МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГ
ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических занятий
по дисциплине «Инженерная компьютерная графика»

для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин»

Ставрополь, 2026

Учебное пособие (практикум) предназначено для оказания методической помощи при выполнении чертежей во время аудиторных занятий, по дисциплине «Инженерная компьютерная графика». Содержит основные теоретические положения; рассмотрены примеры решения задач и выполнения заданий; приведены образцы оформления листов графической части и контрольные вопросы для проверки усвоения материала. Предназначены для студентов по направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело. Профиль подготовки: "Бурение нефтяных и газовых скважин"

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....5
Практическое занятие 1. Проекции точки. ……. 7
Практическое занятие 2. Проекции прямой. ……. 12
Практическое занятие 3. Взаимное положение прямых линий……..... 17
Практическое занятие 4. Проекции плоскости. ……. 20
Практическое занятие 5. Принадлежность прямой и точки заданной плоскости. ……. 23
Практическое занятие 6. Пересечения: двух плоскостей; прямой и плоскости. …… 26
Практическое занятие 7. Параллельность двух плоскостей; прямой и плоскости. ……. 32
Практическое занятие 8. Перпендикулярность двух плоскостей; прямой и плоскости. ……. 34
Практическое занятие 9. Способ перемены плоскостей проекций. .....
Практическое занятие 10. Способ плоскопараллельного перемещения. ... 37
Практическое занятие 11. Способ вращения вокруг проецирующей оси…,,... 42
Практическое занятие 12. Способ вращения вокруг горизонтали…… 47
Практическое занятие 13 . Пересечение многогранников плоскостью и прямой 51
Практическое занятие 14. Взаимное пересечение многогранников…….. 54
Практическое занятие 15. Развертки многогранников. ……. 64
Практическое занятие 16. Пересечение поверхностей вращения плоскостью и прямой 69
Практическое занятие17. Способ секущих плоскостей ……... 75
Практическое занятие18. Способ концентрических сфер…….. 79
Практическое занятие 19. Правила оформления чертежей…….. 83
Практическое занятие 20. Сопряжения. 89
Практическое занятие 21. Виды……... 92
Практическое занятие 22. Разрезы простые……. 96
Практическое занятие 23. Разрезы сложные 102
Практическое занятие 24. Сечения…..... 105
Практическое занятие 25 .Резьбы..... 109
Практическое занятие 26. Шпоночные и шлицевые соединения. 114
Практическое занятие 27. Соединения сварные. 123
Практическое занятие 28. Эскизирование деталей..... 127

Практическое занятие 29. Эскиз зубчатого колеса…..... 127
Практическое занятие 30. Эскиз детали корпуса…… 127
Практическое занятие 31. Сборочный чертеж изделия……... 132
Практическое занятие 32. Нанесение размеров позиций. ……. 132
Практическое занятие 33. Спецификация. …….. 137
Практическое занятие34. Деталирование……..… 142
Практическое занятие35. Оформление конструкторских документов с помощью графических редакторов…… 146
Практическое занятие 36.Введение в интерфейс…… 146
Приложение А 154
Приложение Б 199

Введение

Дисциплина «Инженерная компьютерная графика» относится к профессиональному циклу дисциплин базовой части. Ее освоение происходит в 3-ом семестре.

Изучение дисциплины «Инженерная компьютерная графика» базируется на знании общетехнических и общеинженерных дисциплин, таких как «Математика» и «Информатика».

задачи на чертеже, надо понять ее условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространственное расположение, и четко представить схему решения, т. е. установить последовательность выполнения операций. При решении задач очень полезно прибегать к моделированию заданных геометрических форм и их сочетаний с помощью бумаги, пластилина, чертежных инструментов и любых подходящих подручных предметов и материалов с использованием стандартных компьютерных программ.

Раздел «Инженерная графика» базируется на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении конструкторской документации. Инженерная графика несет основную нагрузку в графической подготовке бакалавров, являясь одним из важнейших компонентов его общетехнической подготовки.

Решение задач и задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Площадь, занятая построениями, должна составлять 75%. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью в карандаше (марки ТМ и М). На эпюре (чертеже) должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом размером 3,5; 5 и 7 в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Студент выполняет все задания по индивидуальному варианту, определенному преподавателем.

Практическое занятие 1. Проекции точки.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Три взаимно-перпендикулярные плоскости проекций делят пространство на 8 октантов (рисунок 1.1).

$X_A = OA_X$ - абсцисса точки А, или ширина точки А, или расстояние точки А от плоскости $П_3$.

$Y_A = OA_Y$ - ордината точки А, или глубина точки А, или расстояние точки А от плоскости $П_2$.

$Z_A = OA_Z$ - аппликата точки А, или высота точки А, или расстояние точки А от плоскости $П_1$

Знаки координат точек, расположенных в различных октантах, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Знаки координат точек по октантам

октанты / координаты	1	2	3	4	5	6	7	8
X	+	+	+	+	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	+	-	-	+
Z	+	+	-	-	+	+	-	-

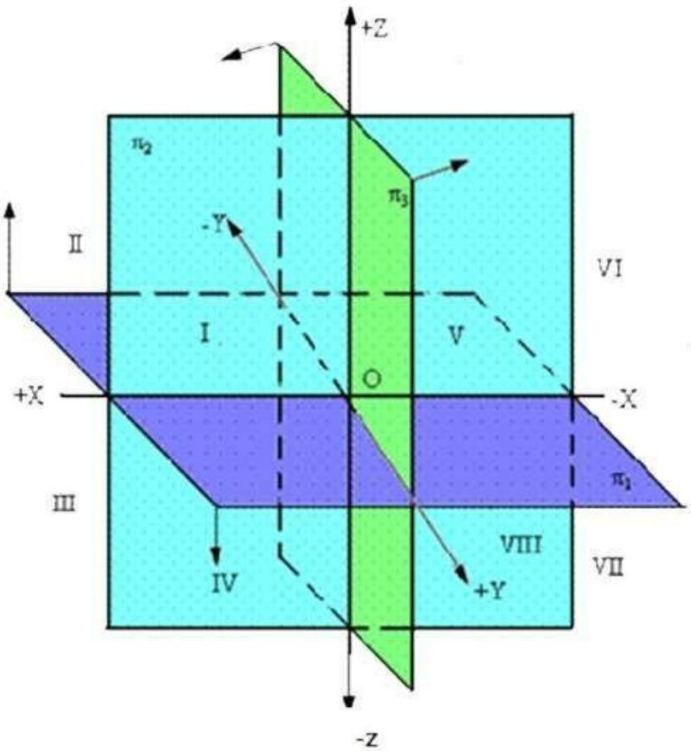


Рисунок 1.1 – Октанты пространства

Точки, расположенные в левых октантах - 1, 2, 3, 4 - имеют положительные абсциссы, в правых октантах - 5, 6, 7, 8 - отрицательные абсциссы, в передних октантах - 1, 5, 8, 4 - положительные ординаты, в задних октантах - 2, 6, 7, 3 - отрицательные ординаты, в верхних октантах - 1, 2, 6, 5 - положительные аппликаты, в нижних октантах - 4, 3, 7, 8 - отрицательные аппликаты.

Построим аксонометрическое изображение точки А в первом октанте по произвольным положительным координатам X_A, Y_A, Z_A. (рисунок 3.1). Сначала строим оригинал точки А по этим координатам в системе . Откладываем

отрезок $OX_x=X_A$ по оси абсцисс, затем AxA2=2_A параллельно оси Z. Из полученных точек A_1 и A_2 восстанавливаем перпендикуляры $A_1A\pm П_1$, $A_2A\pm П_2$,

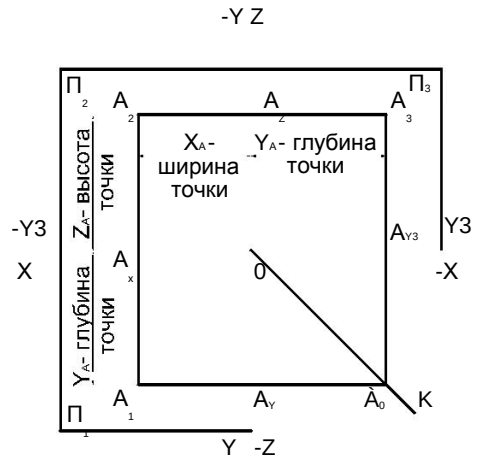


Рисунок 1.2 – Эпюр точки А с указанием координат

Построим комплексный чертеж (эпюр) точки А (рисунок 1.2). При совмещении плоскости проекций $П_1$ с $П_2$ линия связи A_1A_2 будет перпендикулярна оси X, т. е. фронтальная и горизонтальная проекции точки А расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси X.

При совмещении плоскости проекций $П_3$ с $П_2$ линия связи A_2A_3 будет перпендикулярной к оси Z, т. е. фронтальная и профильная проекции точки А расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси Z.

Оси абсцисс и аппликат на чертеже располагаются так же, как и на плоскости П2 оригинала точки А, а ось ординат на комплексном чертеже указывается дважды (рисунок 1.2).

Построение проекций точки А на комплексном чертеже начинают с построения фронтальной проекции А2 точки А, т. к. расположение фронтальной проекции точки А на плоскости П2 на оригинале и чертеже будет всегда одинаковым.

Для этого откладываем абсциссу точки А – OA_x, затем проводим линию связи и на ней откладываем отрезки, равные высоте и глубине точки А. Если точка А находится над плоскостью $П_1$, высота точки А - положительна и А2 — фронтальная проекция точки А будет располагаться над осью X.

При отрицательной высоте точки А фронтальная проекция ее будет располагаться под осью X. Если точка А находится перед плоскостью П2, то

глубина точки А будет положительна и А1 — горизонтальная проекция ее — будет располагаться под осью Х. При отрицательной глубине точки А горизонтальная проекция ее будет располагаться над осью Х.

Профильную проекцию A_3 точки А строим по двум проекциям: фронтальной и горизонтальной. Помня, что фронтальная и профильная проекции точки А лежат на одной линии связи, перпендикулярной оси Z, откладываем от точки A_2 отрезок, равный глубине точки А, учитывая знак ее ординаты (A_2 A_3 = A_xA_1). Окончательный вид комплексного чертежа (эпюра) показан на рисунке 1.3.

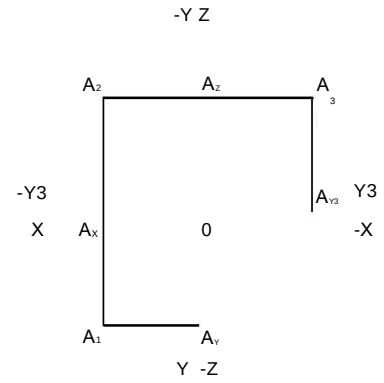


Рисунок 1.3 – Эпюр точки А в окончательном виде

Профильную проекцию можно также построить при помощи постоянной линии чертежа (постоянная Монжа), которая проводится под углом 45^0 к оси X_{12} через начало координат.

По двум любым проекциям точки всегда можно построить третью проекцию данной точки при соблюдении расположения линий связи между заданными проекциями точки $A_2A_1 \perp X$, $A_2A_3 \perp Z$.

Пример. Дана точка С (40;10;20). Построить эпюр точки Е, симметричной точке С, относительно профильной плоскости проекций (рисунок 1.4).

Решение. Точка С в первом октанте. Строим её эпюр. Откладываем на положительной оси ОХ отрезок OC_x длиной 40 мм (х) и проведя через точку C_x прямую перпендикулярно оси ОХ, откладываем на ней отрезки вниз C_xC_1 длиной 10 мм (у) и вверх C_xC_2 длиной 20 мм (z). Затем проводим через точку

C_2 прямую перпендикулярно оси OZ и откладываем вправо отрезок C_zC_3 длиной 10 мм (y).

Точка E, симметричная данной точке относительно профильной плоскости проекций, находится в пятом октанте, т.е. E (-40, 10, 20). Откладываем на отрицательной оси OX отрезок OE_x длиной 40 мм (x) и проведя через точку E_x прямую перпендикулярно оси OX, откладываем на ней отрезки вниз E_xE_1 длиной 10 мм (y) и находим профильную проекцию (E_3) точки E, которая совпадает с профильной проекцией точки C.

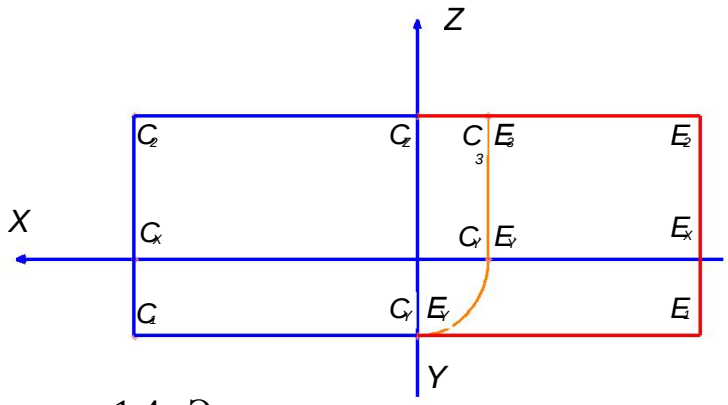


Рисунок 1.4 –Эпюр симметричных точек

Вопросы и задания.

1. Что такое октант пространства?

2. Каким правилом следует руководствоваться при переносе точек с оси Y_1 на ось Y_3?

3. Какие знаки имеют координаты точек, расположенных во 2 и 8 октантах?

4. Как восстановить положение пространственной точки по ее проекциям?

5. Сколько проекций точки определяют ее пространственное положение?

6. Что такое ширина, глубина и высота точки?

Задача 1.1. Построить три проекции и аксонометрическое (наглядное) изображение точек A и B по их координатам, представленным в Приложении А, таблица 1, и указать октанты расположения этих точек в пространстве.

Задача 1.2. Построить три проекции и наглядное изображение точки Д по заданным двум координатам и третьей координате, соответствующей условию Z = Y—30. Данные для задачи взять в Приложении А, таблица 1.

Задача 1.3. По данным таблицы 1, Приложения А определить: какая из трех точек (А, В или С) расположена левее всех, выше всех и ближе всех по отношению к наблюдателю, находящемуся в первом октанте.

Задача 1.4. Построить три проекции и наглядное изображение точки С (координаты взять из в Приложения А,(таблица 1) и точки Е симметричной ей относительно указанного в Приложении А, таблица 2 элемента.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 2. Проекции прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая образуется при пересечении двух плоскостей. Прямая в

пространстве бесконечна. Часть прямой, ограниченной двумя точками, называется отрезком прямой. Прямые подразделяются на прямые общего и частного положения в пространстве.

