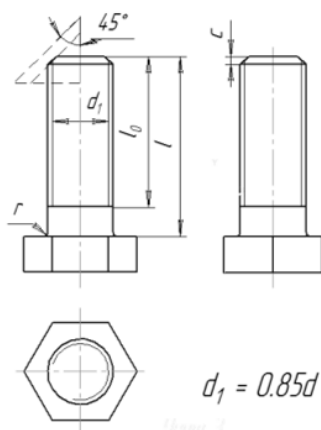


Рисунок 53

3. Выполняем фаску на головке болта:

на главном виде (рисунок 54):

а) проводится дуга $R = 1,5d$

б) отрезок ВС делится пополам (точка 0)

в) из центра 0 проводится дуга радиусом $r=0p$, а затем через т. К прямая под углом 30° .

на виде слева (рисунок 55):

дуги проводятся через точки F радиусом $R = d$.

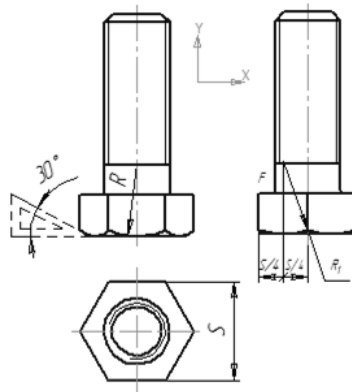


Рисунок 54

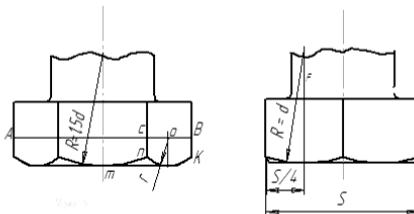


Рисунок 55

4. Изображаются детали, скрепляемые болтом B_1 и B_2 . Детали показаны в разрезе, болт не подлежит разрезу, $d = 1,1d$. Рисунок 56.

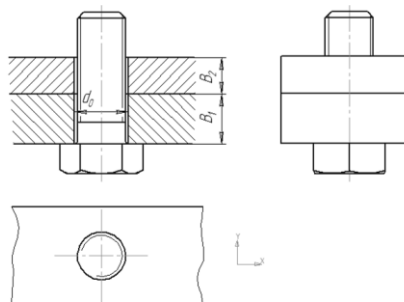


Рисунок 56

5. Вычерчивается шайба и гайка: размеры D, Dш, Sш берутся из таблиц 7 и 8.

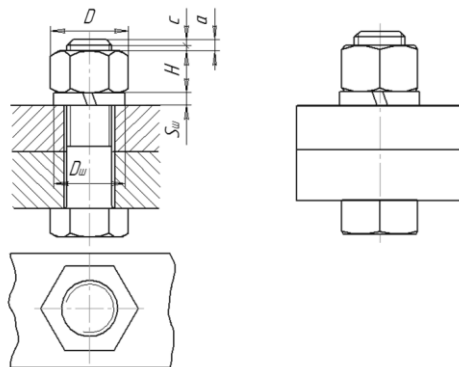


Рисунок 57

6. Выполняем фаски на гайке также, как и на головке болта. Проставляются размеры M , l и размер под ключ S . Проводим линии выноски с полками. Линии выноски начинаются точками. Они не должны пересекаться между собой и быть параллельными линиям штриховки. На полках линий выносок пишутся условные обозначения резьбовых изделий.

РАЗРАБОТКА СОЕДИНЕНИЯ ШПИЛЬКОЙ

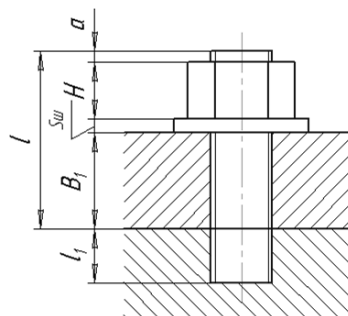


Рисунок 58

В таблице 10 в зависимости от варианта выбирают диаметр резьбы шпильки и другие данные. Чертеж соединения шпилькой обычно разрабатывают исходя из заданного диаметра резьбы шпильки, материала детали, в которую ввинчивается посадочный конец шпильки и толщины B соединяемой детали, рисунок 58.

Длина шпильки определяется по формуле:

$$l = B + S + H + a \quad (3)$$

где B - толщина соединяемой детали, мм;

$S_{ш}$ - толщина шайбы $S_{ш} = 0,15d$, мм;

H - высота гайки $H = 0,8d$, мм;

a - запас нарезания резьбы $a = 0,25d$, мм.

В длину шпильки не входит l_1 - длина посадочного конца шпильки (ввинчиваемого). Для соединения шпилькой размеры резьбовых изделий будем рассчитывать по приближенным соотношениям частично.

Таблица 10- Исходные данные

вариант	масштаб	Диаметр резьбы d	Шаг резьбы Р	Материал детали	Толщина скрепляемой детали В
1	1:2	36	4(крупн.)	сталь	45
2	1:2	42	4,5(крупн.)	сталь	50
3	1:2	41	5(крупн.)	сталь	45
4	1:2	20	2,5(крупн.)	чугун	20
5	1:2	24	3(крупн.)	чугун	35
6	1:1	16	2	чугун	18
7	1:1	12	1,75	чугун	15
8	2:1	10	1,5	сталь	18
9	2:1	12	1,25	чугун	20
10	2:1	10	1,25	чугун	20
11	1:1	20	1,5	сталь	20
12	1:1	24	2	сталь	35
13	1:2	48	3	чугун	45
14	1:2	42	3	чугун	50
15	1:2	36	3	чугун	45
16	2:1	16	1,5	сталь	18

Длину шпильки и длину резьбового конца уточняем по таблице 11.

Таблица 11- Длина шпилек по ГОСТ 22032-76 и ГОСТ 22033-76

Номин. длина шпильки l , мм	Длина резьбового конца l_0 , при диаметре резьбы d												
	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
35	26	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
38	26	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
40	26	30	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
42	26	30	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
45	26	30	34	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
48	26	30	34	38	x	x	x	x	-	-	-	-	-
50	26	30	34	38	x	x	x	x	x	-	-	-	-
55	26	30	34	38	42	x	x	x	x	x	-	-	-
60	26	30	34	38	42	46	x	x	x	x	x	-	-
65	26	30	34	38	42	46	50	x	x	x	x	x	-
70	26	30	34	38	42	46	50	54	x	x	x	x	x
75	26	30	34	38	42	46	50	54	60	x	x	x	x
80	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
85	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
90	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
95	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x

100	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
105	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
110	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
115	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
120	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
130	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	x
140	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
150	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
160	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
170	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
180	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
190	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
200	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108

Примечания:

- Номинальная длина шпильки l не включает резьбового ввинчиваемого конца.
- Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.
- Знаком X отмечены шпильки с длиной гаечного конца

$$l = l - 0,5d - 2P$$

Длину ввинчиваемого резьбового конца определяем по таблице 12 в зависимости от материала детали, в которую ввинчивается шпилька.

Таблица 12

Длина ввинчиваемого резьбового конца	ГОСТ		Область применения
	Шпилька класса точности В	Шпилька класса точности А	
$l_1 = d$	22032-76	22033-76	Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых деталях и деталях из титановых сплавов
$l_1 = 1.25d$	22034-76	22035-76	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна.
$l_1 = 1.6d$	22036-76	22037-76	
$l_1 = 2d$	22038-76	22039-76	Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.
$l_1 = 2.5d$	22040-76	22041-76	
$l_1 = 2.5d$	22042-76	22043-76	Для шпилек с одинаковыми по длине резьбовыми концами для деталей с гладкими отверстиями

В соединении шпилькой используем обычную шайбу ГОСТ 11371-78. Толщину шайбы S и высоту гайки H посчитаем по приближенным соотношениям по формулам:

$$S = 0.15 \times d \quad (4)$$

$$H = 0.8 \times d \quad (5)$$

$$a = 0.25 \times d \quad (6)$$

Приступим к вычерчиванию соединения шпилькой. В соответствии с упрощениями, принятыми для сборочного чертежа, шпилька вычерчивается упрощенно, зазор между шпилькой и соединяемой деталью не показывается.

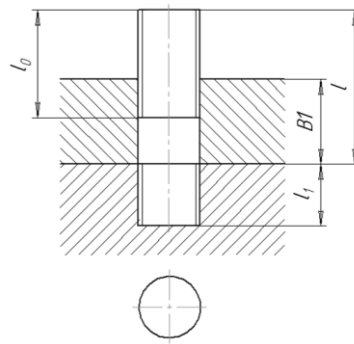


Рисунок 59

Гайка и шайба вычерчиваются упрощенно: $D = 2d$; $S_{ш} = 0.15d$; $D_{ш} = 2.2d$; $a = 0.25d$. Размер под ключ S уточняется. Рисунок 60.

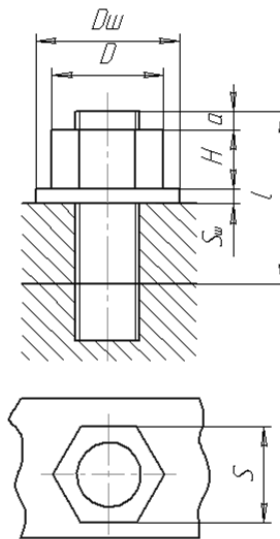


Рисунок 60

Для приобретения навыков выполнения рабочих чертежей вычертим гнездо под шпильку. Рисунок 61.

- Глубина просверленного отверстия $l = l + 0.5d$, мм;
- l - длина ввинчиваемого резьбового конца
- d - диаметр резьбы шпильки
- $d = d - P$ - диаметр отверстия под резьбу.
- Резьба нарезается на глубину $l = l - 0.25d$ или $l = l - 0.25d$

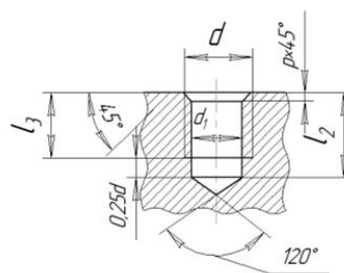


Рисунок 61

Конец просверленного отверстия имеет коническую форму, повторяющую конус из-под сверла, изображается равнобедренным треугольником с углом при вершине 120° . Размер угла не проставляется и конус из-под сверла в глубину отверстия не включается. Гнездо под шпильку с ввинченной в него шпилькой изображено на рисунке 62.

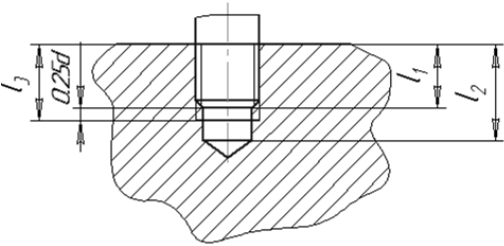


Рисунок 62

К каждому резьбовому изделию дается линия выноски и условное обозначение изделия на полке выноски.

РАЗРАБОТКА СОЕДИНЕНИЯ ВИНТАМИ

Соединения винтами выполняются в двух проекциях. Винтовое соединение разрабатывают исходя из заданного диаметра резьбы, толщины В привинчиваемой детали , марки материала детали с резьбовым гнездом, принимаемого типа головки и ее расположения относительно привинчиваемой детали. Глубину l_1 завинчиваемого винта определяют по таблице 12, в зависимости от материала детали с резьбовым гнездом.