Прямые общего положения не параллельны и не перпендикулярны ни к одной из плоскостей проекций. Все проекции такой прямой наклонены к осям проекций (рисунок 2.1).

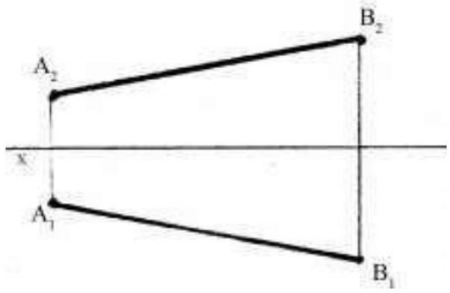


Рисунок 2.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня.

Проецирующие прямые перпендикулярны к одной из плоскостей проекций (рисунок 2.2).

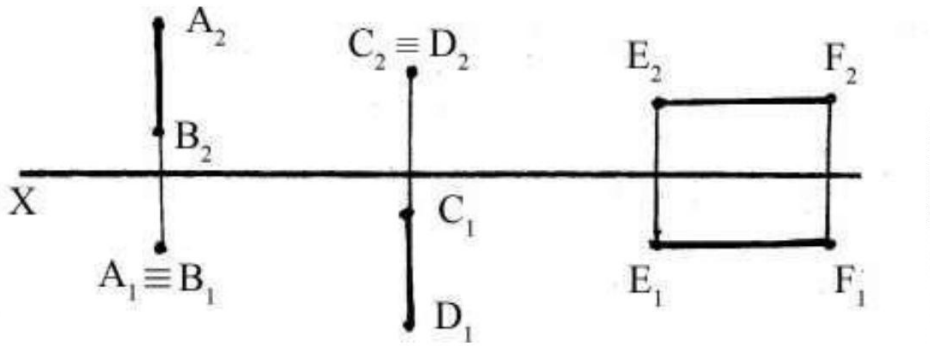


Рисунок 2.2 - Прямые частого положения

Прямые уровня параллельны одной из плоскостей проекций.

Прямая, параллельная плоскости $П_1$ называется ***горизонталь.*** Ее фронтальная проекция A_2B_2 параллельна оси X, а горизонтальная равна натуральной величине (НВ) отрезка A_1B_1 =АВ (рисунок 2.3). Если же проекция A_2B_2 совпадает с осью X, то отрезок АВ расположен в плоскости $П_1$.

Прямая, параллельная плоскости $П_2$, называется ***фронталь.*** Ее горизонтальная проекция $C_1Д_1$ параллельна оси X, а фронтальная равна НВ отрезка $C_2Д_2$ = СД (рисунок 2.4). Если же проекция $C_1Д_1$ совпадает с осью X, то отрезок СД расположен в плоскости $П_2$.

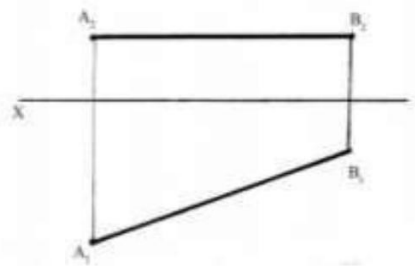


Рисунок 2.3- Горизонталь

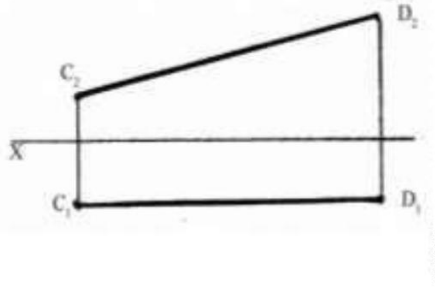


Рисунок 2.4 -Фронталь

Определение натуральной величины прямой линии и углов наклона её к плоскостям проекций методом прямоугольного треугольника.

Натуральная величина отрезка равна гипотенузе прямоугольного треугольника, у которого один катет является одной из проекций, а другой катет равен разности координат другой проекции

Пример. Определить натуральную величину отрезка прямой АВ (рисунок 2.5).

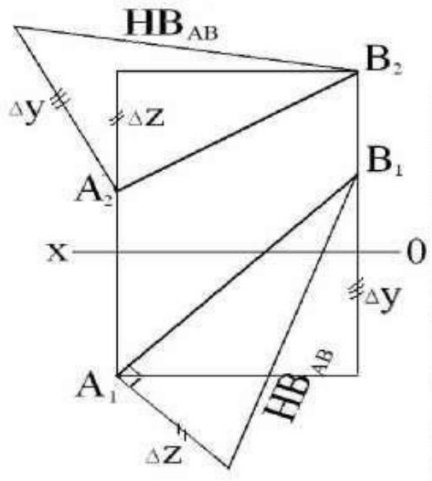


Рисунок 2.5 – Определение натуральной величины отрезка АВ

Решение. Строим прямоугольный треугольник по двум катетам. За один катет принимаем горизонтальную проекцию отрезка A_1B_1, за другой катет-отрезок, длина которого равна Δ z. Гипотенуза этого прямоугольного треугольника выражает натуральную величину отрезка (HB_{AB}). Тот же результат получится, если построить прямоугольный треугольник на фронтальной проекции A_2B_2. Угол наклона прямой линии к плоскости проекций находится между натуральной величиной этой прямой и проекцией отрезка.

Следами прямой называются точки пересечения прямой с плоскостями проекций. М - горизонтальный след, N-фронтальный след, Р - профильный след (рисунок 2.6). Следы всегда совпадают со своими одноименными проекциями, так как это точки, принадлежащие плоскостям проекций.

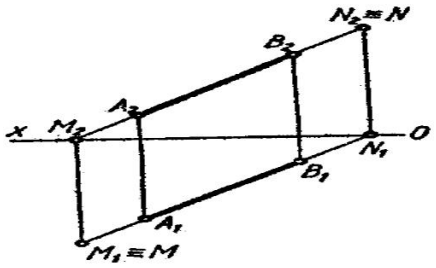


Рисунок 2.6 – Следы прямой АВ

Вопросы и задания.

1. Как определяется принадлежность точки заданной прямой?
2. Как построить изометрию отрезка прямой?
3. Какие точки называют следами прямой?
4. Сформулируйте правило прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка.
5. Как находятся следы прямой?

Задача 2.1. Построить три проекции и наглядное изображение отрезка прямой АВ, заданного координатами точек (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.2. Определить проекции точки F, принадлежащей прямой ВС и удаленной от точки С на расстояние 30 мм. (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.3. Определить натуральную величину и углы наклона отрезка прямой СВ к плоскостям проекций $П_1$, $П_2$ (Приложение А, таблица 3).

Задача 2.4. Определить следы прямой ВС и через точку А провести прямую параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 3).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 3. Взаимное положение прямых линий

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямые в пространстве могут быть: параллельными, пересекающимися и скрещивающимися.

Если прямые в пространстве параллельны, то на эпюре их одноименные проекции параллельны (рисунок 3.1).

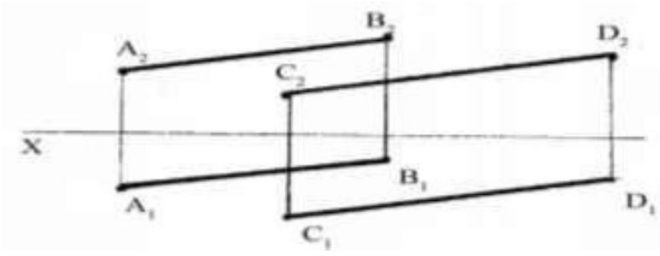


Рисунок 3.1 – Эпюр параллельных прямых

Если прямые в пространстве пересекаются, то на эпюре их одноименные проекции пересекаются и проекции точки пересечения К располагаются на одной вертикальной линии связи (рисунок 3.2).

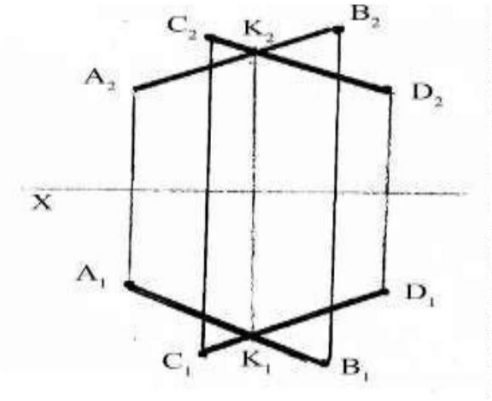


Рисунок 3.2 – Эпюр пересекающихся прямых

Если в пространстве прямые скрещиваются, то на эпюре точки кажущегося пересечения не лежат на одной вертикальной линии связи. Эти точки (1 и 2) называются конкурирующими и по ним определяется видимость объектов. На рисунке 3.3 точка 2 расположена выше точки 1.

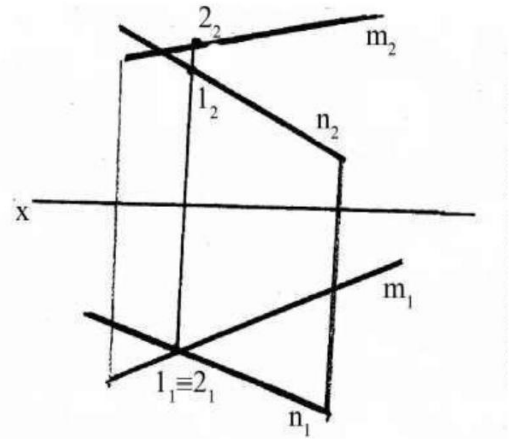


Рисунок 3.3 – Эпюр скрещивающихся прямых

Пример. Даны прямая АВ и точка К. Провести через точку К прямую параллельную прямой АВ (рисунок 3.4).

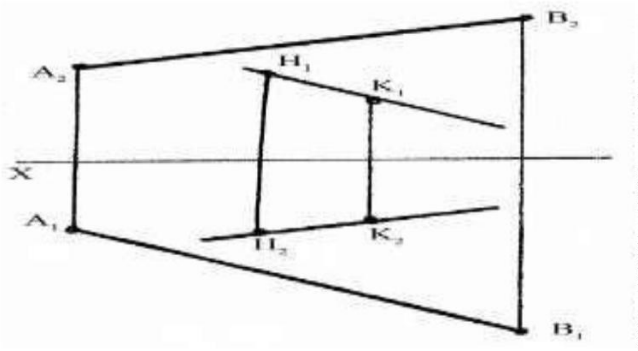


Рисунок 3.4 – Параллельность двух прямых

Решение. Проекции искомой прямой должны проходить через одноименные проекции точки К. При этом одноименные проекции прямых, заданной и искомой, должны быть между собой параллельны. Отсюда - проводим проекции искомой прямой: горизонтальную $К_1Н_1$ через точку $К_1$ параллельно проекции $А_1В_1$ и вертикальную $К_2Н_2$ через точку $К_2$ параллельно проекции $А_2В_2$.

Вопросы и задания.

1. Какие прямые называют линиями уровня?

2. Как изображаются на эпюре параллельные прямые, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые?

3. По каким точкам определяется видимость объектов?

Задача 3.1. Определить на прямой АВ Приложение А, таблица 3) точку К, для которой соотношение $^{AK}/_{KB}$ указанно в Приложении А, таблица 4.)

Задача 3.2. Построить три проекции и наглядное изображение прямых АВ и CD. Выяснить их взаимное положение (Приложение А, таблица 3)

Задача 3.3. Через точку А провести прямую, параллельную прямой ВС (Приложение А, таблица 3).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 4. Проекции плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Плоскость может быть задана в пространстве следующими геометрическими элементами (таблица 4.1):

1) тремя точками, не лежащими на одной прямой;

2) прямой и точкой, не лежащей на этой прямой;

3) двумя пересекающимися прямыми;

4) двумя параллельными прямыми;

5) плоской фигурой;

6) следами.

В частном случае прямые, задающие плоскость, могут лежать в плоскостях проекций. Тогда эти прямые называют ***следами плоскости,*** потому что по этим прямым задаваемая ими плоскость пересекается с плоскостями проекций.

Линию пересечения заданной плоскости с горизонтальной плоскостью проекций $П_1$ называют ***горизонтальным следом плоскости.***

Линию пересечения заданной плоскости с фронтальной плоскостью проекций $П_2$ называют ***фронтальными следом плоскости.***

Линию пересечения заданной плоскости с профильной плоскостью проекций $П_3$ называют ***профильным следом плоскости.***

Точки пересечения следов плоскости называют ***точками схода следов плоскости,*** они всегда принадлежат осям X, Y, Z.

Плоскость, произвольно наклоненную к плоскости проекции, называют плоскость ***общего положения.***

Плоскость, перпендикулярную к горизонтальной плоскости проекций, называют ***горизонтально-проецирующей плоскостью.***

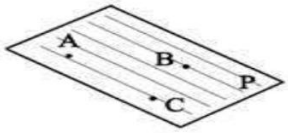
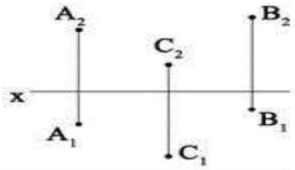
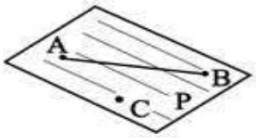
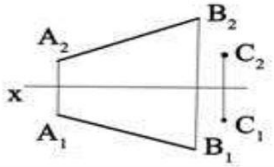
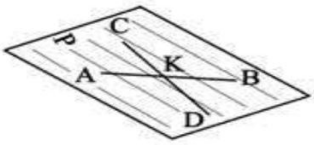
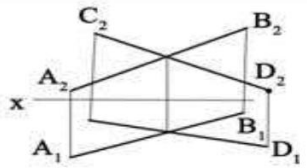
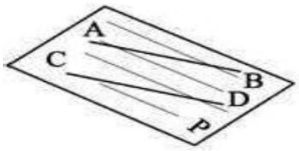
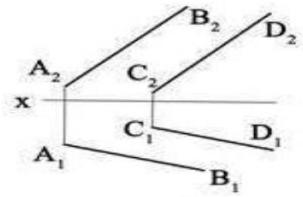
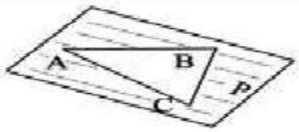
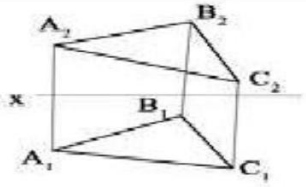
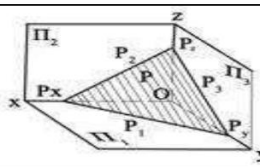
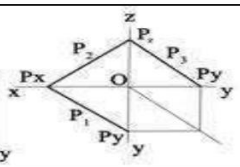
Плоскость, перпендикулярную к фронтальной плоскости проекций, называют ***фронтально-проецирующей плоскостью.***

Плоскость, перпендикулярную к профильной плоскости проекций, называют ***профильно-проецирующей плоскостью.***

Плоскость, проходящую через ось X и расположенную под углом 45^0 к плоскостям проекций, называют ***биссекторной плоскостью.***

Плоскость параллельную одной из плоскостей проекций, называют ***плоскостью уровня*** (горизонтальная, фронтальная, профильная).