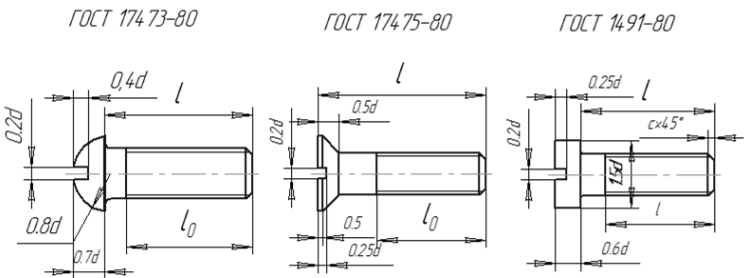


Рисунок 63

Размеры опорных поверхностей под головки винтов по ГОСТ 12876-67.

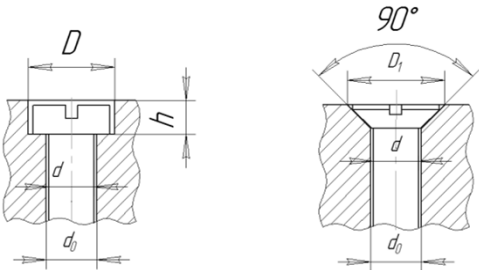


Рисунок 64

Длина резьбы l при диаметре резьбы d , определяется по таблице 13 (знаком х отмечены винты с резьбой на всей длине стержня).

Таблица 13

	d, мм
--	-------

	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
D	10	11	15	18	20	24	26	30	34	36
D ₁	10.4	12.4	16.4	20.4	24.4	28.4	32.4	36.4	40.4	-
h	4	4.7	6	7	8	9	10.5	11.5	12.5	13.5

Для d = 5 резьба нарезана по всей длине стержня.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ

Варианты задания берутся из таблиц 16, 17, 18.

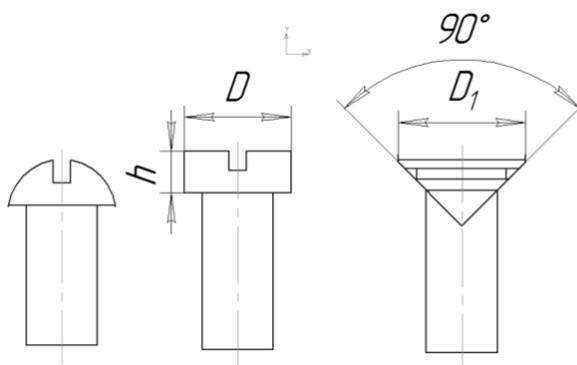


Рисунок 65

Проводим осевые линии для трех видов винтовых соединений и верхнюю контурную линию соединяемых деталей. Вычерчиваем головки винтов I-го исполнения трех видов.

Таблица 14- Винты с полукруглой головкой

l, мм	D, мм				
	8	10	12	16	20
30	22	X	x	x	-
35	22	26	30	x	-
40	22	26	30	x	x
45	22	26	30	38	x
50	22	26	30	38	x
55	22	26	30	38	46
60	22	26	30	38	46
65	22	26	30	38	46
70	22	26	30	38	46
75	-	-	30	38	46

Для цилиндрической головки сначала вычерчивается гнездо (опорная поверхность) в верхней соединяемой детали. Размеры гнезда берутся из таблицы 13, а затем вычерчивается головка.

Таблица 15- Винты с цилиндрической головкой

l, мм	D, мм				
	8	10	12	16	20

30	22	X	x	x	-
35	22	26	30	x	-
40	22	26	30	x	x
45	22	26	30	38	x
50	22	26	30	38	x
55	22	26	30	38	46
60	22	26	30	38	46
65	22	26	30	38	46
70	22	26	30	38	46
75	-	-	30	38	46

Винт с потайной головкой вычерчивается в следующей последовательности:

Из точки О делаем засечки $R = D / 2$ на верхней контурной линии (получим точки А и В). Из полученных точек проводим линии под 45° до пересечения с линиями, определяющими диаметр винта (получим точки С и Д, которые соединим прямой). СД - нижний контур головки. От СД вверх откладываем $0,5d$ (точка Е), через нее проводим прямую параллельную СД - получим верхний контур головки (прямая КN). От КN вниз откладываем 1 мм и проводим прямую параллельную ей до пересечения с наклонными линиями - точки L и S, из которых проводим прямые, параллельные осевой до пересечения с прямой КN (получим контур буртика). LKNS - остальное построение ясно из образца. Верхний контур цилиндрической и потайной головок должен получиться несколько глубже верхней контурной линии деталей.

Таблица 16- Винты с потайной головкой

l, мм	D, мм				
	8	10	12	16	20
30	x	x	x	x	-
35	22	x	x	x	-
40	22	26	x	x	x
45	22	26	30	x	x
50	22	26	30	x	x
55	22	26	30	38	x
60	22	26	30	38	x
65	22	26	30	38	46
70	22	26	30	38	46
75	-	-	30	38	46

При вычерчивании следует помнить, что шлицы головок винтов на виде с торца изображаются в положении под 45° к основной надписи чертежа. На чертеже нанести размеры, указанные на рисунке 66. На полках линий выносок написать условное обозначение винтов.

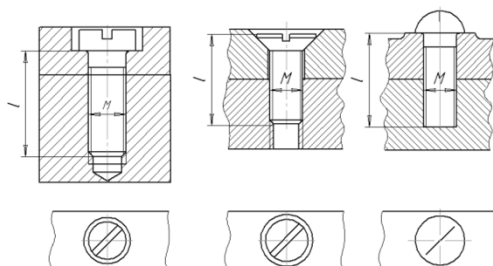


Рисунок 66

Таблица 17

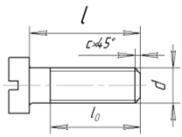
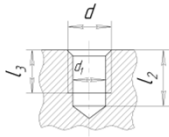
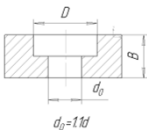
Вариант	Масштаб	Винт с цилиндрической головкой ГОСТ 1491-90		Материал детали с резьбовым гнездом	Верхняя деталь, В		
							
		d	p				
1	2:1	6	1,0	сталь	8		
2	2:1	10	1,25	чугун	12		
3	1:1	16	1,5	чугун	18		
4	2:1	10	1,5	чугун	12		
5	4:1	5	0,8	легкие сплавы	8		
6	2:1	8	1,0	легкие сплавы	10		
7	1:1	16	2,0	сталь	18		
8	2:1	12	1,75	легкие сплавы	15		
9	2:1	12	1,25	легкие сплавы	15		
10	2:1	12	1,75	сталь	15		
11	2:1	12	1,25	сталь	15		
12	4:1	5	0,8	легкие сплавы	8		
13	1:1	16	2,0	сталь	18		
14	1:1	16	1,5	сталь	18		
15	2:1	10	1,5	чугун	12		
16	2:1	10	2,0	чугун	12		

Таблица 18

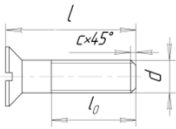
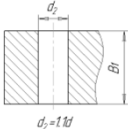
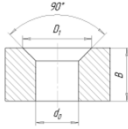
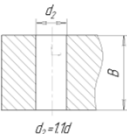
Вариант	Масштаб	Винт с потайной головкой ГОСТ 17475-72		Материал детали с резьбовым гнездом		Верхняя деталь, В
						
		d	p	Материал	В1	
1	2:1	6	1,0	сталь	20	8
2	2:1	10	1,25	сталь	30	12
3	1:1	16	1,5	сталь	40	18
4	2:1	10	1,5	сталь	40	12
5	4:1	5	0,8	сталь	20	8
6	2:1	8	1,0	сталь	25	10
7	1:1	16	2,0	сталь	45	18
8	2:1	12	1,75	сталь	30	15
9	2:1	12	1,25	сталь	30	15
10	2:1	12	1,75	сталь	35	15
11	2:1	12	1,25	сталь	30	15
12	4:1	5	0,8	сталь	15	8
13	1:1	16	2,0	сталь	40	18
14	1:1	16	1,5	сталь	40	18
15	2:1	10	1,5	сталь	30	12
16	2:1	10	2,0	сталь	35	12

Таблица 19

Вариант	Масштаб	Винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473-80		Материал детали с резьбовым гнездом	Верхняя деталь, В
					
		d	p		$d_2=1,6d$
1	2:1	10	1,5	сталь	12
2	2:1	10	1,25	сталь	12
3	1:1	16	2,0	чугун	10
4	2:1	8	1,0	легкие сплавы	10
5	4:1	5	0,8	легкие сплавы	6
6	2:1	6	1,0	легкие сплавы	8
7	1:1	16	1,5	чугун	10
8	2:1	10	1,25	чугун	10
9	2:1	12	1,75	сталь	15
10	2:1	12	1,25	сталь	15
11	2:1	12	1,75	сталь	15
12	4:1	5	0,8	чугун	8
13	1:1	16	1,5	чугун	15
14	1:1	12	1,25	сталь	15
15	2:1	10	1,25	легкие сплавы	12
16	2:1	8	1,25	легкие сплавы	10

Образец построения винтовых соединений приведен на рисунках 67, 68, 69.

Винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473-80

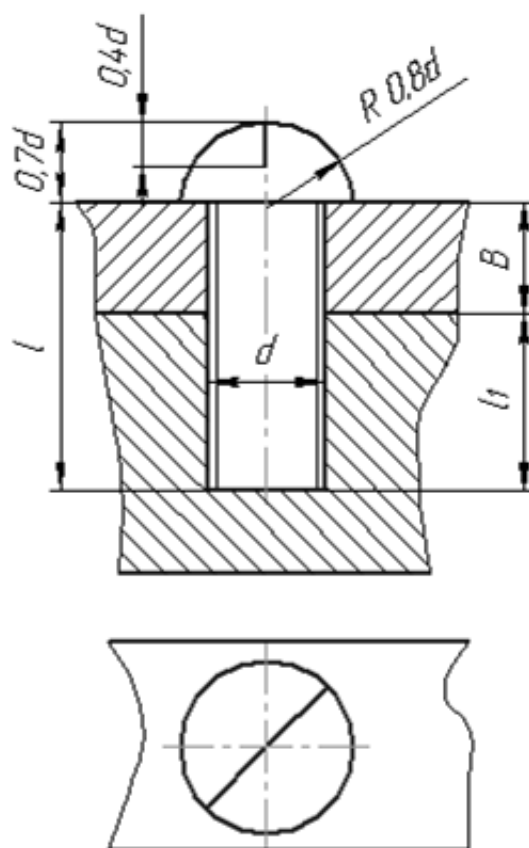


Рисунок 67

Винт с цилиндрической головкой ГОСТ 1491-80

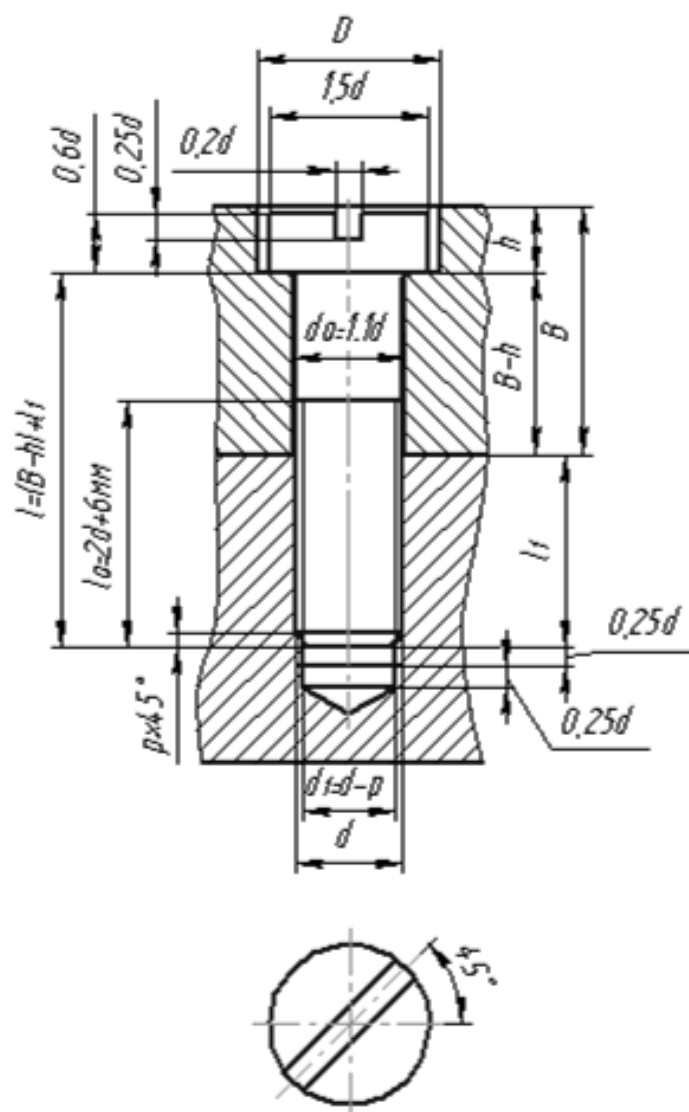


Рисунок 68

Винт с потайной головкой ГОСТ 17475-80

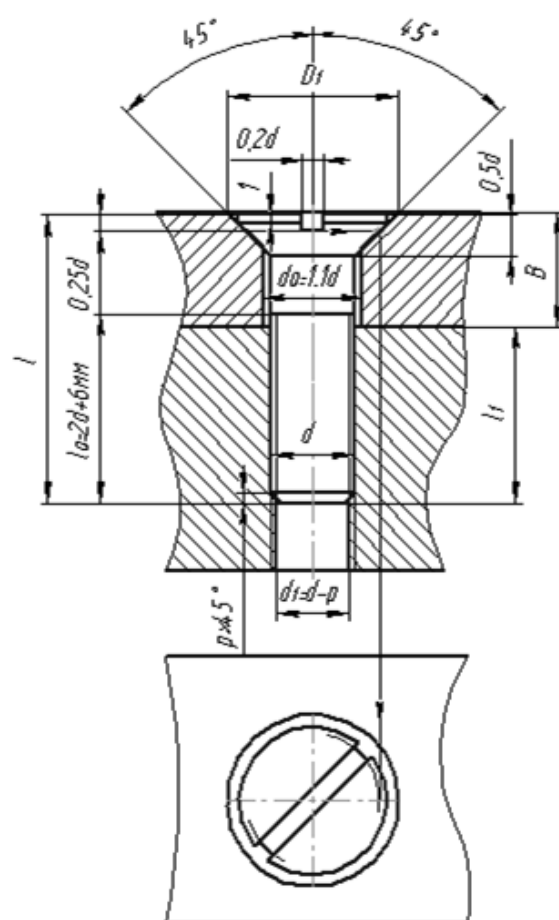


Рисунок 69

Содержание задания:

1. Выполнить необходимые изображения: виды, разрезы.
2. Проставить размеры и технологические обозначения.
3. Обозначить сварные швы.
4. Нанести обозначение шероховатости поверхностей.
5. Проставить позиции.
6. Заполнить основную надпись чертежа.
7. Заполнить спецификацию.

Методические указания к выполнению графической работы

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством местного нагрева и расплавления кромок, соединяемых поверхностей металлических деталей. Сваркой можно соединять также термопластичные пластмассы (такая сварка осуществляется горячим воздухом или разогретым инструментом).

1. Сварка имеет ряд преимуществ перед клепаными соединениями: Экономия металла. В сварных конструкциях стыки выполняются без вспомогательных элементов, утяжеляющих конструкцию, в клепаных — посредством накладок. В сварных конструкциях масса наплавленного металла, как правило, составляет 1...1,5% и редко превышает 2% массы изделия, в то время как в клепаных масса заклепок достигает 3,5...4%;
2. Снижение трудоемкости изготовления. Для заклепочного соединения требуется сверлить отверстия, которые ослабляют соединяемые детали, точно размечать центры отверстий, зенковать под потайные заклепки, применять много разнообразных приспособлений и т. п. В сварных конструкциях не требуется выполнять перечисленные предварительные операции и использовать сложное вспомогательное оборудование;
3. Уменьшение стоимости изделий. Стоимость сварных изделий ниже клепаных за счет уменьшения массы соединений и трудоемкости их изготовления;
4. Увеличение качества и прочности соединения. Сварные швы создают по сравнению с клепаными абсолютно плотные и герметичные соединения, что имеет исключительно большое значение при изготовлении резервуаров, котлов, вагонов, цистерн, трубопроводов и т. д.

К технологии сварочных работ относятся различные процессы, иногда даже противоположные по своему характеру. Например: резка металлов и других материалов, наплавка, напыление и металлизация, упрочнение поверхности. Однако основная и главная задача — получение неразъемных соединений между одинаковыми или различными металлами и неметаллическими материалами в самых разнообразных изделиях. Форма и размеры таких соединений меняются в широких пределах от сварной точки в несколько микрометров, соединяющей полупроводник с проводником в какой-либо микросхеме радиоэлектроники, до нескольких километров сварных швов 1, которые выполняются при строительстве морских судов. Материалы для изготовления сварных конструкций весьма разнообразны: алюминий и его сплавы, стали всех типов и назначений, титан и его сплавы и даже такой тугоплавкий металл, как вольфрам (температура плавления $\sim 3400^\circ\text{C}$).

Также различны по своим свойствам неметаллические материалы, подвергающиеся сварке: полиэтилен, полистирол, капрон, графит, керамика из окиси алюминия и др.

С каждым годом применение сварки в народном хозяйстве расширяется, а клепки — сокращается. Однако сварные соединения имеют существенные недостатки —

термические деформации, возникающие в процессе сварки (особенно тонкостенных конструкций); невозможность сваривания деталей из тугоплавких материалов.

Классификация основных видов сварки показана на рисунке 71. Все способы делятся на две группы: сварка плавлением и сварка давлением.



Рисунок 71

Сварка плавлением— это процесс соединения двух деталей, или заготовок в результате кристаллизации общей сварочной ванны, полученной расплавлением соединяемых кромок. Источник энергии при сварке плавлением должен быть большой мощности, высокой сосредоточенности, то есть концентрировать выделяющуюся энергию на малой площади сварочной ванны и успевать расплавлять все новые и новые участки металла, обеспечивая этим определенную скорость процесса.

Сварка давлением— это процесс соединения поверхностных слоев деталей. При соединении происходит активная диффузия частиц, ведущая к полному исчезновению границы раздела и к прорастанию через нее кристаллов.

В современном машиностроении и приборостроении сварку давлением осуществляют несколькими путями в зависимости от типа изделий и требований, которые к ним предъявляются.

Контактная сварка широко применяется в машиностроении для изготовления изделий и конструкций, главным образом из сталей. Она относится к сварке с применением нагрева и давления. Нагрев осуществляется электрическим током, который проходит через место контакта двух свариваемых деталей. Давление, необходимое для сварки, создается или электродами, подводящими электрический ток, или специальными приспособлениями. Различают три разновидности контактной сварки: точечную — отдельными точками (рисунок 72), применяемую для тонколистовых конструкций из стали (например, кузова автомашин).

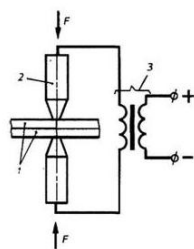


Рисунок 72

Свариваемые заготовки 1 зажимаются между электродами 2, через которые проходит электрический ток большой силы от вторичной обмотки понижающего трансформатора 3. Место контакта свариваемых частей разогревается до высокой температуры, и под давлением усилия F происходит сварка; стыковую — оплавлением или давлением, применяемую для изготовления металлорежущего инструмента и др. В этом случае свариваемые детали 1 с силой стыкуются и удерживаются зажимами 2, к которым подводится электрический ток; роликовую (рис. 73, где 1 — свариваемые детали; 2 — ролики; 3 — электроды; 4 — источник энергии) — обеспечивающую непрерывный (герметичный) или прерывистый шов.

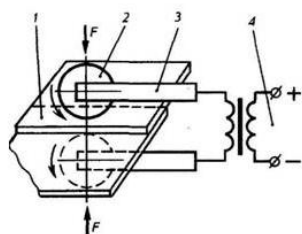


Рисунок 73

Сварной шов — это закристаллизовавшийся металл, который в процессе сварки находился в расплавленном состоянии. Сварное соединение — ограниченный участок конструкции, содержащий один или несколько сварных швов.

ВИДЫ СВАРНЫХ ШВОВ

В зависимости от формы сечения сварные швы могут быть

- стыковыми;
- угловыми;
- прорезными (электрозаклепочными).

Виды сварных швов приведены на рисунке 74.

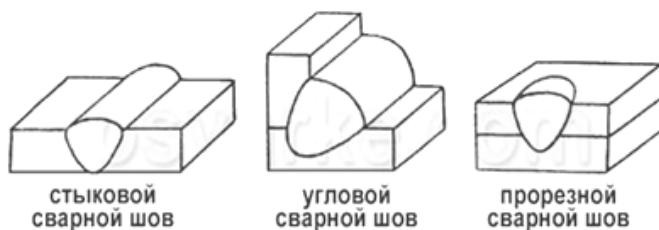


Рисунок 74

Виды сварных соединений

В зависимости от характера сопряжения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

- стыковые соединения;
- угловые соединения;
- тавровые соединения;
- нахлесточные соединения;
- торцовые соединения.

Стыковым соединением называется сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями и размещенных на одной поверхности или в одной плоскости. Основные виды стыковых сварных соединений представлены на рисунке 75.

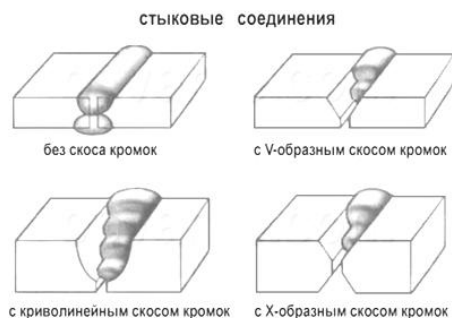


Рисунок 75

Угловым соединением называется сварное соединение двух элементов, размещенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев. **Тавровым соединением** называется такое сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и присоединен к боковой поверхности другого элемента. Основные виды угловых и тавровых сварных соединений продемонстрированы на рисунке 76.

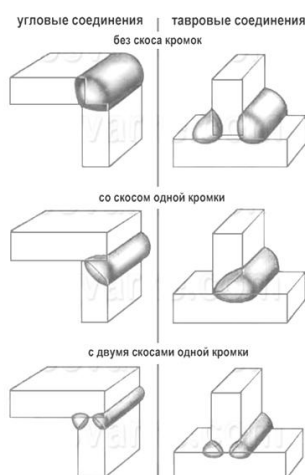


Рисунок 76

Нахлесточным соединением называется сварное соединение параллельно размещенных и частично перекрывающихся элементов. **Торцовым соединением** называется такое сварное соединение, в котором боковые поверхности элементов примыкают друг к другу. Рисунок 77.