Таблица 4.1 - Способы задания плоскости в пространстве и на эпюре

№	Задание плоскости в пространстве	Наглядное изображение	Эпюр	Задание плоскости на эпюре
1	Тремя точками, не лежащими на одной прямой			Проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой
2	Прямой и точкой, не лежащей на прямой			Проекциями прямой и точки, не лежащими на одной прямой
3	Двумя пересекающимися прямыми			Проекциями двух пересекающихся прямых
4	Двумя параллельными прямыми			Проекциями двух параллельных прямых
5	Плоской фигурой			Проекциями плоской фигуры
6	Следами			Следами

Вопросы и задания.

1. Как задается плоскость на эпюре?

2. Что называется следом плоскости?

3. Что такое проецирующая плоскость?

4. Являются ли следы плоскости фронталью и горизонталью?

5. Почему углы между следами плоскости на эпюре и в пространстве не равны друг другу?

6. Что общего в различных способах задания плоскости?

7. В чем состоит главная особенность проецирующих плоскостей?

Задача4.1. Изобразить эпюры плоскостей заданных тремя точками, прямой и точкой, параллельными и пересекающимися прямыми (позиционно).

Задача 4.2. Построить следы плоскости, заданной треугольником АВС. Координаты вершин приведены в Приложении А, таблица 5.

Задача 4.3. Перейти от задания плоскости Р следами к заданию ее пересекающимися прямыми общего положения. Координаты взять в Приложении А, таблица 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 5. Принадлежность прямой и точки заданной плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая принадлежит плоскости, если следы прямой лежат на одноименных следах плоскости (рисунок 5.1 а) или она имеет с плоскостью

две общие точки (рисунок 5.1 б).

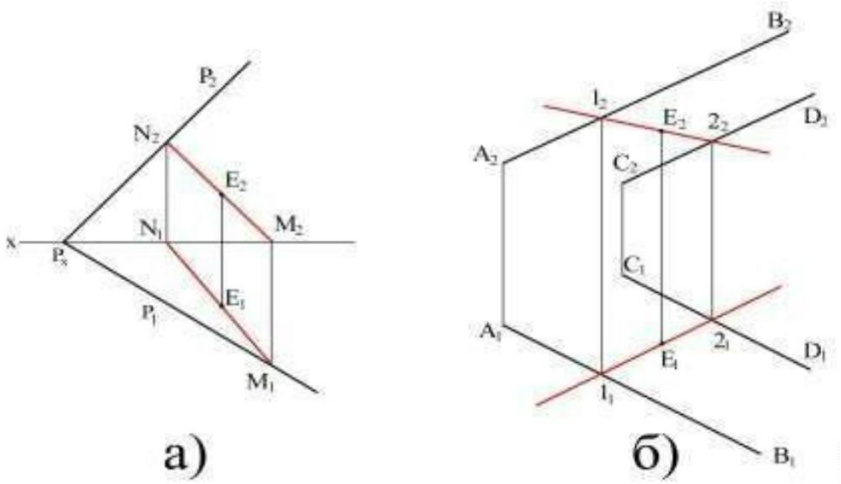


Рисунок 5.1 – Прямая линия принадлежит плоскости

Горизонталью плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости и параллельную горизонтальной плоскости проекций.

Фронталью плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости и параллельную фронтальной плоскости проекций.

Линией наибольшего ската плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости, которая перпендикулярна произвольной горизонтали плоскости или ее горизонтальному следу.

Эти прямые называют ***главными линиями*** плоскости.

Горизонталь плоскости и горизонтальный след плоскости между собой параллельны; следовательно проекция горизонтали параллельна одноименной проекции горизонтального следа плоскости (горизонтальному следу).

Аналогичный вывод можно сделать в отношении фронтали и фронтального следа плоскости.

Линия наибольшего ската плоскости и горизонтальный след плоскости между собой перпендикулярны. Отсюда: горизонтальная проекция линии наибольшего ската плоскости перпендикулярна горизонтальному следу плоскости (точнее, горизонтальной проекции горизонтального следа плоскости).

Точка принадлежит плоскости, если она расположена на прямой, принадлежащей этой плоскости. Любая точка, лежащая на горизонтальном, фронтальном или профильном следе плоскости, принадлежит соответствующей плоскости проекций.

Вопросы и задания.

1. Как определить на эпюре, принадлежит ли прямая заданной плоскости?
2. Как построить на эпюре точку, принадлежащую данной плоскости?
3. Как располагаются на эпюре проекции главных линий плоскости общего положения?
4. Как определить угол наклона заданной плоскости к горизонтальной плоскости проекций $П_1$?
5. Как провести на эпюре через заданную прямую проецирующую плоскость?

Задача 5.1. По заданным координатам, построить проекции треугольника АВС и точки К. Достроить недостающую проекцию точки К, принадлежащей плоскости треугольника (Приложение А, таблица 5).

Задача 5.2. В плоскости треугольника АВС построить горизонталь, проходящую через точку А, и фронталь, проходящую через точку В. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Задача 5.3. В плоскости треугольника АВС построить линию наибольшего ската и определить угол наклона заданной плоскости к плоскости проекций $П_1$. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Задача 5.4. Определить, принадлежит ли точка D плоскости Р. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 6 . Пересечения: двух плоскостей; прямой и плоскости.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Две плоскости пересекаются по прямой линии. Прямая линия в

пространстве определена, если известны одна точка этой прямой и ее направление или же две точки этой прямой.

Отсюда следует, что найти прямую пересечения двух плоскостей означает найти две точки общие для пересекающихся плоскостей или же найти одну такую точку и направление прямой.

В частном случае точками искомой прямой могут служить следы этой прямой.

Следы прямой пересечения двух плоскостей находятся на пересечении одноименных следов этих плоскостей.

Если прямая пересечения имеет единственный горизонтальный след, то эта прямая параллельна фронтальной плоскости проекций (фронталь); в частном случае она может быть перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций $П_1$.

Если прямая пересечения имеет единственный фронтальный след, то эта прямая параллельна горизонтальной плоскости проекций (горизонталь); в частном случае она может быть перпендикулярна фронтальной плоскости проекций П2.

Если прямая пересечения имеет единственный профильный след, то эта прямая параллельна оси OX.

Если одноименные следы плоскостей в пределах чертежа не пересекаются, необходимо найти одну или две *произвольные* точки, принадлежащие прямой пересечения заданных плоскостей.

Для определения произвольной точки, принадлежащей прямой пересечения двух плоскостей (рисунок 6.1), удобно пользоваться *вспомогательной* плоскостью (чаще плоскостью уровня).

На рисунке (рисунок 6.1, а) показаны две плоскости общего положения, заданные треугольником и двумя параллельными прямыми. Для определения двух общих точек линии пересечения плоскостей проводим две вспомогательные (горизонтальные) плоскости уровня R и T. Вспомогательная плоскость R пересекает заданные плоскости по двум горизонталям h и h^1, которые в своем пересечении определяют точку 1, общую для плоскостей P и Q, так как они одновременно принадлежат вспомогательной секущей плоскости R. Вторая плоскость – посредник T также пересекает каждую из заданных плоскостей по горизонталям h^2 и h^3, которые параллельны первым двум горизонталям. В пересечении горизонталей получим вторую общую точку 2 заданных плоскостей. Соединяя на эпюре (рисунок 6.1,б) одноименные проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

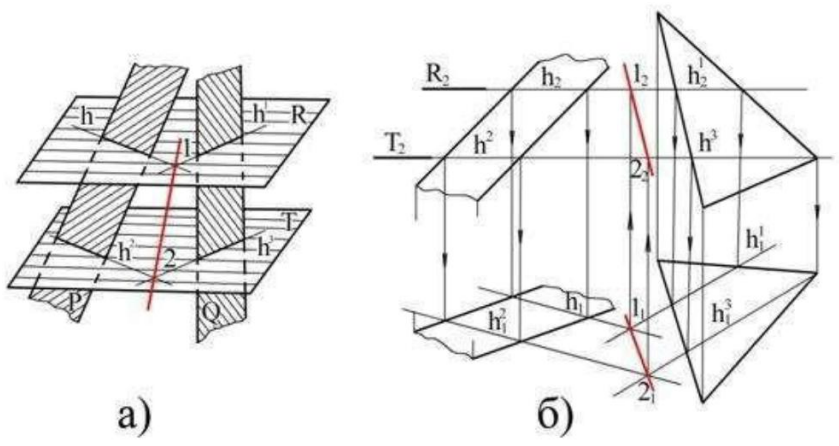


Рисунок 6.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

Пример. Найти прямую пересечения плоскостей P и Q.

Решение. Плоскость P и Q пересекаются по прямой общего положения, проходящей через точку-след (M_1;M_2) пересечения горизонтальных следов плоскостей. Точка-след (N_1;N_2) пересечения фронтальных следов плоскостей недоступна, т.к. эти следы плоскостей по заданию, в пределах чертежа не пересекаются. Вместо точки (N_1;N_2) необходимо найти другую произвольную точку прямой пересечения, общую для заданных плоскостей. Для этого вводим вспомогательную плоскость R, например параллельную П которая, как известно, пересекает каждую из данных плоскостей по горизонтали. На их пересечении получаем вспомогательную точку ($К_1$;$К_2$), общую для данных плоскостей. Найдя эту вторую точку ($К_1$;$К_2$) прямой, проводим её проекцию: горизонтальную – через точки M_1 и $К_1$ и фронтальную через точки M_2 и $К_2$.

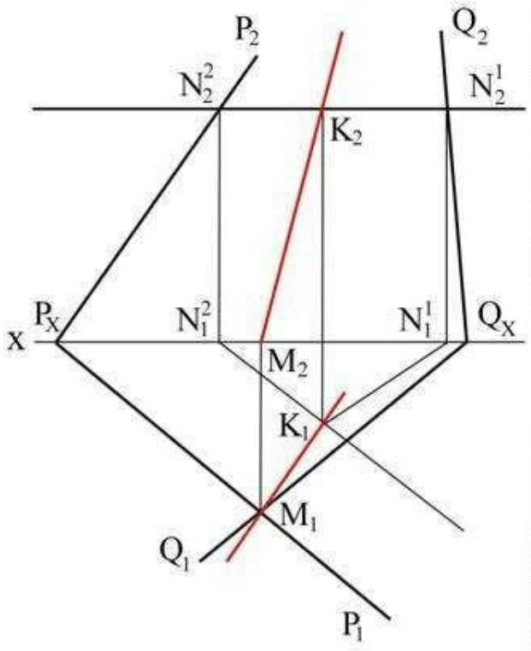


Рисунок 6.2 – Построение прямой пересечения плоскостей P и Q

Для того чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью следует выполнить следующие построения (рисунок 6.3).

1) заданную прямую AB заключают во вспомогательную плоскость частного положения Q (лучше в проецирующую);

2) находят прямую MN пересечения плоскостей – заданной P и вспомогательной Q;

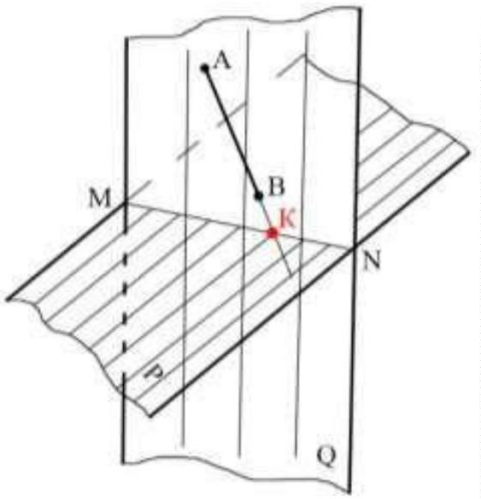


Рисунок 6.3 – Пересечение прямой АВ с плоскостью Р

3) определяют точку К пересечения заданной прямой АВ с полученной линией пересечения MN.

После нахождения точки пересечения прямой с плоскостью, методом конкурирующих точек определяют видимость прямой.

Пример. На рисунке 6.4 показано построение точки пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р.

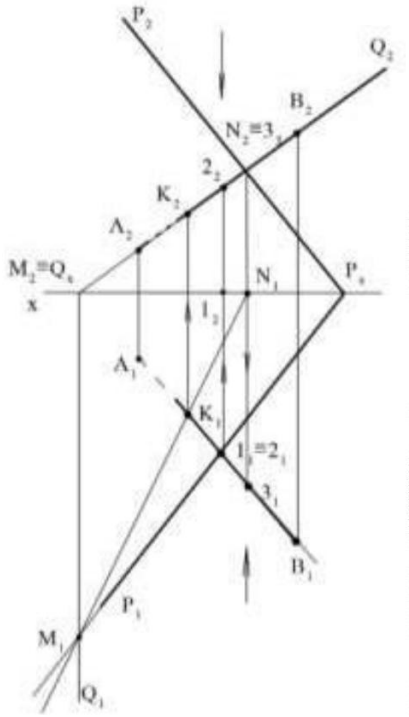


Рисунок 6.4 – Построения точки пересечения

Решение. Через прямую АВ проводим вспомогательную плоскость частного положения Q (фронтально-проецирующую). Строим линию пересечения плоскостей Р и Q (линия MN). Находим точку К пересечения линии MN и прямой АВ. Это и будет искомая точка пересечения прямой АВ с плоскостью Р. По конкурирующим точкам 1,2 и 3,N определяем видимость прямой.

Вопросы и задания.

1. Как построить на эпюре проекции линии пересечения плоскостей, заданных следами?
2. Как построить на эпюре проекции линии пересечения плоскостей, следы которых в пределах поля чертежа не пересекаются?
3. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, у которых два одноименных следа пересекаются, а два других параллельны?
4. Как построить проекции линии пересечения плоскостей, не заданных следами?
5. Как определяется видимость прямой?
6. Какую вспомогательную плоскость необходимо использовать при определении точки пересечения прямой и плоскости?

Задача 6.1. Построить линию пересечения треугольника АВС с плоскостью общего положения Р. Определить видимость плоскостей (данные из Приложения А, таблица 5)

Задача 6.2. По заданным координатам найти точку пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р. Определить видимость прямой. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии: учеб.

пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.

3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 7 . Параллельность двух плоскостей; прямой и плоскости

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая и плоскость параллельны, если в плоскости можно провести прямую, параллельную заданной прямой (рисунок 7.1).

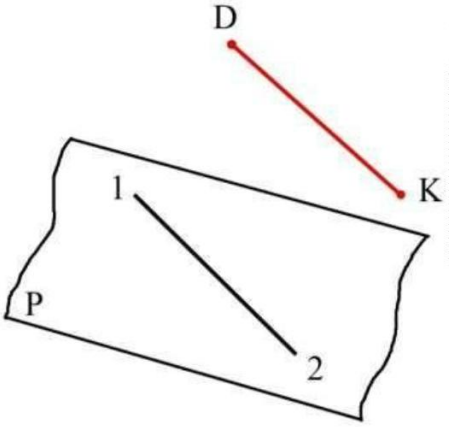


Рисунок 7.1 – Параллельность прямой и плоскости

Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

Пример. Построить горизонтальную проекцию прямой DK, которая параллельна плоскости треугольника ABC (рисунок 7.2).

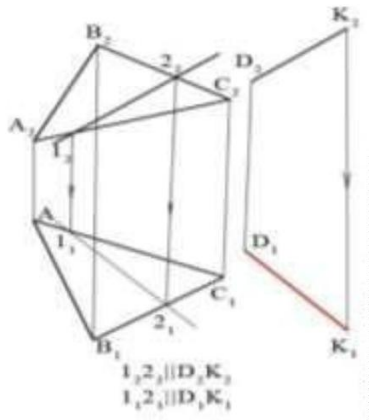


Рисунок 7.2 - Построение параллельной прямой

Решение. Используя известное направление фронтальной проекции прямой DK, строят в плоскости треугольника прямую $1_2 2_2$, параллельную заданной D_2K_2. По линиям связи достраивают горизонтальную проекцию $1_1 2_1$ и параллельно ей проводят искомую проекцию D1K1.

Вопросы и задания.

1. Как проверить на эпюре, параллельны ли заданные плоскости?
2. Как проверить на эпюре, параллельны ли прямая и плоскость?
3. Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?

Задача 7.1 По заданным координатам, построить горизонтальную проекцию прямой DK, параллельной плоскости треугольника ABC. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Задача 7.2. Даны прямые AB и CD. Провести через прямую AB плоскость, параллельную прямой CD. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Задача 7.3. Через точку А провести плоскость R, параллельную плоскости треугольника DBC, и задать ее следами. Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 5).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 8. Перпендикулярность двух плоскостей; прямой и плоскости

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: получение навыков проецирования для дальнейшего применения при выполнении чертежей деталей и сборочных изделий.

Теоретическая часть

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, принадлежащим этой плоскости (рисунок 8.1).

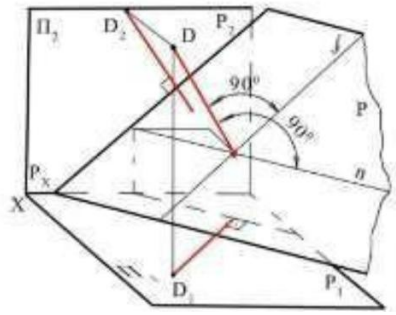


Рисунок 8.1 – Перпендикуляр к плоскости

В качестве таких прямых всегда выбирают фронталь f горизонталь h плоскости или ее следы P_2 и P_1. Если прямая перпендикулярна плоскости, заданной следами, то проекции этой прямой перпендикулярны соответствующим следам плоскости, вместе с тем горизонтальная проекция прямой перпендикулярна также горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция прямой перпендикулярна фронтальной проекции фронтали. На рисунке 8.1 проекции перпендикуляра из точек D_1 и D_1 проведены под прямыми углами к следам плоскости P.

Этой особенностью проекций главных линий плоскости, перпендикулярных к прямой, следует пользоваться в следующих случаях: выяснение перпендикулярности прямой к плоскости, заданной не следами, *без определения* следов плоскости; построение перпендикуляра, проведенного из точки на плоскость, заданную не следами.

Две плоскости взаимно перпендикулярны, если одна из них содержит прямую, перпендикулярную к другой плоскости.

Пример. Определить расстояние от точки D до плоскости общего положения P (рисунок 8.2)

Решение. Из точки D на заданную плоскость P опускают перпендикуляр. В этом случае горизонтальная проекция перпендикуляра D_1K_1 должна быть перпендикулярна горизонтальному следу плоскости P_1 или любой горизонтали, а фронтальная проекция D_2K_2 перпендикулярна фронтальному следу P_2 или любой фронтали. Находят точку К пересечения построенного перпендикуляра с плоскостью P. Затем определяют натуральную величину полученного отрезка DK методом прямоугольного треугольника.

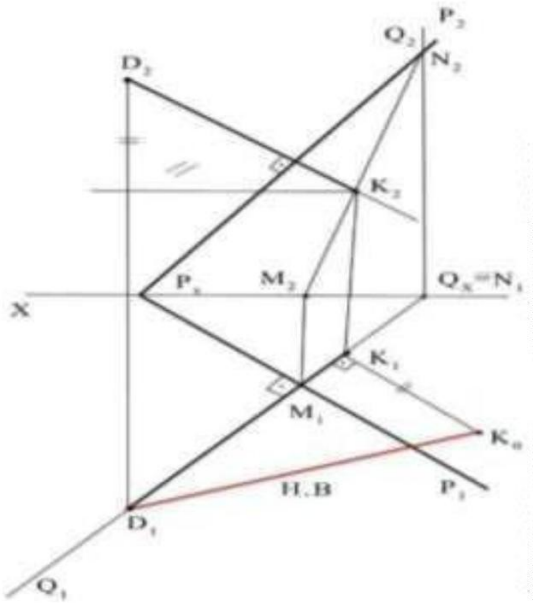


Рисунок 8.2 – Расстояние от точки до плоскости

Вопросы и задания.

1. Будут ли две плоскости взаимно перпендикулярны, если одноименные следы их перпендикулярны?

2. Как определить на эпюре перпендикулярность прямой и плоскости?

3. Какими пересекающимися прямыми задается плоскость, перпендикулярная к прямой общего положения?

Задача 8.1. Определить расстояние от точки А до плоскости общего положения Р, заданной следами. Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 5).

Задача 8.2. Построить следы плоскости Т, проходящей через точку С перпендикулярно прямой АВ. Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 5).

Задача 8.3. Определить недостающую проекцию точки К, отстоящей от плоскости треугольника АВС на расстоянии 30 мм Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 5).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 9. Способ перемены плоскостей проекций

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: при разработке чертежей объектов необходимо давать наиболее выгодное изображение объекта в целом или его исследуемых элементов. Этого можно достичь, если прямые линии, плоские фигуры

(основания, грани, ребра, оси) геометрических тел находятся в частном положении, чего можно достигнуть путем построения новых дополнительных проекций, исходя из двух заданных.

Теоретическая часть

Сущность этого способа преобразования эпюра состоит в следующем: 1) положение объекта в пространстве не меняется, а изменяется положение плоскостей проекций; 2) сохраняется взаимная перпендикулярность плоскостей проекций; 3) при замене фронтальной плоскости проекций $П_2$ сохраняются координаты Z объекта, а при замене горизонтальной плоскости $П_1$ сохраняются координаты Y. Новые плоскости проекций $П_4$, $П_5$ и $П_6$, $П_7$ располагают таким образом, чтобы объект занял одно из двух частных положений: или параллельно, или перпендикулярно к этим плоскостям.

Необходимо помнить, что:

1) прямая общего положения первой заменой плоскости $П_4$ должна быть преобразована в прямую уровня, а второй заменой плоскости П5 в проецирующую прямую;

2) плоскость общего положения сначала преобразуется в проецирующую, а затем в плоскость уровня.

Пример А). Прямую CD преобразовать в проецирующую (рисунок 9.1).

Решение. Для преобразования прямой CD во фронтально- проецирующую необходимо произвести две замены плоскостей. Сначала вводим дополнительную горизонтальную плоскость $П_4$ параллельно прямой CD, чтобы она стала горизонталью. Для этого проводим ось $П_4/П_2$ (в любом месте) параллельно проекции C2D2 и переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные / и //) в новую систему плоскостей. Получим новую горизонтальную проекцию C4D4. Вторую дополнительную фронтальную плоскость П5 вводим перпендикулярно горизонтали. Для этого проводим ось П5/П4 (в любом месте) перпендикулярно проекции C4D4 и переносим постоянные координаты Z (отрезки, отмеченные 0) в новую систему плоскостей. А так как эти координаты у горизонтали равны, то проекции C_5 и D_5 получаются в одной точке (совпадают), что и требовалось доказать. В нижней части рисунка 13.1 показано преобразование прямой в горизонтально - проецирующую.

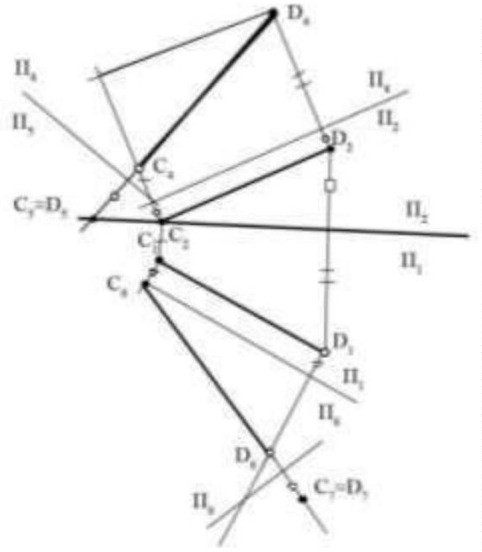


Рисунок 9.1 – Преобразования прямой

Пример В). Преобразовать плоскость общего положения, заданную Δ ABC, в проецирующую (рисунок 9.2).

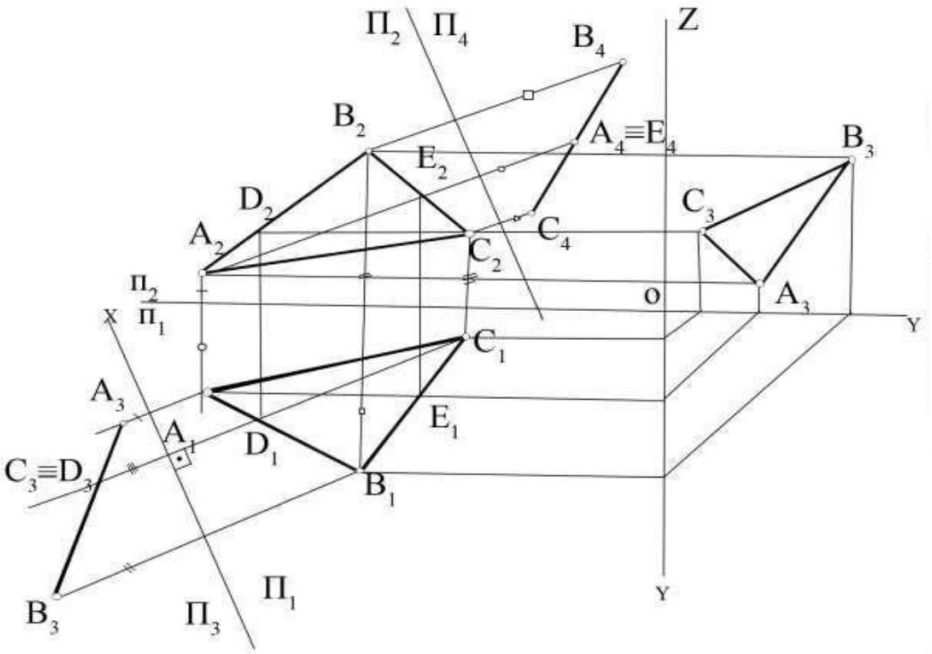


Рисунок 9.2 – Преобразования плоскости

Решение. Плоскость становится проецирующей, если ее главная линия (фронталь или горизонталь) будет проецирующей. Поэтому, сначала проводим фронталь АЕ. Затем вводим дополнительную горизонтальную плоскость $П_4$ перпендикулярно фронтали. Для этого проводим ось $П_2/П_4$ перпендикулярно фронтальной проекции фронтали A_2E_2 и по линиям связи переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные о Δ) в новую систему плоскостей. Полученные точки A_4, B_4, C_4 обязательно будут лежать на прямой. То есть плоскость Δ АВС стала горизонтально-проецирующей. В нижней части рисунка 9.2 показано преобразование плоскости треугольника во фронтально-проецирующую.

Вопросы и задания.

1. Как изображается на эпюре положение новой плоскости проекций?
2. Как обозначается система плоскостей проекций при их замене?
3. Как располагаются линии связи в новых системах плоскостей?
4. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы определить натуральную величину фигуры общего положения?
5. Сколько дополнительных плоскостей проекций надо ввести, чтобы прямую общего положения преобразовать в линию уровня?

Задача 9.1. Прямую CD преобразовать в горизонтально- проецирующую. Координаты точек C и D взять в (Приложении А, таблица 6).

Задача 9.2. Прямую CD преобразовать во фронтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в (Приложении А, таблица 6).

Задача 9.3. Преобразовать плоскость Δ ABC в горизонтально-проецирующую. Построить третью проекцию Δ ABC. Координаты вершин Δ ABC взять в (Приложении А, таблица 7).

Задача 9.4. Преобразовать плоскость Δ ABC во фронтально-проецирующую. Построить третью проекцию Δ ABC. Координаты вершин Δ ABC взять в (Приложении А, таблица 7).

Задача 9.5. Определить натуральную величину треугольника ABC методом перемены плоскостей проекций. Координаты вершин Δ ABC взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 9.6. Преобразовать плоскость общего положения Р в горизонтально-проецирующую (следы P_2 и P_5 на рисунке 9.3). Углы наклона следов α и β плоскости Р взять в Приложении А, таблица 8.

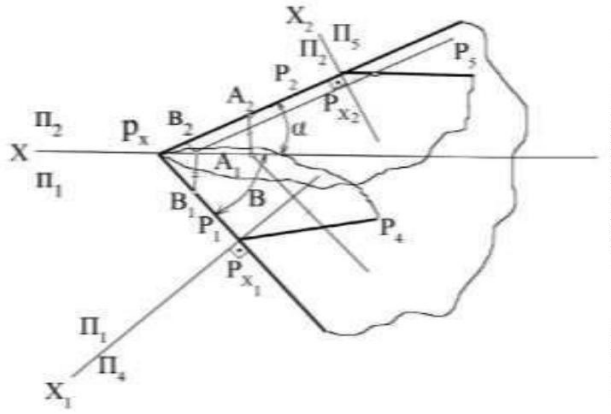


Рисунок 9.3 - Способы преобразования

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 10. Способ плоскопараллельного перемещения

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: при разработке чертежей объектов необходимо давать наиболее выгодное изображение объекта в целом или его исследуемых элементов. Этого можно достичь, если прямые линии, плоские фигуры (основания, грани, ребра, оси) геометрических тел находятся в частном положении, чего можно достигнуть путем построения новых дополнительных проекций, исходя из двух заданных.