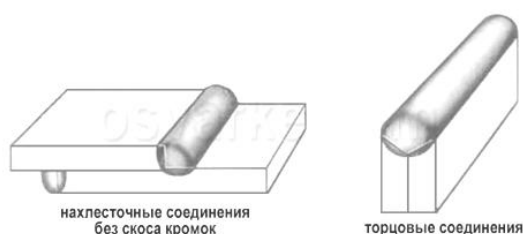


Рисунок 77

В зависимости от протяженности сварные швы бывают непрерывными и прерывистыми, рисунок 78. Стыковые швы обычно делают непрерывными. Угловые швы могут быть выполнены

- непрерывными;
- односторонними прерывистыми;
- двусторонними цепными;
- двусторонними шахматными;
- а также могут быть точечными.

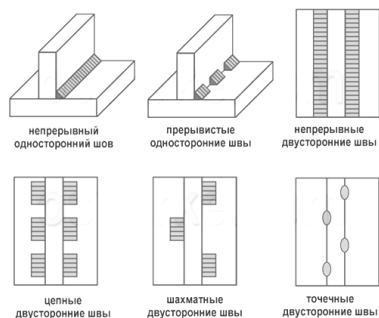


Рисунок 78

УСЛОВНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ЕСКД ГОСТ 2.312-72)

Настоящий стандарт устанавливает условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий всех отраслей промышленности, а также в строительной документации, в которой не использованы изображения и обозначения применяемые в строительстве. Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

Видимый - сплошной основной линией (рисунок 79,а, в);

Невидимый - штриховой линией (рисунок 79,г);

Видимую одиночную сварную точку, не зависимо от способа сварки, условно изображают знаком "+" (рисунок 79,б), который выполняют сплошными линиями (рисунок 80). Невидимые одиночные точки не изображают. От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва.

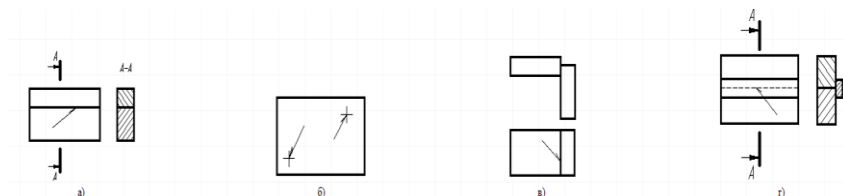


Рисунок 79

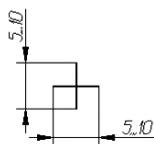


Рисунок 80

Таблица 20-Вспомогательные знаки, входящие в обозначение

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва сить		
	Наплавки и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установе 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 зигзаговой линии. Диаметр знака - 3...5 мм.		
	Шов по неzigзаговой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Примечание:

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.

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рисунок 81).

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

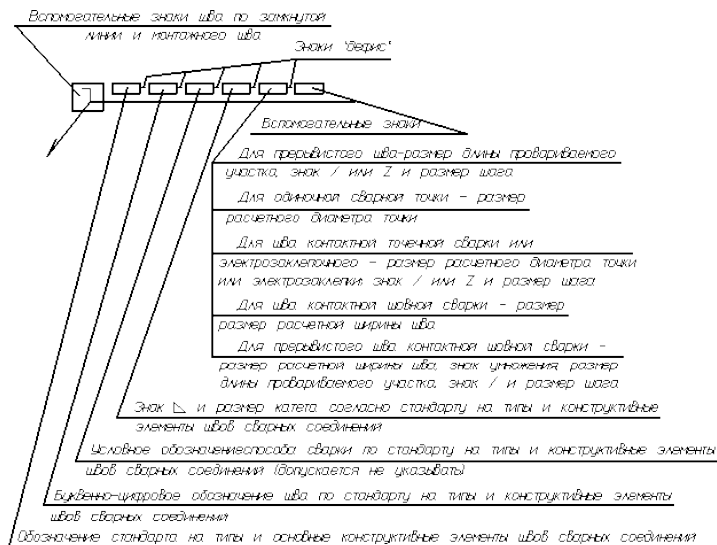


Рисунок 81- Структура условного обозначения стандартного шва

В технических требованиях чертежа или таблицы швов указывают способ сварки, которым должен быть выполнен нестандартный шов. Условное обозначение шва наносят:

а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рисунок 82,а);

б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рисунок 82,б).



а) с лицевой стороны б) с оборотной стороны
Рисунок 82- Условное обозначение сварного шва

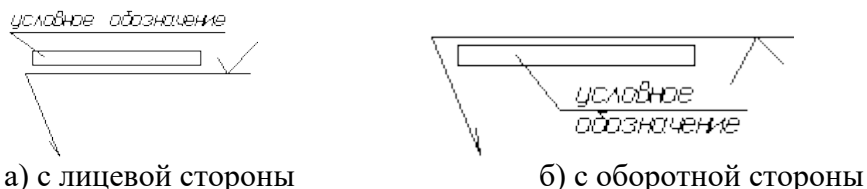


Рисунок 83- Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва

В технических требованиях или в таблице швов на чертеже приводят ссылку на соответствующий нормативно-технический документ. Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер, который наносят:

- а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рисунок 84,а);
- б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны (рисунок 84,б);
- в) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны (рисунок 84,в);

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва.

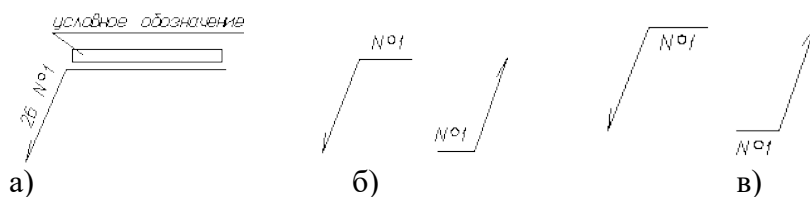
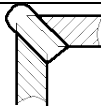


Рисунок 84

Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования

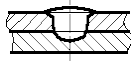
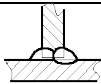
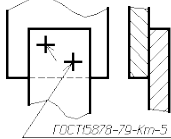
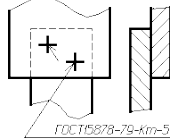
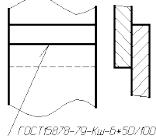
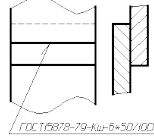
Таблица 21Примеры условных обозначений сварных швов

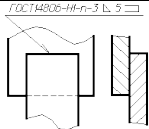
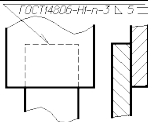
Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
1			
Шов стыкового соединения с			

криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости шва: с лицевой стороны -Rz 20 мкм; с обратной стороны Rz 80 мкм			
Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии			
Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм			

Продолжение таблицы 21

1	2		
Шов точечный соединения внахлестку, выполненный дуговой сваркой в инертном газе. Расчетный диаметр точки 9 мм Шаг 100 мм. расположение точек шахматное. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной			

поверхности Rz 40 мкм			
Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой			
Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом. Диаметр электродзаклепки-11 мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 80 мкм.			
Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм			
Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр точки 5 мм.			
Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой. Ширина шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.			

Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм.			
---	---	---	---

На рисунке 85 представлен пример сборочного чертежа сварного изделия. При выполнении сборочного чертежа предварительно выполняют рабочие чертежи деталей, входящих в состав сварной сборочной единицы. Допускается не изготавливать рабочие на детали, изготовленные из сортового или профильного проката. В этом случае деталь изготавливается непосредственно по сборочному чертежу.

Контрольные вопросы:

- Какие виды соединений вы знаете?
- Какие основные способы сварки вы знаете?
- Какие стандартные сварные швы вы знаете?



Вид		Деталь	Лист	Обозначение	Наименование	Лист	Примечание												
					Документация														
				МЧ.11.15.00. СБ	Сборочный чертеж														
					Ветви														
Сварка	-	1	МЧ.11.15.01.	Плита	1														
	-	2	МЧ.11.15.02.	Труба	1														
	-	3	МЧ.11.15.03.	Плита	1														
	-	4	МЧ.11.15.04.	Уголок	2														
<table border="1"> <tr> <td>Исполн.</td> <td>Провер.</td> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> </tr> <tr> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> </tr> <tr> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> <td>М. Шейн.</td> </tr> </table> МЧ.11.15.00. Соединение сварное ВАТ ТМ-131 Лист 1 из 1 Лист 1 из 1 Лист 1 из 1								Исполн.	Провер.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.
Исполн.	Провер.	М. Шейн.	М. Шейн.																
М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.																
М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.	М. Шейн.																

Рисунок 86- Пример заполнения спецификации

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 36.

Тема: Колесо зубчатое

Актуальность работы: «Проработка и закрепление знаний передач и их элементов. Отработка практических навыков в расчете и выполнении чертежа зубчатого колеса».

Необходимое оборудование и материалы:

- Чертежные инструменты.
- Формат А4, бумага в клетку.
- Варианты задания.
- Учебная литература.
- Методические указания к выполнению графической работы.

Содержание задания:

1. Выполнить эскиз зубчатого колеса.
2. Выполнить расчет элементов зубчатого колеса на обратной стороне формата шрифтом №5

Методические указания к выполнению графической работы

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

В основу определения параметров зубчатого колеса положена делительная окружность. Диаметр делительной окружности обозначается буквой d и называется делительным (рисунок 87). Делительный диаметр для зубчатого колеса всегда один. Делительная окружность делит высоту зуба h на две неравные части – головку высотой h_a и ножку высотой h_f (рисунок 88). Одним из параметров зубчатых колес является модуль.

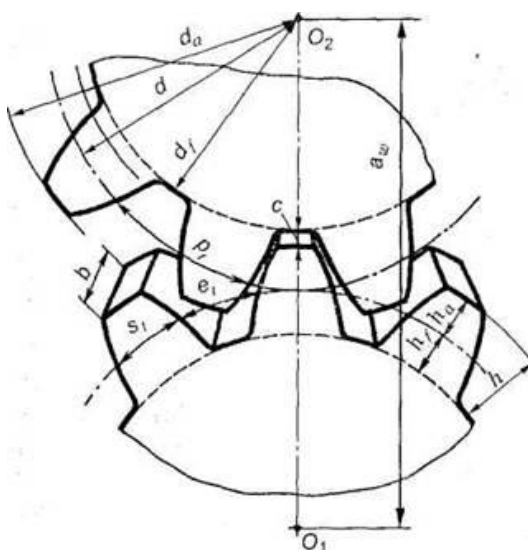


Рисунок 87

В целях повышения прочности и износостойкости зубьев зубчатых колес, особенно при малых числах зубьев, применяют коррегирувание (исправление) зубьев эвольвентного зубчатого зацепления.

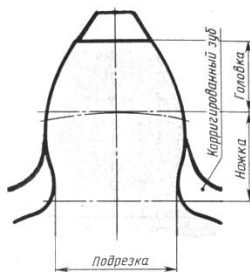


Рисунок 88

Модуль зубчатого колеса подсчитывают по формуле:

$$m = d/z \quad (1)$$

где m – модуль

d – диаметр делительной окружности

z - число зубьев

Из этой формулы следует, что модулем называется число, показывающее, сколько миллиметров диаметра делительной окружности приходится на один зуб зубчатого колеса. Модуль m и число зубьев z являются основными параметрами, определяющими зубчатые зацепления. Значение модулей для всех передач величина стандартизованная, выраженная в миллиметрах. Зная модуль, можно выбрать соответствующий режущий инструмент для изготовления зубчатого колеса. Число зубьев необходимо знать также для настройки делительного устройства станка.

ПАРАМЕТРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Модуль	m	$m=d/z+2$; $m=d/z$
Делительный диаметр	d	$d= mz$
Диаметр вершин зубьев	d_a	$d_a=m(z+2)$
Диаметр впадин	d_f	$d_f=m(z-2,5)$
Ширина венца зубчатого колеса	b	$b=(6 - 8)m$
Толщина обода зубчатого венца	δ_1	$\delta_1=(2,5 - 3)m$
Наружный диаметр ступицы	d_{cm}	$d_{cm}=(1,6 - 1,8)d_b$
Толщина диска	δ_2	$\delta_2=1/3b$
Длина ступицы	l_{cm}	$l_{cm}=1,5d_b$
Фаска	c	$c=0,5m \times 45^\circ$

ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

При выполнении эскиза зубчатого цилиндрического колеса с натуры, для определения его параметров необходимо:

1. Подсчитать число зубьев колеса.
2. Измерить диаметр окружности вершин зубьев d_a .

Если число зубьев четное, и размеры зубчатого колеса небольшие, диаметр окружности вершины зубьев измеряют штангенциркулем (рисунок 89).

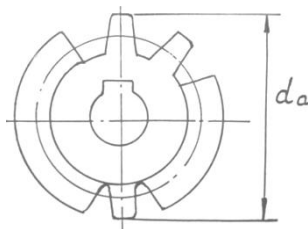


Рисунок 89

При значительном размере зубчатого колеса или при нечетном числе зубьев определение диаметра окружности вершин зубьев показано на рисунке 90.

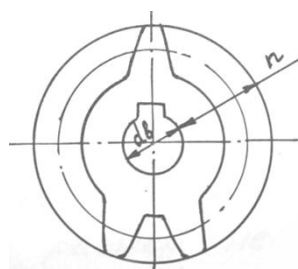


Рисунок 90

Штангенциркулем измеряют диаметр отверстия d_w , расстояние n и определяют диаметр окружности вершин зубьев:

$$da = d_w + 2n \quad (2)$$

Модуль зубчатого колеса подсчитывают по формуле:

$$m = da/z + 2 \quad (3)$$

Если « m » не соответствует стандартному значению, то берут ближайшее большее значение по ГОСТ 2.403-75.см. таблицу 22. Первый ряд считается предпочтительным.

Таблица 22- Модули, применяемые в зубчатых передачах, (в мм)

1-й ряд	1	1.25	1.5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
2-й ряд	1,125	1,375	1,45	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11

Затем уточняется расчетом диаметр окружности вершин зубьев:

$$da = m(z+2) \quad (4)$$

и подсчитывают диаметры:

- делительной окружности

$$d = mz \quad (5)$$

- окружности впадин зубьев:

$$df = m(z+2,5) \quad (6)$$

Диаметр вала должен быть рассчитан после уточнения по формуле

$$d_w = 1/6 da \quad (7)$$

Полученный размер необходимо согласовать с нормальным линейным размером по ГОСТ 6636-69. Если он отличается от табличного значения, надо взять ближайшее большее значение из таблицы 23.

Таблица 23

16	17	18	19	20	21	22	24
----	----	----	----	-----------	----	----	----

25	26	<u>28</u>	30	32	34	<u>36</u>	38
40	42	<u>45</u>	48	50	52	<u>55</u>	58

При выборе размеров предпочтение следует отдавать числам, выделенным жирным шрифтом, затем выделенным и подчеркнутым, потом просто подчеркнутым и наконец, неподчеркнутым.

Размеры шпоночного паза (ширина шпоночного паза $b_{ш}$ и глубина паза в ступицу t_1) должны быть выбраны по ГОСТ 8788-68 в зависимости от диаметра вала d_v (таблица 24).

Таблица 24- Размеры призматических шпонок

Диаметр вала d_v , мм	Размеры сечений шпонки		Глубина паза	
			вал	втулка
	$b_{ш}$, мм	$h_{ш}$, мм	t , мм	t_1 , мм
от 10 до 12	4	4	2,5	1,8
- 12 - 17	5	5	3	2,3
- 17 - 22	6	6	3,5	2,8
- 22 - 30	8	7	4	3,3
- 30 - 38	10	8	5	3,3

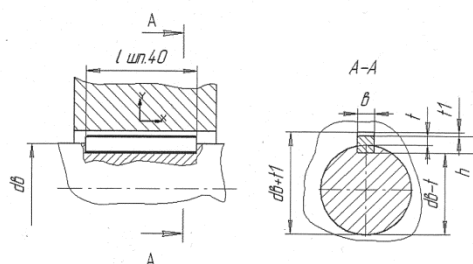


Рисунок 91

Затем определяем ширину зубчатого венца по формуле:

$$b = (6 \dots 8)m, \text{ мм} \quad (8)$$

Определяем толщину обода зубчатого венца по формуле:

$$\delta_1 = (2,5 \dots 3)m, \text{ мм} \quad (9)$$

Определяем толщину диска по формуле:

$$\delta_2 = 1/3b, \text{ мм} \quad (10)$$

Определяем диаметр ступицы по формуле:

$$d_{cm} = (1,6 \dots 1,8)d_v, \text{ мм} \quad (11)$$

Определяем длину ступицы по формуле:

$$l_{cm} = 1,5d_v, \text{ мм} \quad (12)$$

Уточняем значение b , l_{cm} , δ_1 , d_{cm} , δ_2 , по таблице 23.

Правила выполнения изображений зубчатых колес устанавливаются ГОСТ 2.402-75. Зубчатое колесо обычно изображают в разрезе, если секущая плоскость проходит вдоль продольной оси зубчатого колеса. При этом зубья всегда показывают не рассеченными и не заштрихованными. Если зубчатое колесо не имеет спиц, то полный вид слева не вычерчивают, изображают лишь отверстие для вала и шпоночную канавку, нанося ее размеры и другие данные, необходимые для обработки. Затем наносят размерные линии и размерные числа, обозначение шероховатости поверхностей, заполняют таблицу параметров, записывают технические требования, заполняют основную надпись.

Таблица параметров состоит из трех частей:

- основные данные для изготовления (модуль, число зубьев).
- основные данные для контроля (угол наклона зуба косых и шевронных колес, данные о направлении линии зубьев и т.д.).
- справочные данные (диаметр делительной окружности и т.д.).

В таблице параметров на учебном чертеже в первых двух строках указывают модуль и число зубьев, обозначение шероховатости рабочих (боковых) поверхностей зубьев условно наносят на штрихпунктирной линии соответствующей делительной окружности. Обозначение шероховатости вершин зубьев наносят на линии, соответствующей окружности вершин, а впадин зубьев – на линии, соответствующей окружности впадин.

Пример выполнения графической и расчетной части задания представлен на рисунках 92 и 93.

Контрольные вопросы:

1. Какие две величины обязательно указывают на чертежах зубчатых колес?
2. В каких единицах указывается модуль зубчатого колеса?
3. Как называют три окружности, с помощью которых условно изображают зубчатый венец?

Список литературы

Основная литература:

1. Семенова, Т.В. Начертательная геометрия. Инженерная графика Электронный ресурс : учебное пособие / Е.В. Петрова / Т.В. Семенова. - Начертательная геометрия. Инженерная графика, - Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. - 152 с.

2. Леонова, О. Н. Начертательная геометрия. Инженерная графика в примерах и задачах Электронный ресурс : Учебное пособие / О. Н. Леонова, Е. А. Солодухин. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 77 с.

3. Коковин, Н. И. Начертательная геометрия. Инженерная графика : методические указания по выполнению домашних заданий (эпюров) за I семестр / Н. И. Коковин, Т. М. Кондратьева. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 66 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23733.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

1. Супрун, Л. И. Основы черчения и Начертательная геометрия. Инженерная графика: учебное пособие / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун, Л. А. Устюгова. — Красноярск :

Сибирский федеральный университет, 2014. — 138 с. — ISBN 978-5-7638-3099-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84285.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия. Инженерная графика и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 471 с. : ил. - (Основы наук). - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 465-466.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Начертательная геометрия. Строительное черчение»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
 2. Цель и задачи самостоятельной работы
 3. Технологическая карта самостоятельной работы студента
 4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом
 - 4.1. *Методические указания по работе с учебной литературой*
 - 4.2. *Методические указания по подготовке к практическим занятиям*
 - 4.3. *Методические указания по самопроверке знаний*
 - 4.4. *Методические указания по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)*
 - 4.2. *Методические указания по подготовке к экзамену*
- Список литературы для выполнения СРС

1. Общие положения

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

2.Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование универсальных компетенций.

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельной работы и лабораторных занятий.

3.Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
3 семестр					
ОПК-2 (ИД-1 _{ОПК-2} ; ИД-2 _{ОПК-2} ИД-3 _{ОПК-2})	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	54	6	60
ОПК-2 (ИД-1 _{ОПК-2} ; ИД-2 _{ОПК-2} ИД-3 _{ОПК-2})	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	2,7	0,3	3
ОПК-2 (ИД-1 _{ОПК-2} ; ИД-2 _{ОПК-2} ИД-3 _{ОПК-2})	Подготовка доклада	Доклад	2,7	0,3	3
ОПК-2 (ИД-1 _{ОПК-2} ; ИД-2 _{ОПК-2} ИД-3 _{ОПК-2})	Выполнение расчётно-графической работы	РГР	2,7	0,3	3
Итого за 3 семестр			64,8	7,2	72
Итого			64,8	7,2	72

4.Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические указания по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические указания по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические указания по подготовке к практическим занятиям

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на лабораторных занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа

данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические указания по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала – умение отвечать на вопросы для собеседования.

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

Тема 1. Предмет начертательной геометрии.

1. Центральное проецирование.
2. Свойства центрального проецирования.
3. Параллельное проецирование.
4. Свойства параллельного проецирования. образование комплексного чертежа Эпюра Монжа.

Тема 2. Прямые линии.

1. Проецирование прямой линии.
2. Положение прямых относительно плоскостей проекций.
3. Взаимное расположение прямых.
4. Принадлежность точки прямой.

Тема 3. Плоскость.

Задание плоскости на чертеже.

1. Положение плоскости относительно плоскостей проекций.
2. Прямая и точка в плоскости.
3. Главные линии плоскости.
4. Параллельность плоскостей, параллельность прямой и плоскости.
5. Пересечение прямой и плоскости.
6. Пересечение 2-х плоскостей.
7. Определение расстояния от точки до плоскости.
8. Определение расстояния от точки до прямой общего положения.

Тема 4. Кривые линии.

1. Плоские кривые.
2. Циркульная кривая.
3. Лекальная кривая.
4. Пространственные кривые.
5. Цилиндрическая винтовая линия.
6. Коническая винтовая линия.
7. Понятие порядка кривой.

Тема 5. Образование поверхностей.

1. Определитель поверхности.
2. Классификация поверхностей.
3. Поверхности вращения.
4. Цилиндрическая, коническая и сферическая поверхности вращения.
5. Характерные линии поверхности вращения.
6. Принадлежность точки поверхности вращения.
7. Винтовые поверхности.

Тема 6. Способы преобразования плоскостей проекций.

1. Способ вращения, способ совмещения, способ замены плоскостей проекций. Многогранники.
2. Взаимное пересечение многогранников, пересечение многогранников плоскостью.