Теоретическая часть

Плоскопараллельным перемещением называется такое перемещение, при котором все точки объекта движутся в плоскостях, параллельных одной из плоскостей проекций $П_1$ или $П_2$.

Сущность этого способа преобразования эпюра состоит в следующем: 1)система плоскостей проекций $П_1$ и $П_2$ остается неизменной, а изменяется положение самого объекта; 2) при всяком перемещении точки А в плоскости Р, параллельной плоскости проекций $П_1$, ее фронтальная проекция A_2 перемещается по фронтальному следу этой плоскости (P_2); 3) при всяком перемещении объекта (прямой или треугольника), параллельно плоскости проекций $П_1$, фронтальные проекции точек объекта (две или три) перемещаются по прямым параллельным оси Х (т. е. в горизонтальных плоскостях); 4) вследствие этого наклон объекта к плоскости $П_1$ не меняется и, поэтому, размер горизонтальной проекции остается неизменным, а размер фронтальной проекции непрерывно меняется; 5) неизменность проекции объекта на плоскости П1 в сочетании с направлениями перемещения точек объекта на плоскости П2 позволяет построить фронтальную проекцию объекта, переведенного из общего положения в частное. Для нахождения натуральной величины отрезка прямой необходимо одно перемещение, а для треугольника два.

Пример А) Отрезок АВ преобразовать в горизонтально-проецирующую прямую (рисунок 10.1).

Решение. Необходимо выполнить два перемещения.

1. На первом этапе отрезок АВ общего положения преобразуем во фронталь при помощи горизонтальных плоскостей перемещения. Для этого располагаем в любом месте эпюра горизонтальную проекцию A_1B_1 параллельно оси Х, не изменяя ее размера. А так как точки А и В расположены в горизонтальных плоскостях, то их фронтальные проекции A_2 и B_2 перемещаются параллельно оси Х. В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи определяем новые фронтальные проекции A_{22} и B_{22}. Соединив их, получим натуральную величину фронтали (НВ).

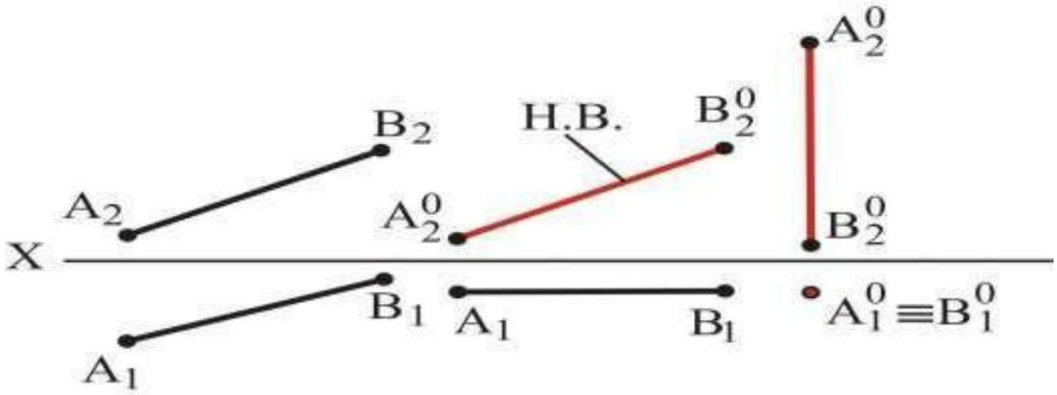


Рисунок 10.1 – Перемещения прямой

2. На втором этапе преобразуем в прямую перпендикулярную горизонтальной плоскости проекций $П_1$ при помощи фронтальной плоскости перемещения. Для этого располагаем в любом месте эпюра фронтальную проекцию A^0_2 B^0_2 перпендикулярно оси X, не изменяя ее размера. Находим горизонтальную проекцию $A^0_1B^0_1$ в виде точки.

Пример Б). Плоскость P, заданную следами, преобразовать во фронтально- проецирующую (рисунок 10.2).

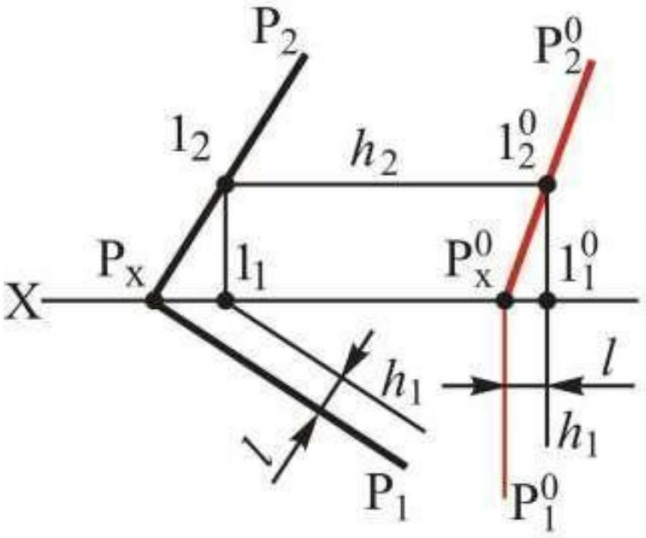


Рисунок 10.2 – Перемещение следов плоскости

Решение. Необходимо выполнить одно перемещение. Проводим в плоскости P произвольную горизонталь через точку 1 (1_1, 1_2) и перемещаем ее в горизонтальной плоскости так, чтобы она стала фронтально-проецирующей. Для этого задаем на оси X произвольную точку 1^0_1 и проводим через нее проекцию h_1 перпендикулярно оси X, а фронтальная проекция горизонтали

сливается в точку 1^0_2 (фронтальный след). При таком перемещении размер *l* не изменяется. Отложив это расстояние, проводим горизонтальный след P^0_1 параллельно h_1, а затем проводим фронтальный след P^0_2 через точки P^0_x и 1^0_2.

Пример В) Плоскость общего положения, заданную треугольником АВС, преобразовать в горизонтальную (рисунок 10.3).

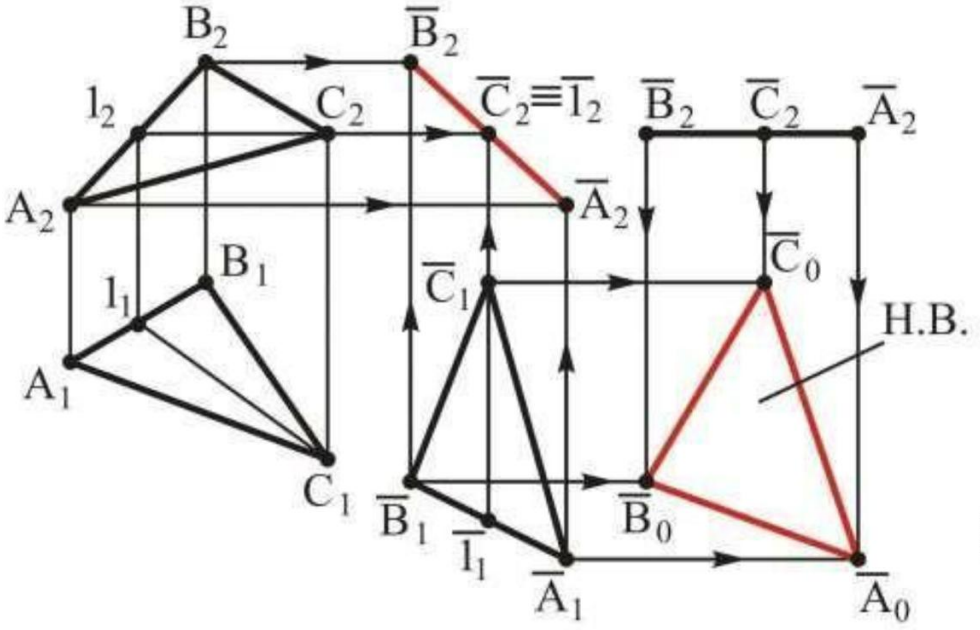


Рисунок 10.3 – Перемещение фигуры

Решение. Необходимо выполнить два перемещения.

1. На первом этапе треугольник АВС преобразуем во фронтально-проецирующий при помощи горизонтальных плоскостей перемещения. Для этого в плоскости треугольника проводим горизонталь С1 и строим в любом месте эпюра новую горизонтальную проекцию A_1, B_1, C_1 равную $A_1B_1C_1$, так, чтобы горизонтальная проекция горизонтали C_1l_1 стала перпендикулярной плоскости $П_2$. Фронтальные проекции A_2, B_2, C_2 вершин треугольника будут перемещаться по горизонтальным прямым, которые являются следами горизонтальных плоскостей, в которых движутся эти точки. Их новые положения A_2, B_2, C_2 находим в пересечении горизонтальных прямых с вертикальными линиями связи. Новая фронтальная проекция треугольника получается в виде прямой линии.

2. На втором этапе перемещаем треугольник в положение, параллельное горизонтальной плоскости $П_1$, используя фронтальные плоскости перемещения.

Для этого его фронтальную проекцию $A_2B_2C_2$ располагаем в любом месте горизонтально. Новые горизонтальные проекции A_0, B_0, C_0 вершин треугольника находим в пересечении горизонтальных прямых и вертикальных линий связи. Соединив их, получим натуральную величину треугольника.

Вопросы и задания.

1. Какая проекция объекта не изменяет своего размера, если все его точки перемещаются во фронтальных плоскостях?

3. Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы прямая общего положения стала горизонталью?

4. Какую прямую выбирают в плоскости общего положения при преобразовании ее в проецирующую?

5. Параллельно какой плоскости проекций надо выбрать плоскости перемещения точек, чтобы плоскость общего положения преобразовать во фронтально-проецирующую?

Задача 10.1. Определить натуральную величину отрезка АВ и углы наклона его к плоскостям проекций П1 и $П_2$ (Приложение А, таблица 9).

Задача 10.2. Отрезок АВ переместить во фронтально-проецирующее положение (Приложение А, таблица 9).

Задача 10.3. Определить угол наклона плоскости Р, заданной следами, к фронтальной плоскости проекций $П_2$ (Приложение А, таблица 10).

Задача 10.4. Плоскость треугольника АВС преобразовать в горизонтальную плоскость уровня и найти центр описанной окружности. Координаты вершин Δ АВС взять из (Приложения А, таблица 11).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320

с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.

3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 11. Способ вращения вокруг проецирующей оси.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: при разработке чертежей объектов необходимо давать наиболее выгодное изображение объекта в целом или его исследуемых элементов. Этого можно достичь, если прямые линии, плоские фигуры (основания, грани, ребра, оси) геометрических тел находятся в частном положении, чего можно достигнуть путем построения новых дополнительных проекций, исходя из двух заданных.

Теоретическая часть

Сущность этого способа заключается в том, что плоскости проекций остаются неподвижными, а объект вращается вокруг неподвижной оси, перпендикулярной одной из плоскостей проекций, сохраняя неизменным угол наклона к этой оси. При этом надо помнить, что при вращении объекта каждая его точка описывает окружность в плоскости, перпендикулярной к оси вращения.

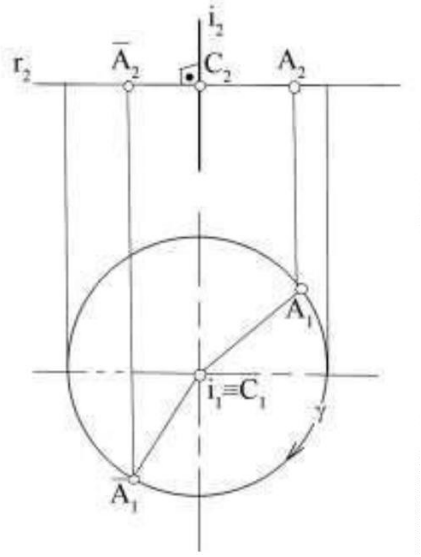


Рисунок 11.1 – Вращение точки

На рисунке 11.1 показано вращение точки А вокруг оси $i \perp \Pi_1$ на угол γ по часовой стрелке. Горизонтальная проекция A_1 двигается по окружности с радиусом C_1A_1, как и сама точка А, а фронтальная проекция A_2 перемещается по следу Γ_2 плоскости вращения Г (т. е. параллельно оси X). Проведя вертикальную линию связи из точки A_1 до пересечения со следом Γ_2, найдем новое положение фронтальной проекции A_2. Если же ось вращения будет фронтально-проецирующей, то плоскость вращения точки будет параллельна фронтальной плоскости проекций.

Решение. Вращение прямой L вокруг проецирующей оси можно рассматривать как вращение двух точек этой прямой 1 2 на один и тот же угол. Горизонтальные проекции этих точек 1_1 и 2_1 повернуты на угол γ вокруг центра i_1, а фронтальные проекции 1_2 и 2_2 переместятся по горизонтальным линиям плоскостей вращения в новые положения 1_2 и 2_2.

Пример А) Преобразовать плоскость Δ АВС в горизонтальную плоскость уровня (рисунок 11.2).

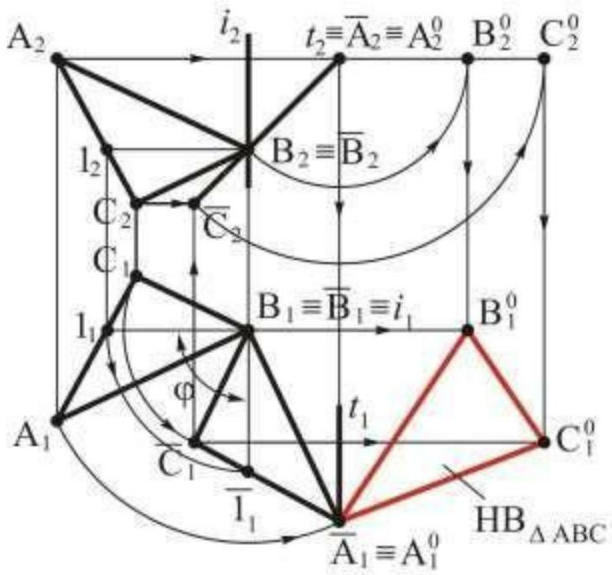


Рисунок 11.2 – Вращение треугольника

Решение. Необходимо выполнить два вращения. Сначала плоскость Δ АВС привести в положение фронтально-проецирующей, а затем в плоскость уровня.