Тема 7. Построение разверток поверхностей.

1. Построение разверток тел вращения.
2. Построение разверток взаимно пересеченных многогранников.
3. Касательные линии и плоскости к поверхности

Тема 8. Аксонометрические проекции.

1. Изометрические и диаметрические аксонометрические проекции

Тема 9. Линии перехода.

1. Пересечение двух проецирующих поверхностей.
2. Построение проекции линии пересечения поверхностей.
3. Пересечение многогранника с поверхностью сферы.
4. Построение линии пересечения поверхностей методом вспомогательных секущих плоскостей и методом вспомогательных секущих сфер.

Тема 10. Основные надписи

1. Основная надпись.
2. Сведения в основной надписи чертежа.
3. Графы надписей в чертеже.

Тема 11. Выполнение титульного листа «Альбом чертежей»

1. Основная линия.
2. Назначение линий.

Тема 12. Построение трех видов детали

1. Комплексный чертеж.
2. Основные виды проецирования геометрических форм плоскости.
3. Определение и свойства центрального проецирования.
4. Линия связи.

Тема 13. Нахождение линии пересечения плоскостей общего положения

1. Плоскость на чертеже.
2. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций. Плоскость уровня.
3. Взаимные расположения двух прямых.
4. Принадлежность точки и прямой плоскости.

Тема 14. Нахождение натуральной величины плоскости методом поворота плоскости

1. Параллельность прямой и плоскости.
2. Параллельность двух плоскостей.
3. Пересечение прямой и плоскости.
4. Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения.

Тема 15. Построение циркульных кривых (эллипсов в изометрии)

1. Определение кривой линии.
2. Классификация прямых.
3. Построение эллипса.
4. Плоские прямые линии.

Тема 16. Построение циркульных кривых (эллипсов в диметрии)

1. Кривая линия.
2. Классификация кривых.
3. Пространственные кривые.
4. Плоские кривые линии.

Тема 17. Построения пересечения призмы или пирамиды плоскостью частного положения

1. Классификация многогранников.
2. Построение проекции многогранника.
3. Сечение многогранника плоскостью.
4. Сечение призмы плоскостью.
5. Сечение пирамиды плоскостью.

Тема 18. Построение развертки усеченной призмы или пирамиды

1. Развертка.
2. Построение развертки поверхности усеченной пирамиды.
3. Построение развертки многогранника.

Повышенный уровень

Тема 19. Построение аксонометрической проекции усеченной призмы или пирамиды

1. Сущность аксонометрических проекций и их виды.
2. Прямоугольная аксонометрия.
3. Косоугольная аксонометрия.

Тема 20. Построение пересечения тел вращения плоскостью частного положения.

1. Общий случай нахождения точек пересечения прямой с поверхностью вращения.
2. Частные случаи построения точек пересечения прямой с поверхностью вращения.

Тема 21. Построение натуральной величины сечения

1. Определение конуса.
2. Сечение прямого конуса различными плоскостями.
3. Частные случаи построения точек пересечения прямой с поверхностью вращения

Тема 22. Построение развертки усеченных тел вращения.

1. Развертка усеченного конуса.
2. Развертка усеченного цилиндра.

Тема 23. Построение аксонометрической проекции усеченных тел вращения.

1. Определение конуса.
2. Назовите основные элементы конуса.
3. Определение цилиндра.
4. Назовите основные элементы цилиндра.

Тема 24. Построение линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих плоскостей

1. Развертка боковой поверхности цилиндра.
2. Экватор поверхности вращения.
3. Последовательность действий построения проекций линии пересечения.

Тема 25. Построение линии пересечения двух поверхностей вращения способом вспомогательных секущих сфер.

1. Способ вспомогательных секущих сфер.
2. Последовательность действий построения проекций линии пересечения.
3. Экватор поверхности вращения.

Тема 26. Построение аксонометрической проекции детали

1. Главный вид.
2. Линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях.

Тема 27. Тела геометрические

1. Проекции цилиндра и конуса.
2. Проекции пирамиды.
3. Проекции призм.

Тема 28. Тело усеченное.

1. Натуральная величина фигуры сечения.
2. Сущность способа замены плоскостей проекций.
3. Линии сгиба разверток.

Тема 29. Чертеж модели

1. Технический рисунок и аксонометрическая проекция.
2. Последовательность выполнения технического рисунка.
3. Основные виды технических рисунков.

Тема 30. Разрезы простые

1. Обозначение разреза.
2. Соединение половины вида с половиной разреза.
3. Отличие разреза от сечения.

Тема 31. Разрезы сложные

1. Сложный и простой разрезы.
2. Понятие о сложных разрезах.
3. Обозначение разреза.

Тема 32. Эскиз вала

1. Анализ детали.
2. Порядок составления эскиза детали

Тема 33. Эскиз штуцера

1. Анализ детали.
2. Порядок составления эскиза детали

Тема 34. Соединение резьбовое

1. Условные обозначения крепежных деталей.
2. Примеры условных обозначений.
3. Разработка болтового соединения.
4. Последовательность вычерчивания болтового соединения.

Тема 35. Соединение сварное

1. Сварка. Сварка давлением.
2. Сварка плавлением.
3. Виды сварочных швов.
4. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

Тема 36. Колесо зубчатое

1. Основные параметры зубчатого колеса.
2. Параметры цилиндрических зубчатых колес.
3. Выполнение расчета элементов зубчатого колеса.

4.4. Методические указания по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста доклада предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление.

Структура доклада:

– Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

– Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

– Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

– Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

– Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты доклада:

На защиту доклада отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите доклада приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Доклад оценивается по следующим критериям: соблюдение требований к его оформлению; необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте доклада информации; умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в докладе; способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Темы докладов

Базовый уровень

1. Инженерная графика.
2. Начертательная геометрия и инженерная графика.
3. Основные понятия трехмерной графики.
4. Построение сетевого графика.
5. Современный этап развития инженерной деятельности и проектирования.
6. Технические устройства, используемые в компьютерной графике.
7. Численные методы решения инженерных задач.
8. Современный этап развития инженерной деятельности.
9. Кривые линии и поверхности.
10. Способы преобразования комплексного чертежа, применение при изображении предметов

Повышенный уровень

1. Понятие геометрического моделирования. Граф.
2. Модулирующие назначение план-графики, Расчётно-иллюстрационное назначение план-графики.
3. Комплексный чертеж точки. Горизонтальная плоскость проекции.
4. Понятие точки. Понятие прямой и плоскости.
5. Положение точки в пространстве трехмерного угла.
6. Принадлежность точки линии.
7. Пересечение поверхности с поверхностью.
8. Решение позиционных задач.
9. Стандартные аксонометрические проекции.
10. Построение геометрических фигур в аксонометрии по заданным ортогональным проекциям

4.5. Методические указания по подготовке к экзамену

Цель экзамена — завершить курс изучения конкретной дисциплины, оценить уровень полученных студентом знаний. Правильная подготовка к экзамену позволяет понять логику всего предмета в целом. Новые знания студент получает не только из лекций и семинарских занятий, но и в результате самостоятельной работы. В том числе изучая отдельные темы (проблемы), предложенные для самостоятельного изучения. При подготовке к экзамену следует использовать учебную литературу, предназначенную, по изучению дисциплины «Строительные материалы».

Существуют разные приемы работы с материалом.

1. Самое главное понять материал, разобраться в нем. Очень полезно составлять планы конкретных тем и держать их в уме («план в уме»), а не зазубривать всю тему полностью «от» и «до». Можно также практиковать написание вопросов в виде краткого изложения материала.

2. Заучиваемый материал лучше разбить на смысловые куски, стараясь, чтобы их количество не превышало семи. Смысловые куски материала необходимо укрупнять и

обобщать, выражая главную мысль одной фразой. Текст можно сильно сократить, представив его в виде схемы типа «звезды», «дерева», «скобки» и т.п.

3. К трудно запоминаемому материалу необходимо возвращаться несколько раз, просматривать его в течение нескольких минут вечером, а затем еще раз — утром.

4. Пересказ текста своими словами приводит к лучшему его запоминанию, чем многократное чтение, поскольку это активная, организованная целью умственная работа. Вообще говоря, любая аналитическая работа с текстом приводит к его лучшему запоминанию.

5. Используйте разные приемы запоминания - зрительно, на слух, письменно.

Также при подготовке к экзамену следует внимательно вчитываться в формулировку вопроса и уточнить возникшие неясности во время предэкзаменационной консультации.

Вопросы к экзамену

Базовый уровень

1. Укажите основные виды проецирования геометрических форм на плоскость
2. Центральное проецирование
3. Параллельное проецирование
4. Определение натуральной величины отрезка прямой и угла к плоскости проекций
5. Образование ортогонального чертежа на трех плоскостях проекции
6. Классификация прямых по расположению относительно плоскостей проекций
7. Дайте понятие проецирующим прямым
8. Принадлежность точки прямой
9. Что такое плоскость. Задание плоскости на чертеже
10. Классификация плоскостей по расположению относительно плоскостей проекций
11. Что называется плоскостью уровня, дайте определение, изобразите графически.
12. Взаимное расположение двух прямых
13. Главные линии плоскости
14. Принадлежность точки и прямой плоскости
15. Параллельность прямой и плоскости.
16. Параллельность двух плоскостей.
17. Пересечение прямой и плоскости
18. Пересечение проецирующей прямой с плоскостью общего положения
19. Понятие о сборочном чертеже.
20. Постановка размеров, допусков и посадок на сборочных чертежах.
21. Последовательность чтения сборочных чертежей.
22. Спецификация.
23. Детализация.
24. Чтение сборочных чертежей.
25. Разрезы на сборочных чертежах.
26. Групповые и базовые конструкторские документы.
27. Соединение деталей болтами, винтами, шпильками.
28. Особые случаи разрезов.
29. Система стандартов ЕСКД.
30. Приемы вычерчивания контуров деталей с применением геометрических построений.
31. Общие правила выполнения чертежей.
32. Общие правила оформления чертежей.
33. Форматы.
34. Основная надпись.
35. Масштабы.

Повышенный уровень

1. Пересечение проецирующей плоскости с прямой общего положения
2. Пересечение проецирующей плоскости с плоскостью общего положения
3. Пересечение прямой общего положения с плоскостью общего положения
4. Определение линии пересечения двух плоскостей общего положения
5. Метод конкурирующих точек
6. Перпендикулярность прямой и плоскости
7. Определение расстояния от точки до плоскости
8. Определение расстояния от точки до прямой общего положения
9. Следы плоскости
10. Построение следов плоскости
11. Классификация кривых
12. Построение эллипса по большой оси АВ и двум фокусам F_1 и F_2
13. Построение эллипса по двум заданным осям
14. построения параболы по директрисе 1 и фокусу F
15. Построение Гиперболы по величине действительной оси и двум фокусам
16. Цилиндрическая винтовая линия
17. Коническая винтовая линия
18. Образование поверхности
19. Способы задания поверхности на чертеже
20. Определитель поверхности
21. Поверхности вращения. Определитель поверхности вращения
22. Характерные линии поверхности вращения
23. Принадлежность точки поверхности вращения
24. Классификация многогранников
25. Построение проекции многогранника
26. Сечение многогранника плоскостью
27. Сечение призмы плоскостью
28. Нахождение натуральной величины фигуры сечения методом замены плоскостей
29. Нахождение натуральной величины фигуры сечения методом поворота плоскости
30. Построение развертки поверхности усеченной призмы
31. Сечение пирамиды плоскостью
32. Построение развертки поверхности усеченной пирамиды
33. Построение развертки многогранника
34. Сечение прямого кругового конуса плоскостью
35. Построение развертки поверхности прямого кругового конуса
36. Сечение цилиндра плоскостью
37. Построение развертки поверхности цилиндра
38. Аксонометрические проекции
39. Окружность в прямоугольной изометрической проекции
40. Окружность в прямоугольной диметрической проекции
41. Построение линий перехода.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка выполнения доклада и его презентации.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Список литературы для выполнения СРС

Основная литература:

1. Семенова, Т.В. Начертательная геометрия. Инженерная графика Электронный ресурс : учебное пособие / Е.В. Петрова / Т.В. Семенова. - Начертательная геометрия. Инженерная графика, - Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. - 152 с.