На первом этапе назначаем ось вращения í ($í_1$, $í_2$) через вершину В перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций $П_1$. Проводим в плоскости Δ АВС горизонталь B_1 (B_21_2, B_11_1). Вращаем горизонталь вокруг оси на угол φ до положения B_11_1, перпендикулярного фронтальной плоскости проекций $П_2$. Строим новую горизонтальную проекцию треугольника из условия равенства: Δ $A_1B_1C_1$ = Δ $A_1B_1C_1$. В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи (смотри стрелки) строим новую фронтальную проекцию треугольника, которая выразится прямой линией $C_2B_2A_2$. Плоскость треугольника АВС заняла положение фронтально-проецирующей.

На втором этапе назначаем ось вращения t (t_1, t_2) через вершину Δ А перпендикулярно фронтальной плоскости проекций $П_2$. Вращаем фронтальную проекцию $C_2B_2A_2$, не изменяя ее размера, до положения $A_2°B_2°C_2°$, параллельного оси Х. В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи строим новую горизонтальную проекцию треугольника $A_1°B_1°C_1°$,

которая соответствует его натуральной величине (НВ). Плоскость треугольника АВС заняла положение горизонтальной.

Вопросы и задания.

1. Каково взаимное расположение оси вращения и плоскости вращения?
2. Как определить центр и радиус вращения точки?

3. Перпендикулярно какой плоскости проекций надо выбрать ось вращения, чтобы прямая общего положения стала фронталью?

4. Перпендикулярно какой плоскости проекций надо выбрать ось вращения, чтобы плоскость общего положения стала горизонтально-проецирующей?

5. Какая проекция объекта не изменяет своих размеров, если ось вращения $i \perp \Pi_2$?

Задача 11.1. Построить эпюр точки А, повернутой вокруг фронтально-проецирующей оси *t* по часовой стрелке на угол 60^0. Положение оси *t* выбрать самостоятельно (Приложение А, таблица 11).

Задача 11.2. Прямую АВ преобразовать во фронталь вращением вокруг оси t, проходящей через точку В (Приложение А, таблица 11).

Задача 11.3. Плоскость треугольника АВС преобразовать во фронтально- проецирующую вращением вокруг оси t, проходящей через вершину С (Приложение А, таблица 11).

Задача 11.4. Плоскость треугольника АВС преобразовать во фронтальную плоскость уровня. Положение осей вращения *i* и *t* выбрать самостоятельно (Приложение А, таблица 11).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-

8.

3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 12. Способ вращения вокруг горизонтали.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: при разработке чертежей объектов необходимо давать наиболее выгодное изображение объекта в целом или его исследуемых элементов. Этого можно достичь, если прямые линии, плоские фигуры (основания, грани, ребра, оси) геометрических тел находятся в частном положении, чего можно достигнуть путем построения новых дополнительных проекций, исходя из двух заданных.

Теоретическая часть

Оба способа применяются для нахождения натуральной величины отрезка прямой, плоской геометрической фигуры и плоских углов. Кроме того,

способ совмещения используется для построения в плоскости общего положения фигуры заданной формы и размеров (подъем фигуры в пространство).

За ось вращения принимается произвольная горизонталь плоской фигуры или один из следов плоскости (нулевая горизонталь или нулевая фронталь). Каждая точка фигуры вращается в своей плоскости, перпендикулярной к горизонтали, по окружности с центром на оси вращения. Момент, когда фигура займет горизонтальное положение, определяется по натуральной величине радиуса вращения данной точки (метод прямоугольного треугольника). А при вращении фигуры вокруг горизонтального следа, совмещенное положение фронтального следа на плоскости проекций $П_1$ находится по любой точке этого следа.

Пример А) Вращением вокруг горизонтали установить треугольник АВС в положение параллельное плоскости проекций $П_1$ (рисунок 12.1).

Решение. Проводим горизонталь через точку А ($A_2 1_2$, $A_1 1_1$). Из точек B_1 и C_1 опускаем перпендикуляры на горизонтальную проекцию горизонтали $A_1 1_1$. Эти перпендикуляры являются горизонтальными следами плоскостей вращения этих точек. Строим новую горизонтальную проекцию $A_0B_0C_0$. Точка А неподвижна, т. к. лежит на горизонтали, и поэтому ее горизонтальная проекция A_0 совпадает с A_1. Теперь находим натуральную величину B_1O_0 радиуса вращения точки В методом прямоугольного треугольника (отмечена двумя черточками). Отложив ее от центра вращения O_1 по перпендикуляру найдем проекцию B_1. Горизонтальная проекция C_0 определится в пересечении прямой $B_0 1_1$ с перпендикуляром из точки C_1. Соединив точки A_0, B_0, C_0, получим натуральную величину треугольника.

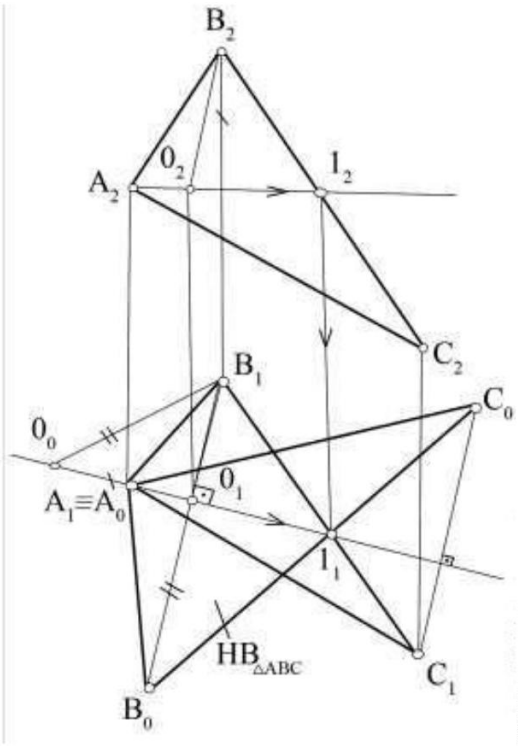


Рисунок 12.1 - Вращение вокруг горизонтали

Вопросы и задания

1. По каким линиям перемещаются проекции точки, вращаемой вокруг оси, параллельной плоскости проекций?

2. Как построить совмещенное положение точки заданной плоскости с плоскостью проекций?

3. В чем состоит способ совмещения?

4. Для чего определяется натуральная величина радиуса вращения точки?

Задача 12.1. Из точки D опустить перпендикуляр на прямую AB. Задачу решить вращением вокруг горизонтали, проходящей через точку D, (Приложение А, таблица 12).

Задача 12.2. Вращением вокруг горизонтали определить натуральную величину треугольника ABC. Горизонталь выбрать самостоятельно так, чтобы новая проекция треугольника располагалась на свободном поле эпюра (Приложение А, таблица 12).

Задача 12.3. Вращением вокруг горизонтального следа найти натуральную величину треугольника ABC, принадлежащего плоскости P, (Приложение А, таблица 12).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 13. Пересечение многогранников плоскостью и прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде многогранников. Они широко распространены в архитектуре, строительстве, технике. Многие детали машин и механизмов, станков, инструментов и приборов имеют форму многогранников или их сочетаний. В следствии этого получение практических навыков по проектированию и решению задач с многогранниками является одной из важнейшей задачей.

Теоретическая часть

При пересечении любого многогранника плоскостью в сечении получается многоугольник, вершины которого располагаются на ребрах, а стороны на гранях многогранника. Для построения многоугольника сечения применяются два способа: 1) ***граней*** и ***2) ребер.***

Способ граней используется только тогда, когда грани многогранника занимают проецирующее положение, т. е. перпендикулярны одной из

плоскостей проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение линии пересечения двух плоскостей (заданной секущей плоскости с каждой гранью многогранника), когда через грань проводится вспомогательная только проецирующая плоскость.

Способ ребер используется тогда, когда грани многогранника занимают общее положение, т. е. наклонены к плоскостям проекций. В этом случае решение сводится к задаче на построение точки пересечения прямой и плоскости (заданной секущей плоскости с каждым ребром многогранника), когда через ребро проводится вспомогательная только проецирующая плоскость. Соединив все точки пересечения прямыми, получим многоугольник сечения. Этот способ является универсальным, так как его можно применять в обоих случаях.

Чтобы найти точки пересечения прямой с многогранной поверхностью, необходимо через прямую провести вспомогательную проецирующую плоскость, затем построить многоугольник сечения многогранника этой плоскостью. Искомые точки определяются в пересечении построенного сечения и заданной прямой.

Пример А) Построить сечение пирамиды SABC плоскостями частного положения: на рисунке 13.1, а - горизонтальной плоскостью R (дважды проецирующей), а на рисунке 13.1, б - фронтально-проецирующей плоскостью Т.

Решение. Так как секущие плоскости R и Т проецирующие ,то вводить вспомогательные плоскости не требуется. На рисунках сразу определяются фронтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с этими плоскостями 1_2, 2_2, 3_2 или D_2, E_2, F_2. По линиям связи находим их горизонтальные проекции. Соединяем их прямыми линиями и получаем горизонтальные проекции треугольников сечения $1_1 2_1 3_1$ или $D_1 C_1 F_1$.

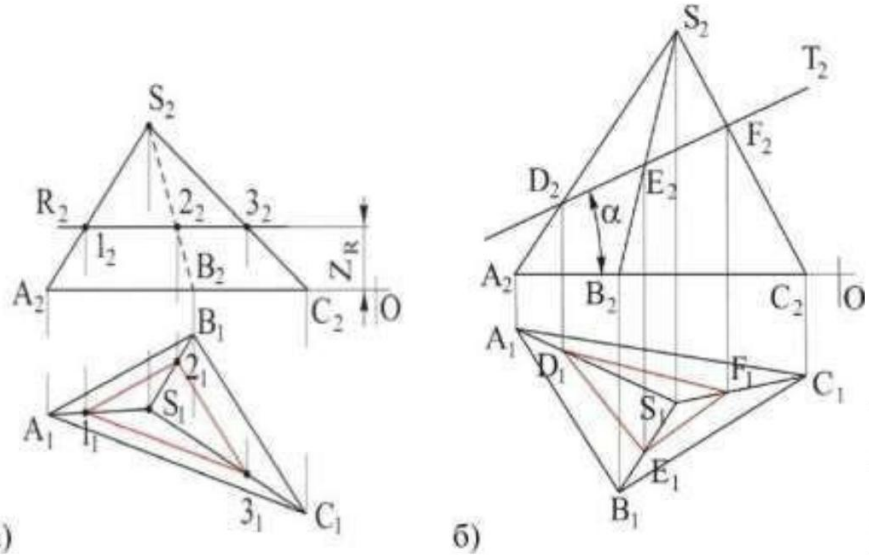


Рисунок 13.1 — Сечение пирамиды плоскостями частного положения

Пример Б) Построить сечение прямой призмы АВС плоскостью общего положения Р, заданной параллельными прямыми К//L (рисунок 13.2).

Решение. Так как грани призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций $П_1$ то можно использовать способ граней. Через грань АС проводим горизонтально-проецирующую плоскость Т (горизонтальный след T_1 совпадает с проекцией A_1C_1). Плоскость Т пересекает плоскость Р (К//L) по линии 1

(построение показано стрелками). Соединив точки 1_2 и 2_2 прямой от ребра А до верхнего основания, получим невидимую линию пересечения грани АС с заданной плоскостью Р. Выполнив аналогичные построения для грани ВС, получим фигуру сечения.

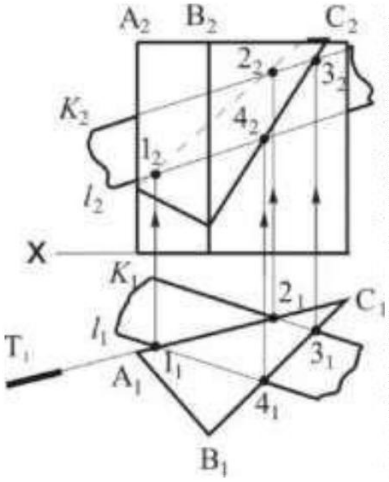


Рисунок 13.2 — Прямая призма (способ граней)

В) Построить сечение наклонной призмы плоскостью общего положения Р, заданной следами (рисунок 13.3).

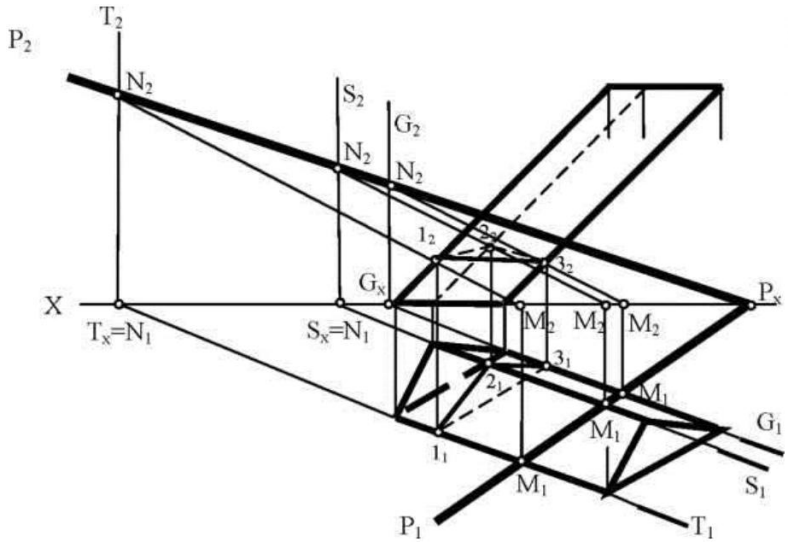


Рисунок 13.3 - Призма наклонная (способ ребер)

Решение. Так как грани призмы наклонены к плоскостям проекций, то можно использовать только способ ребер. Через каждое ребро призмы проводим вспомогательные горизонтально-проецирующие плоскости T, S и G. Затем, строим линию пересечения MN (M_1N_1, M_2N_2) каждой из этих плоскостей с заданной плоскостью Р. В пересечение фронтальных проекций M_2N_2 с соответствующими

ребрами призмы получим точки 1_2, 2_2 и 3_2; зная их, находим горизонтальные проекции 1i, 2_1 и 3i на соответствующих ребрах. Соединив эти точки, получим проекции треугольника сечения.

Вопросы и задания.

1. Какие плоскости обычно применяют в качестве вспомогательных при построении сечения многогранника?

2. Как строится сечение многогранника проецирующей плоскостью?

3. Как строится сечение многогранника плоскостью общего положения?

4. В каком случае можно без вспомогательных плоскостей определить точки пересечения прямой с многогранником?

Задача 13.1. На рисунке 13.4 построить линию пересечения пирамиды SABC плоскостью T (Приложение А, таблица, 13).

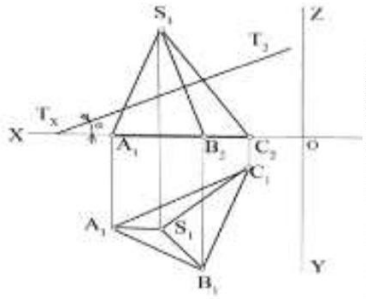


Рисунок 13.4 — Наклонная пирамида и секущая плоскость

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.

4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 14. Взаимное пересечение многогранников.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде многогранников. Они широко распространены в архитектуре, строительстве, технике. Многие детали машин и механизмов, станков, инструментов и приборов имеют форму многогранников или их сочетаний. В следствии этого получение практических навыков по проектированию и решению задач с многогранниками является одной из важнейшей задачей.

Теоретическая часть

При построении ломаной линии пересечения двух многогранников используются совместно уже знакомые и способ ребер, и способ граней. В первом случае определяют точки пересечения ребер первого многогранника с гранями второго и ребер второго с гранями первого. Найденные точки, расположенные на одних и тех же гранях каждого многогранника, последовательно соединяют между собой прямыми линиями. Во втором случае определяют отрезки прямых, по которым пересекаются грани многогранников. При пересечении двух многогранников может иметь место проницание одного многогранника другим (полное пересечение) или боковое врезание (неполное пересечение). При проницании получаются две замкнутые ломанные линии пересечения. Они могут быть плоскими (при проницании одной грани) или пространственными (при проницании двух и более граней). При врезании получается одна замкнутая пространственная ломаная линия пересечения. Видимыми будут те звенья, которые являются линиями пересечения обеих видимых граней многоугольников.

Пример. Построить линию пересечения прямой призмы DEF с наклонной призмой ABC (рисунок 14.1).

Решение. Так как грани призмы DEF являются горизонтально-проецирующими, то на горизонтальной проекции непосредственно видно, что ребро A пересекает прямую призму в точках 1_1 и 2_1, ребро C — в точках 3_1 и 4_1, а ребро B — в точках 5_1 и 6_1. По линиям связи находим на соответствующих ребрах фронтальные проекции 1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2 и 6_2. А вот точки 7 и 8 пересечения ребра D с гранями AB и BC определяются способом ребер. Через ребро D проводим горизонтально-проецирующую плоскость P, параллельную ребрам наклонной призмы (горизонтальный след P_1). Эта плоскость пересекает призму ABC по прямоугольнику J-G. На фронтальной проекции определяем точки 7_2 и 8_2 пересечения прямоугольника J_2-G_2 с ребром D_2. С учетом видимости последовательно соединяем найденные точки и получаем две линии пересечения : пространственную ломаную линию входа 2_2-4_2-7_2-6_2-8_2 и плоскую линию выхода 1_2-3_2-5_2. Видимыми являются грани A_2B_2 и B_2C_2 для

наклонной призмы и грань D_2F_2 для прямой призмы.

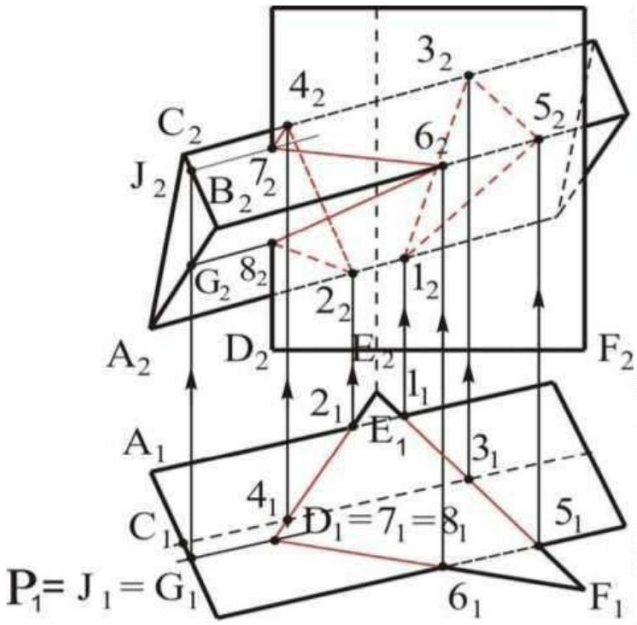


Рисунок 14.1 – Пересечение двух призм

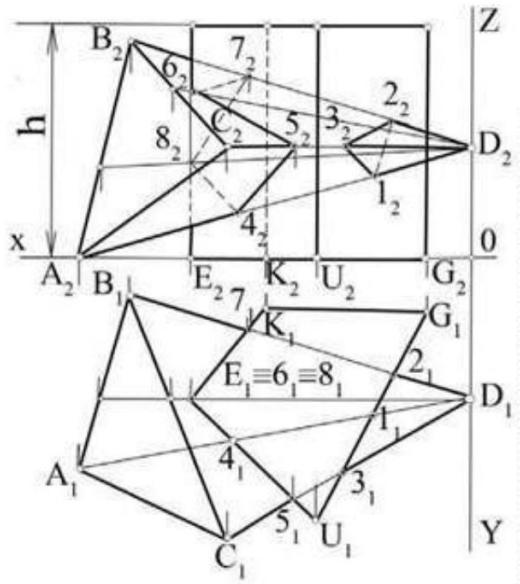
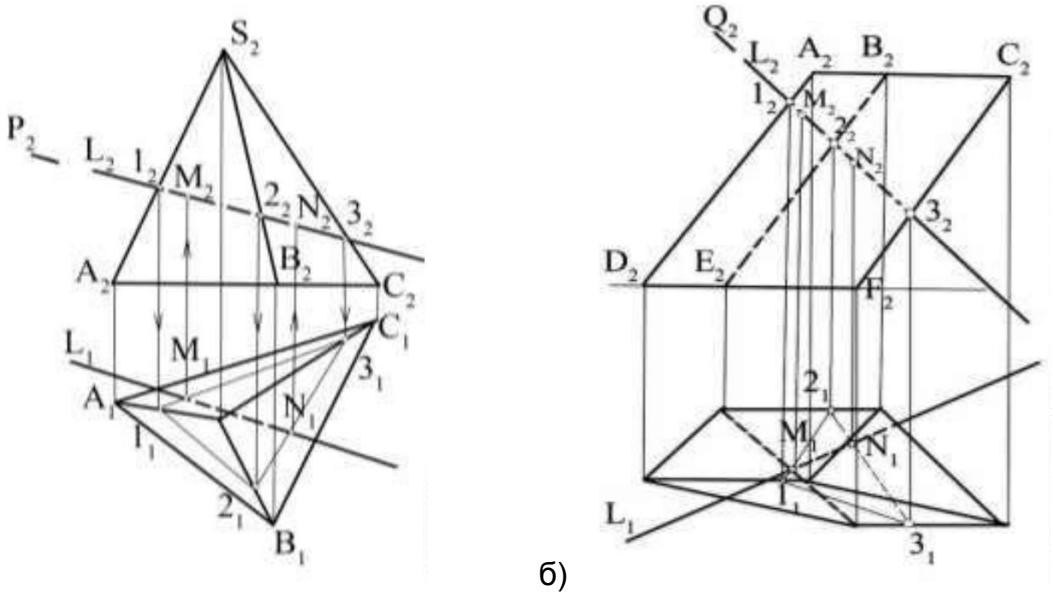


Рисунок 14.2 — Пересечение призмы и пирамиды

Пример. Найти точки M и N пересечения прямой L (L_1, L_2) с поверхностью пирамиды и призмы (рисунок 14.3, а, б).



а) б)

Рисунок 14.3 — Пересечение многогранников с прямой L

Решение. Через заданную прямую L проводим вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость (P – для пирамиды, Q – для призмы). Строим фигуру сечения 123. Пересечение горизонтальных проекций L_1 и $1_1 2_1 3_1$ определяет искомые точки M и N.

Вопросы и задания.

1. В каких случаях применяют проецирующие плоскости; в каких — плоскости уровня; в каких — плоскости общего положения?

2. Какой характер может иметь линия пересечения поверхностей двух многогранников?

3. Как определяется видимость проекций линии пересечения двух многогранников?

Задача 14.1. На рисунке 14.2 построить линию пересечения прямой четырехгранной призмы EKGU и треугольной пирамиды DABC (данные из Приложения А, таблица 14).

Задача 14.2. На рисунке 14.4 определить: пересекает или нет прямая L пирамиду SABCD (данные из таблицы 15). Положение прямой L выбрать самостоятельно между основанием ABCD и вершиной S.

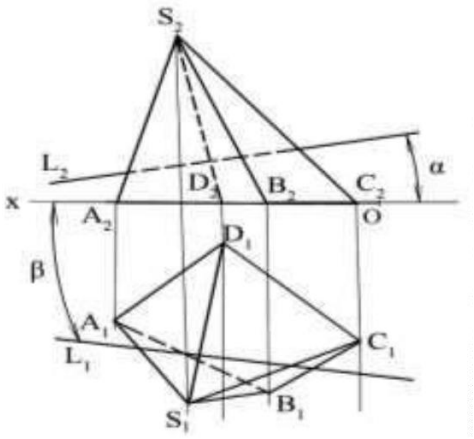


Рисунок 14.4 — Наклонная пирамида и прямая пересечения

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 15. Развертки многогранников.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде многогранников. Они широко распространены в архитектуре, строительстве, технике. Вследствие, этого получение практических навыков в построении разверток многогранников и решению задач на эту тему является важнейшей задачей.

Теоретическая часть

Развертка многогранника — это плоская фигура, полученная последовательным совмещением всех граней многогранника с одной плоскостью. На развертке все грани должны быть построены в натуральную величину. Поэтому, для нахождения натуральной величины ребер и оснований многогранника используются различные способы преобразования эпюра

(замена плоскостей проекций, плоскопараллельное перемещение, вращение вокруг проецирующей оси или вокруг линии уровня).

Способ нормального сечения

Этот способ применяется для построения развертки призмы, ребра и основания которой занимают общее положение по отношению к плоскостям

проекций $П_1$ и $П_2$. Одним из методов преобразования ребра призмы переводятся в положение, параллельное какой-либо плоскости проекций (во фронтали или в горизонтали). Затем призма пересекается проецирующей плоскостью, перпендикулярной к ребрам, и строится многоугольник сечения, который и называется *нормальным* сечением. Дальнейший порядок построения развертки приведен в примере. Способом нормального сечения построить полную развертку наклонной четырехгранной призмы ABCDEFKL, у которой ребра параллельны плоскости $П_2$ способом нормального сечения (рисунок 15.1).

Решение. Так как боковые грани призмы – параллелограммы, то для их построения в натуральную величину необходимо дополнительно определять для каждого параллелограмма – угол между его сторонами или длину одной из его диагоналей. Этого можно избежать, если воспользоваться вспомогательной фронтально–проецирующей плоскостью Р, перпендикулярной к ребрам призмы. В этом случае плоскость рассекает наклонную призму на две прямые усеченные призмы с общим основанием в плоскости перпендикулярного сечения $1_2 2_2 3_2 4_2$. По линиям связи строим горизонтальную проекцию нормального сечения $1_1 2_1 3_1 4_1$. Натуральную величину этого сечения $1_0 2_0 3_0 4_0$ определяем способом вращения вокруг горизонтального следа P_1 до совмещения с горизонтальной плоскостью проекций $П_1$. Построение показано стрелками.

Приступаем к построению развертки. В произвольном месте чертежа проводим горизонтальную прямую h и принимаем ее за базу отсчета. От произвольной точки 1_0, взятой на этой прямой, откладываем отрезки $1_0 2_0$; $2_0 3_0$; $3_0 4_0$; $4_0 1_0$, равные сторонам нормального сечения. Через точки 1_0,2_0, 3_0,4_0 и 1_0 проводим перпендикуляры к прямой h и на них откладываем длины ребер верхней и нижней призм. Отрезок $1_2 E_2$ вверх от базы отсчета, а отрезок $1_2 A_2$ – вниз; $2_2 F_2$ – вверх, а $2_2 B_2$ – вниз, и т. д. Плоская фигура $A_2 B_2 C_2 D_2$ $A_2 E_2 L_2 K_2 F_2 E_2$ представляет собой развертку боковой поверхности призмы. Затем, для

получения полной развертки, методом засечек пристраиваем верхнее и нижнее основания призмы.

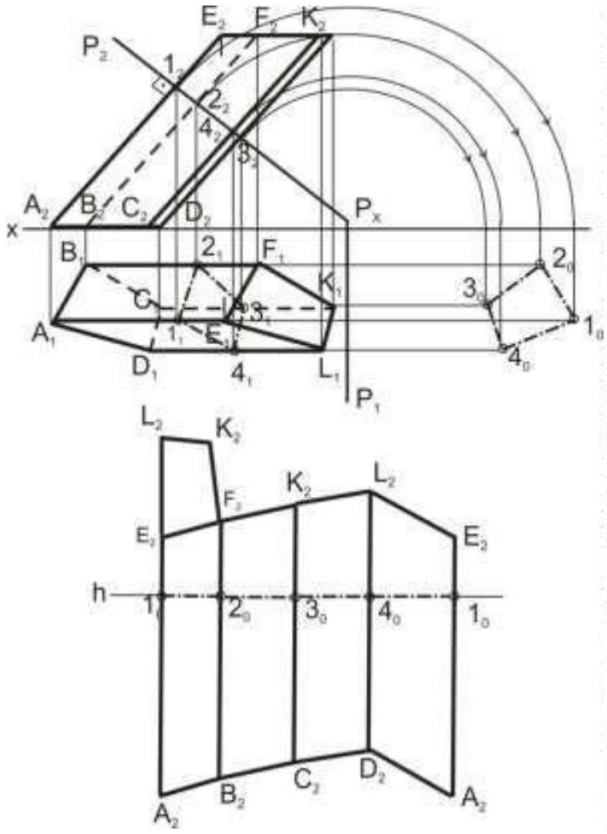


Рисунок 15.1 — Способ нормального сечения

Способ треугольников

Этот способ применяется для построения развертки пирамид. Развертка поверхности пирамиды представляет собой плоскую фигуру, состоящую из треугольников – граней пирамиды. Поэтому построение развертки пирамиды сводится к определению натуральной величины ребер и сторон основания способом вращения вокруг проецирующих осей и построению по трем сторонам треугольников. Дальнейший порядок построения развертки приведен в примере.