2. Леонова, О. Н. Начертательная геометрия. Инженерная графика в примерах и задачах Электронный ресурс : Учебное пособие / О. Н. Леонова, Е. А. Солодухин. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 77 с.

3. Коковин, Н. И. Начертательная геометрия. Инженерная графика : методические указания по выполнению домашних заданий (эпюров) за I семестр / Н. И. Коковин, Т. М. Кондратьева. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 66 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23733.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

1. Супрун, Л. И. Основы черчения и Начертательная геометрия. Инженерная графика: учебное пособие / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун, Л. А. Устюгова. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. — 138 с. — ISBN 978-5-7638-3099-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84285.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия. Инженерная графика и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 471 с. : ил. - (Основы наук). - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 465-466.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению расчётно-графической работы
по дисциплине «Начертательная геометрия. Строительное черчение»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины
2. Формулировка задания и его объем
3. Общие требования к написанию и оформлению работы
4. Указания по выполнению задания
5. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Строительное черчение» являются: получение знаний, умений и навыков по построению и чтению проекционных чертежей и чертежей строительных объектов, отвечающих требованиям стандартизации и унификации; освоение студентами современных методов и средств компьютерной графики, приобретение знаний и умений по построению геометрических моделей объектов.

Задачами освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Строительное черчение» являются: приобретение при изучении «Начертательная геометрия. Строительное черчение», необходимых знаний для изучения общепрофессиональных и специальных технических дисциплин, а также последующей инженерной деятельности. Умения представить мысленно форму предмета и взаимное расположение в пространстве особенно важно для эффективного использования технических средств на базе вычислительной техники для масштабного проектирования технических устройств.

А также привитие студентам навыков правильного и рационального применения методов решения конкретных практических задач.

2. Формулировка задания и его объем

Задания на расчетно-графические работы индивидуальные. Они представлены в вариантах. Номер варианта студент получает у преподавателя.

Графическую часть РГР студенты выполняют на чертежной бумаге формата А3 297х420 мм ГОСТ 2.301-68.

В правом нижнем углу формата располагают основную надпись. Все чертежи выполняются в заданном масштабе. Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на чертеже должны быть выполнены чертежным шрифтом размером 3,5; 5 и 7 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.304.-68 «Шрифты чертежные». При обводке чертежа характер и толщина линий выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.303-68 «Линии чертежа». Заданные элементы изображений следует располагать на поле чертежа таким образом, чтобы обеспечивалось примерное равенство свободных промежутков справа и слева, сверху и снизу от изображений. При этом надо учитывать возможность размещения последующих построений.

3. Общие требования к выполнению работ

В процессе изучения курса начертательной геометрии студенты выполняют обязательные графические работы, представляющие собой чертеж на листе формата А4.

На оформление чертежа предъявляются определенные требования:

- на листе формата А4 чертится рамка;
- основная надпись.

Оформление чертежа для графической работы выполняются с соблюдением общих правил в соответствии со стандартами Единой Системы Конструкторской Документации - ЕСКД.

Чертежи решенных задач выполняются карандашом в масштабе М1:1.

Линии чертежа:

- видимые — сплошные толстые 0,6...0,8 мм;
- невидимые — штриховые 0,4 мм.

Все промежуточные построения должны быть показаны на чертеже тонкими линиями, 0,1... 0,2 мм различными цветами (синим, зеленым, коричневым и т. д.) в зависимости от принадлежности к этапу решения задачи.

Все вспомогательные построения не стирать и все точки чертежа обозначить. Надписи и обозначения выполняются чертежным шрифтом.

Пересекающиеся плоскости могут быть раскрашены (отмыты) разными цветами слабым раствором акварельной краски на обеих плоскостях.

4. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Графическая работа № 1 «Оформить титульный лист расчетно-графической работы»

Шрифты чертежные (тип А)

Изучить правила написания букв и цифр по ГОСТ 2.304-81. На бумаге формата А4 вычертить рамку и выполнить надписи шрифтами 5 и 7.

Рекомендуется вначале выполнить упражнения по написанию шрифта всего алфавита на отдельном листе, используя вспомогательную сетку (рис.1), для того чтобы выработать глазомер для правильного соотношения размеров и наклона (75°) букв и цифр (75°).

После упражнений выполнить надписи на формате А4 (рис.2) уже без сетки, от руки, в глазомерном масштабе, соблюдая наклон букв, толщину линий шрифта и соотношения элементов шрифта по ГОСТ.

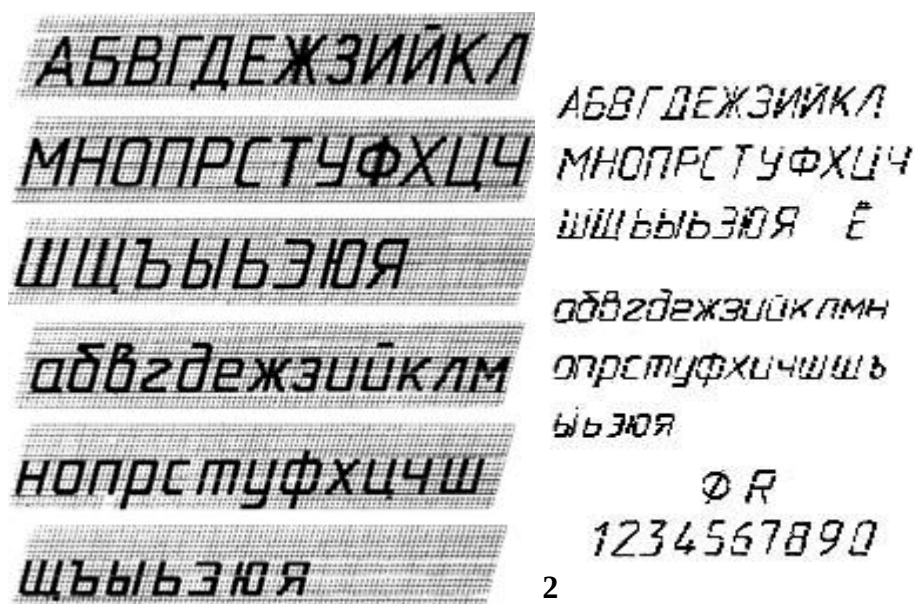


Рис.

Рис. 1

Все прописные, строчные буквы и цифры на листе имеют одну толщину (S) линий шрифта. Расстояние между буквами в слове равно $1,5 - 2S$, между словами в предложении - $6S$.

Наиболее характерные ошибки, на которые преподаватель всегда обращает внимание: - не выдержаны размеры (высота) шрифта по ГОСТ;

- буквы в строке "прыгают";
- не соблюдается горизонтальная линия;
- наклон не у всех букв одинаков и т.д.

Указания. Для того чтобы буквы не прыгали, соблюдалась их высота и предложения были горизонтальными, необходимо с помощью циркуля (кронциркуля с двумя иглами) или какого-либо другого приспособления продавить две параллельные линии по высоте строчных букв, в диапазоне которых выполнить начертание букв.

Основные теоретические положения по теме "Шрифты чертежные" ГОСТ 2.304-81.

Размер соответствует номеру шрифта h и определяется высотой прописных букв в мм. ГОСТ допускает следующие номера (высоту прописных букв) шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Высота строчных букв на один размер меньше размера прописного шрифта. Например, для 10 шрифта высота прописной буквы 10 мм, а высота строчных букв будет 7 мм. Имеется зависимость ширины букв от их высоты:

Ширина прописных букв Г,Е,З,С - $6/14 h$; букв А,Д,Х Ц,Ы,Ю - $8/14 h$; для букв Ж,М,Ь - $9/14 h$; Щ - $10/14 h$; Ф - $11/14 h$; для всех остальных - $7/14 h$.

Ширина строчных букв з,с - $5/14 h$; букв а,м,ц,ъ,ы,ю - $7/14 h$; ж - $8/14 h$; т,ф,ш - $9/14 h$; для всех остальных - $7/14 h$.

ГОСТ устанавливает шрифт с наклоном (около 75°) и без наклона, шрифт типа А и шрифт типа Б. Более распространенными являются шрифты наклонные типа А.

Графическая работа № 2 «Резьбовые изделия»

№ варианта	резьба	Длина болта	Исполнение			ГОСТ		
			Болта	Гайки	Шайбы	Болта	Гайки	Шайбы
1,10,19	M16	70	1	1	1	7798-70	5915-70	11371-78
2,11,20	M18x1,5	80	2	2	-	7796-70	15521-70	6402-70
3,12,21	M20	90	1	1	2	7805-70	5927-70	11371-78
4,13,22	M16x1,5	70	2	2	-	7798-70	5918-73	6402-70
5,14,23	M18	80	1	1	1	7796-70	15521-70	11371-78
6,15,24	M20x1,5	90	2	2	-	7805-70	5918-73	6402-70
7,16,25	M16	70	1	1	-	7805-70	5927-70	6402-70
8,17,26	M18x1,5	80	2	2	2	7798-70	5918-73	11371-78
9,18,27	M20	90	1	1	2	7796-70	15521-70	11371-78

№ варианта	резьба	Длина шпильки	Исполнение			ГОСТ		
			Шпильки	Гайки	Шайбы	Шпильки	Гайки	Шайбы
1,10,19	M16x1,5	50	-	1		22036-76	5918-73	6402-78
2,11,20	M18	55	-	1	1	22034-76	5915-70	11371-78
3,12,21	M20x1,5	60	-	2		22032-76	5918-73	6402-70
4,13,22	M16	50	-	1	1	22038-76	5916-70	11371-78
5,14,23	M18x1,5	55	-	2	-	22036-76	5918-73	6402-70
6,15,24	M20	60	-	1	1	22034-76	5915-70	11371-78
7,16,25	M16x1,5	50	-	1	2	22040-76	5918-73	11371-78
8,17,26	M18	55	-	1	-	22036-76	5916-70	6402-70
9,18,27	M20x1,5	60	-	2	2	22032-76	5918-73	11371-78

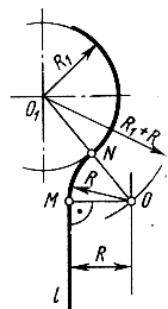
сопрягающей дуги. Из полученных точек сопряжения T_1 и T_2 тем же радиусом R выполним пересечение дуг и определим центр O сопрягающей дуги.

Сопряжение сторон острого и тупого углов (Рис. 4) выполним так. Сначала найдем центр O сопрягающей дуги. Для этого внутри углов параллельно его сторонам проведем на расстоянии R вспомогательные прямые и точка O пересечения прямых – центр сопрягающей дуги окружности. Опустив перпендикуляры OM, ON из центра O на стороны углов, получим точки сопряжения M и N .

Рис. 5 Сопряжение сторон острого угла.

Для построения сопряжения прямой линии l с дугой радиуса R_1 ,

проведенной из центра O_1 (рис.6), проводим вспомогательную прямую, параллельную прямой l , на расстоянии сопряжения R , а из центра O_1 , проводим радиусом R_1+R . В точке пересечения этих линий получаем центр сопряжения O . Из перпендикуляр на прямую - получаем прямой M , затем соединяем центр O с пересечением прямой OO_1 с заданной сопряжения на дуге — точку N . Между M и N радиусом R проводим дугу

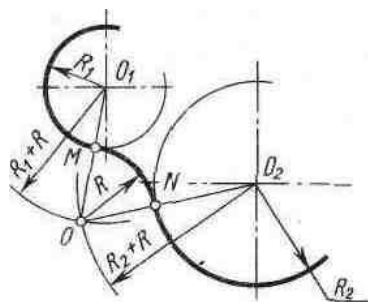


заданного радиуса вспомогательную дугу этого центра опускаем точку сопряжения на центр дуги O_1 - в дугой получаем точку найденными точками сопряжения.

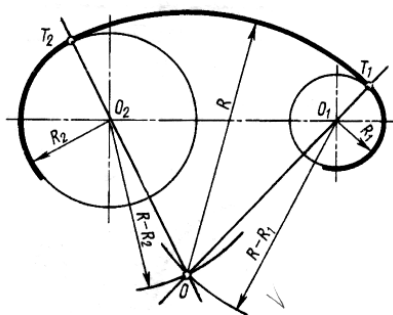
Рис. 6 Сопряжение прямой линии с дугой.

Сопряжение двух окружностей. При построении сопряжения двух окружностей дугой третьей окружности заданного радиуса возможны два варианта: Внешнее и внутреннее сопряжение. Центр *внешнего сопряжения* окружностей дугой заданного радиуса R должен отстоять от окружностей на одном и том же расстоянии, равном R . Чтобы построить центр O сопрягающей дуги, из центров окружностей O_1 и O_2 проведем две вспомогательные дуги радиусами R_1+R и R_2+R до их взаимного пересечения. Точки сопряжения M и N лежат на линиях, соединяющих центры окружностей. (Рис.7а) Сопрягающая дуга касается заданных окружностей внешней стороной.

Внутреннее сопряжение окружностей дугой заданного радиуса R (Рис.7б). Сопрягающая дуга касается заданных окружностей внутренней стороной. Центр O сопрягающей дуги определяется пересечением дуг вспомогательных окружностей, радиусы которых равны разностям $R - R_1$ и $R - R_2$. Точки сопряжения T_1 и T_2 лежат на пересечении с дугами данных окружностей линий, соединяющих центры окружностей O_1 и O_2 с центром O .



а)



б)

Рисунок - 7 Сопряжение двух окружностей а) внешнее; б)

Графическая работа № 4 «Вычерчивание рабочего чертежа вала и его эскиза»



Рисунок 8 - Вал

Деталь вал (рисунок 8) относится к группе деталей, ограниченных преимущественно поверхностями вращения и предназначена для передачи крутящего момента. Деталь получается при обработке на токарных станках, ее ось располагается горизонтально, что соответствует положению детали в процессе изготовления, поскольку токарный резец перемещается справа налево. Для удобства чтения чертежа деталь обращают на чертеже вправо той стороной, на которой производится большее число операций при её обработке. Поэтому на чертеже главный вид располагают так, чтобы ось была параллельна основной надписи, а участки с большими диаметрами находились левее участков с меньшими диаметрами. С целью выявления формы и простановки размеров главный вид может быть дополнен местными видами, вынесенными сечениями (на свободном поле чертежа или на следе секущей плоскости), а также выносными элементами, размеры которых сложно проставить на главном виде (например, проточки). Необходимые разрезы и сечения выполняются по ГОСТ 2.305-68 и в соответствии с рекомендациями, приведёнными в данных методических указаниях.

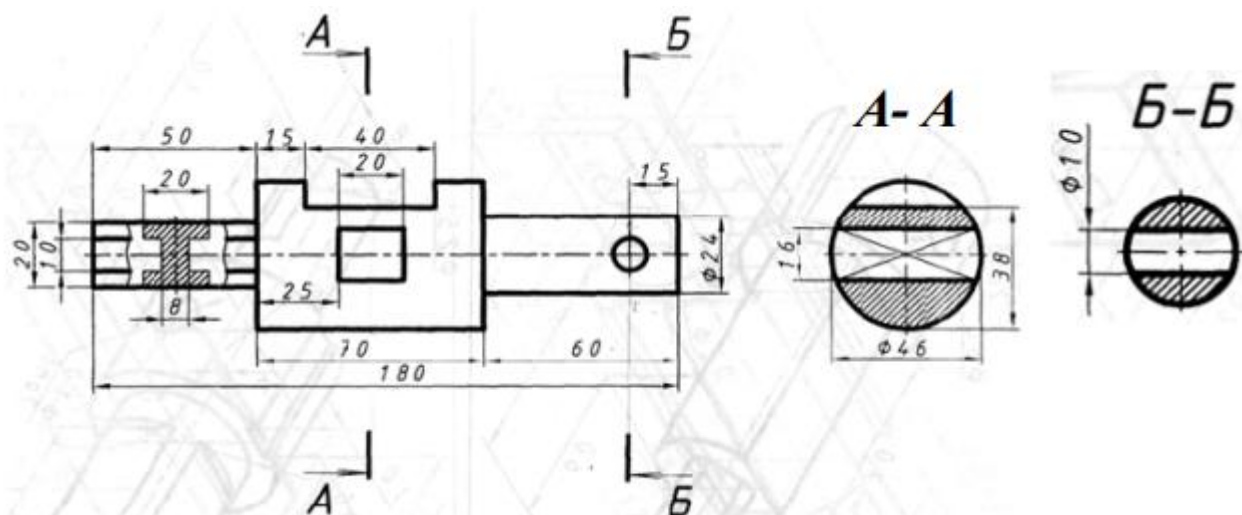


Рисунок 9 - Рабочий чертёж вала

Перед выполнением рабочего чертежа студенту рекомендуется выполнить эскиз вала и предъявить его на проверку преподавателю. И только после получения возможных рекомендаций со стороны преподавателя, а также получения одобрения на эскиз, приступать к выполнению полноценного рабочего чертежа детали. На рисунке 10 представлен эскиз вала, форма которого полностью выявлена одним видом с тремя местными разрезами, а также четырьмя выносными сечениями и одним выносным элементом Б.

Выполнение элементов вала

1. Так как первая секущая плоскость проходит через некруглый шпоночный паз шириной 12 мм, то контур цилиндрической поверхности на выполненном вынесенном без обозначения сечении по проекционной связи не замыкается (рисунок 10).

2. Так как секущая плоскость А-А проходит снизу через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью (рисунок 10, вынесенное с обозначением сечение А-А, глухое отверстие диаметром 10 мм, глубиной 10 мм).

3. Размеры длин проставляют от некоторых конструктивных или технологических баз. Для детали, показанной на рисунке 10, основными технологическими базами являются торцы. Проставлять размеры в виде замкнутой цепочки не допускается.

4. Размеры фасок, канавок, проточек не входят подетально в размерные цепи.

5. Для полного выявления размеров шпоночных пазов дают поперечные сечения. Размеры пазов выбирают в зависимости от диаметра вала и типа шпонки по ГОСТ 23360-78, ГОСТ 10748-79 - на призматические шпонки, по ГОСТ 24071-80 на сегментные шпонки; по ГОСТ 24068-80 на клиновые шпонки.

6. Центровые отверстия (в торцевых участках вала под установку в центрах) назначает технолог при составлении операционной технологической карты на изготовление изделия. На рабочем чертеже детали центровые отверстия не изображают.

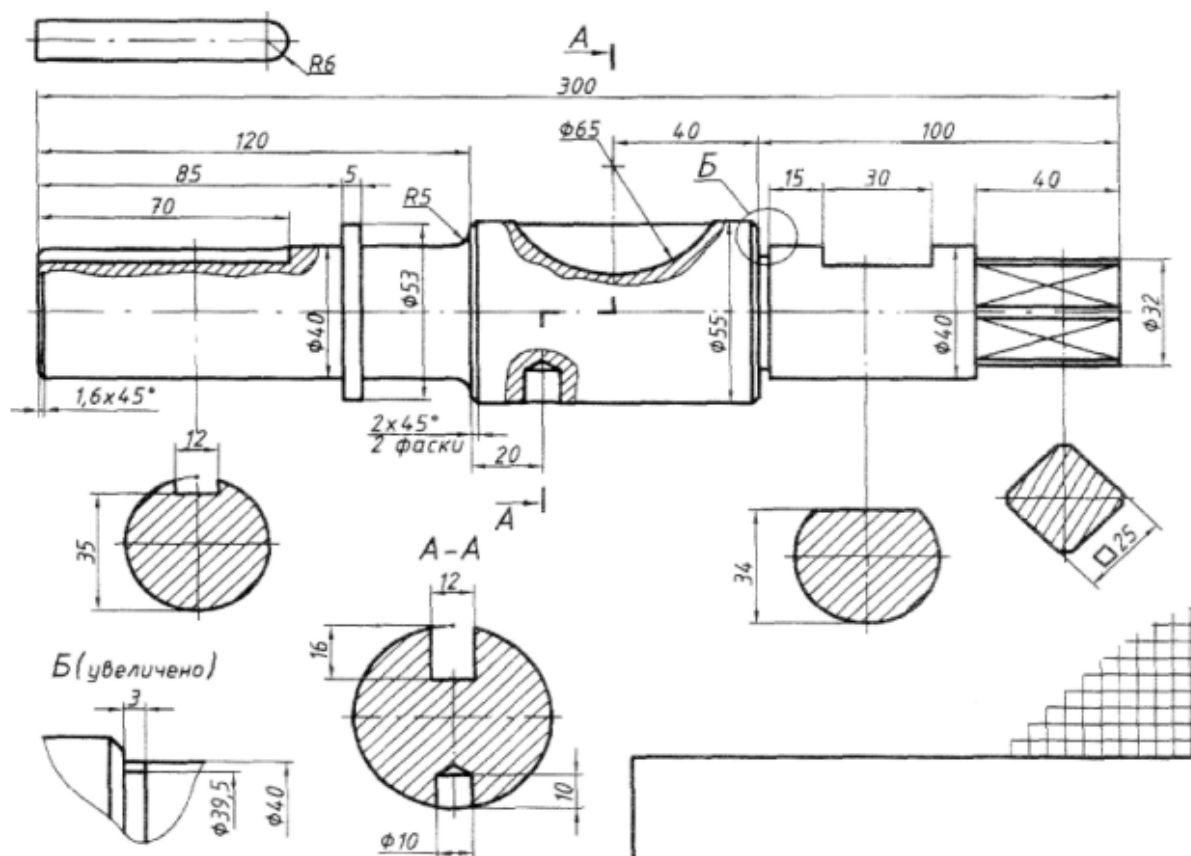


Рисунок 10 - Эскиз вала

библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23733.html>
— Режим доступа: для авторизир. пользователей

5.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Супрун, Л. И. Основы черчения и Начертательная геометрия. Инженерная графика: учебное пособие / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун, Л. А. Устюгова. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. — 138 с. — ISBN 978-5-7638-3099-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84285.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия. Инженерная графика и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 471 с. : ил. - (Основы наук). - Гриф: Рек. МО. - Библиогр.: с. 465-466.