Построить полную развертку поверхности трехгранной наклонной пирамиды SABC способом треугольников (рисунок 15.2).

Решение. Так как основание ABC пирамиды параллельно горизонтальной плоскости проекций $П_1$, то его стороны проецируются в натуральную величину.

Натуральную длину ребер пирамиды определяем способом вращения их вокруг горизонтально-проецирующей оси I, проходящей через вершину S, до положения фронтали. Их горизонтальные проекции S_1B_1, S_1C_1 и S_1A_1 параллельны оси X. Эти преобразования показаны стрелками. Отрезки, $S_2\overline{B}_2$, $S_2\overline{C}_2$ и $S_2\overline{A}_2$ определяют натуральную длину ребер (НВ). Теперь приступаем к построению развертки. Для этого на произвольной прямой от точки S откладываем отрезок SA. Из точки A проводим дугу радиусом A_1B_1, а из S – дугу радиусом S_2B_2. Пересечение дуг укажет положение вершины B. Аналогично находим точки C и A. Фигура SABCA является разверткой боковой поверхности пирамиды. Для получения полной развертки к любой грани пристраивают основание ABC, равное $A_1B_1C_1$ (методом засечек).

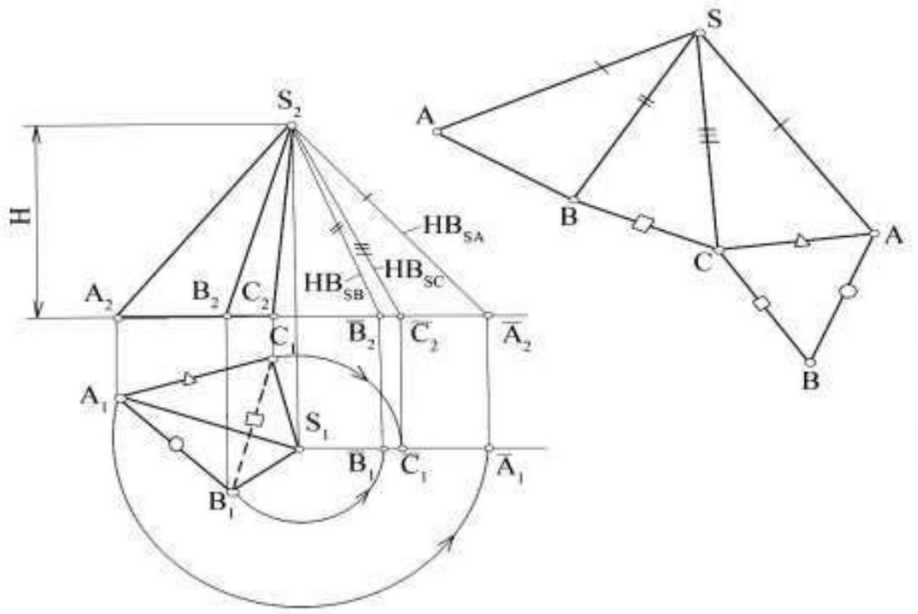


Рисунок 15.2 — Способ треугольников

Вопросы и задания

1. Что называется разверткой поверхности?
2. Назовите способы построения разверток?
3. В чем суть способа триангуляции и область его применения?
4. Какие свойства поверхности сохраняются на ее развертке?

Задача 15.1. На рисунке 15.3 построить полную развертку наклонной трехгранной призмы, стоящей на горизонтальной плоскости $П_1$, методом нормального сечения. Для определения натуральной величины ребер применить метод перемены плоскостей проекций. Определить на развертке положение отрезка MN (данные из таблицы 16).

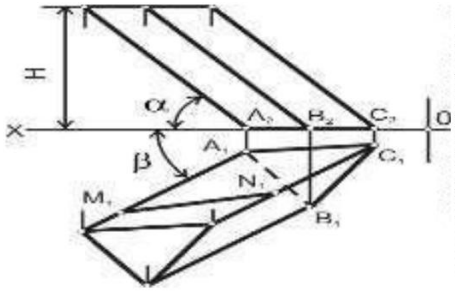


Рисунок 15.3 — Призма к задаче 15.1.

Задача 15.2. Построить полную развертку наклонной трехгранной пирамиды, стоящей на горизонтальной плоскости $П_1$, методом треугольников (данные из таблицы17 приложенияА)

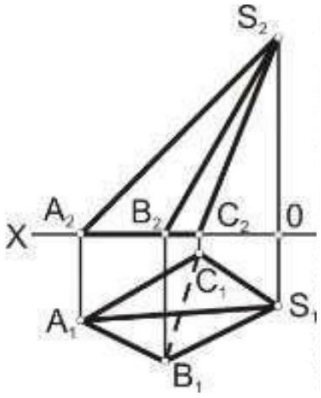


Рисунок 15.4 — Пирамида к задаче 15.2

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. –

320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.

3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 16. Пересечение поверхностей вращения плоскостью и прямой.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде тел вращения. Они широко распространены в архитектуре, строительстве, технике. Многие детали машин и механизмов, станков, инструментов и приборов имеют форму тел вращения или их сочетаний. В следствии, этого получение практических навыков по проектированию и решению задач с телами вращения является важнейшей задачей.

Теоретическая часть

Сечение тел вращения плоскостью

При пересечении поверхности плоскостью получается плоская фигура, называемая ***сечением***. Основными поверхностями вращения являются: цилиндр, конус, сфера (шар) и тор (кольцо).

При пересечении **конуса** различными плоскостями образуется **пять** плоских фигур (рисунок 16.1): ***окружность*** – если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения (рисунок 16.1. 1); ***треугольник*** (две прямые) – если плоскость проходит через вершину конуса (рисунок 16.1. 2); ***эллипс*** – если плоскость пересекает все образующие (рисунок 16.1.3); ***гипербола*** – если плоскость параллельна двум образующим (рисунок 16.1. 4); ***парабола*** – если плоскость параллельна одной образующей (рисунок 16.1. 5).

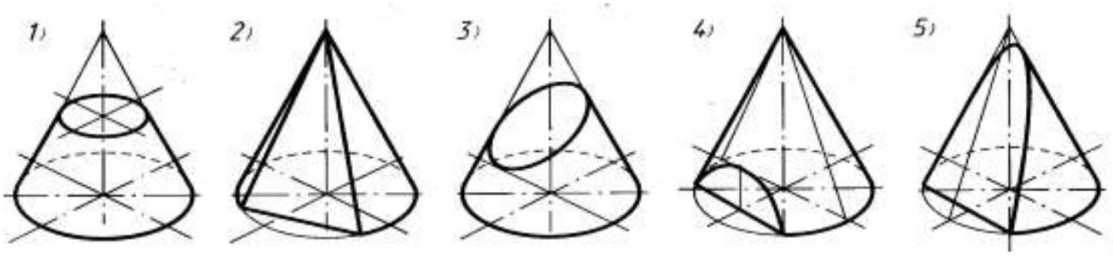


Рисунок 16.1. — Сечения конуса

Построение кривых начинают всегда с определения ***характерных*** точек: ***высшей*** и ***низшей***, лежащих на линии наибольшего ската секущей плоскости; ***видимости***, лежащих на главном меридиане тела вращения; ***ближней и дальней***, лежащих на профильных образующих тела вращения. Затем находят несколько промежуточных точек.

Пример. Построить проекции и натуральную величину фигуры сечения конуса плоскостью общего положения Р (рисунок 16.2).

Решение. Вводим через ось конуса S горизонтально-проецирующую плоскость T, перпендикулярную к плоскости P. Плоскость T пересекает конус по треугольнику 1S2, а плоскость P – по линии наибольшего ската MN. На пересечении $1_2S_22_2$ и M_2N_2 получаем низшую C_2 и высшую D_2 точки линии пересечения, их горизонтальные проекции C_1 и D_1 определяем на проекции M_1N_1. Для нахождения точек видимости A и B через ось конуса S вводим фронтальную плоскость Q, которая пересечет конус по крайним образующим, а плоскость P – по фронтали (f_1, f_2). На их пересечении получаем еще две точки (A_1, A_2) и (B_1, B_2) линии пересечения. Для нахождения промежуточных точек вводим горизонтальные плоскости L и R, которые пересекают конус по окружностям, а плоскость P – по горизонталям 4h и 5h. На их пересечении получаем точки E, F, G и H. Через одноименные проекции точек с учетом видимости проводим плавные кривые – эллипсы. Участок A_2, E_2, G_2, D_2, B_2 – невидимый.

Натуральная величина эллипса может быть найдена методом совмещения плоскости P с горизонтальной плоскостью проекций $П_1$ (вращение вокруг горизонтального следа; смотри пример 16 части 1).Точки, $\overline{C_1}$, $\overline{D_1}$, $\overline{E_1}$, $\overline{F_1}$ получены совмещением горизонталей. Промежуточные точки построены по большой CD и малой EF осям.

Задачу можно решить и другим способом:– преобразовав плоскость P во фронтально-проецирующую методом перемены плоскостей проекций.

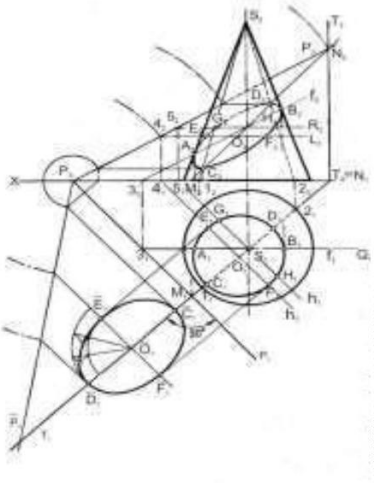


Рисунок 16.2. — Пересечение конуса плоскостью

Построение сечения цилиндра и сферы плоскость общего положения осуществляется аналогично.

Пересечение тел вращения прямой линией

Для того чтобы найти точки пересечения прямой с поверхностью, поступают так же, как и при нахождении точки пересечения прямой с плоскостью. Заданную прямую заключают во вспомогательную проецирующую плоскость и находят фигуру сечения заданной поверхности и вспомогательной плоскости. Точки пересечения заданной прямой и фигуры сечения и будут искомыми точками. Вспомогательную плоскость следует выбирать такую, которая в пересечении с телами вращения дает простые фигуры – треугольник, прямоугольник или окружность.

Пример. Найти точки пересечения прямой АВ с поверхностью прямого конуса (рисунок 16.3).

Решение. Заключаем прямую АВ в плоскость Р, проходящую через вершину S конуса (рисунок 16.3, а). Эта плоскость пересекает конус по треугольнику 1S2, определяемому по горизонтальному следу P_1. В пересечении треугольника и прямой определяем искомые точки К и Е.

При решении на эпюре (рисунок 16.3, б) плоскость Р задаем двумя пересекающимися прямыми АВ и SC. В данном примере прямая SC это горизонталь (можно и любую прямую общего положения).

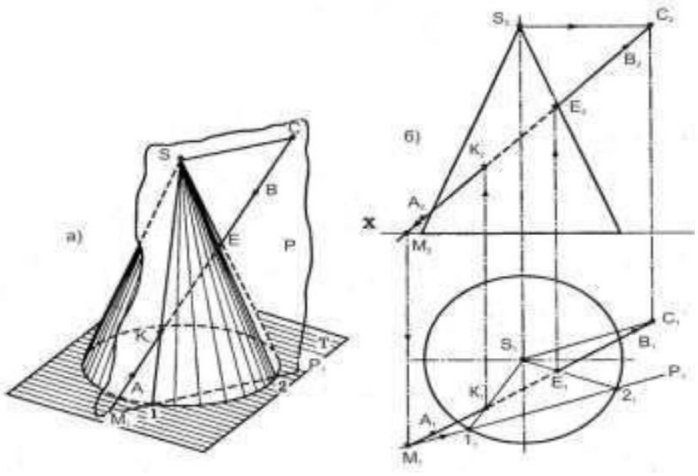


Рисунок 16.3 — Пересечение конуса прямой

Затем находим горизонтальный след M_1 прямой АВ и через него проводим горизонтальный след P_1 плоскости Р параллельно горизонтальной проекции горизонтали S_1C_1. Точки 1_1 и 2_1, пересечения следа P_1 с основанием конуса определяют образующие 1_1S_1 и 2_1S_1, по которым вспомогательная плоскость Р пересекает конус (треугольник сечения). На пересечении этих образующих с A_1B_1 находим искомые точки К ($К_1$, $К_2$) и Е ($Е_1$,$Е_2$). Если бы след P_1 не пересек основание, то следует вывод, что прямая не пересекает конус.

Приме . Найти точки пересечения прямой АВ с поверхностью наклонного цилиндра (рисунок 16.4).

Решение. Заключаем прямую АВ в плоскость Р, параллельную оси цилиндра. Для этого проводим прямую ВС (B_1C_1, B_2C_2), параллельную оси цилиндра. То есть плоскость Р задана двумя пересекающимися прямыми АВ и ВС.

Затем находим горизонтальные следы M_1^1 и M_1^2 этих прямых и через них проводим горизонтальный след P_1. Точки 1_1 и 2_1 определяют образующие, по которым плоскость Р пересекает цилиндр (прямоугольник сечения). Пересечение этих образующих с прямой АВ определяет искомые точки К и Е.

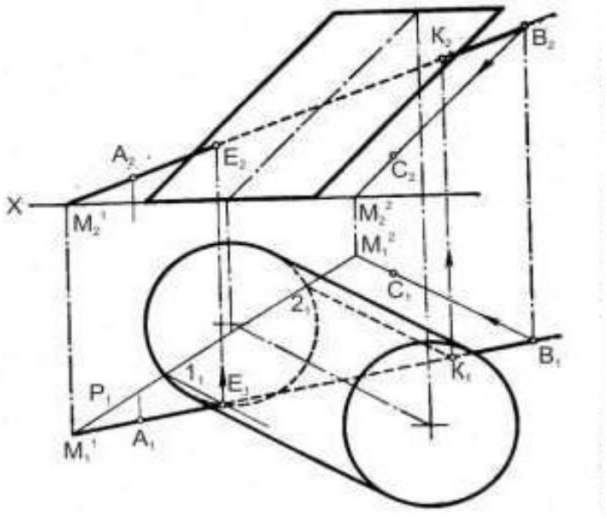


Рисунок 16.4 — Пересечение цилиндра прямой

Вопросы и задания

1. Как строится кривая линия при пересечении кривой поверхности плоскостью?

2. Какие линии получаются при пересечении цилиндра плоскостями?

3. Как надо провести плоскость, чтобы пересечь конус по прямым линиям? Какие кривые получаются при пересечении конуса плоскостями?

4. Что представляют собой кривые на гайке с конической фаской?

5. Какие точки называются характерными?

6. Какие вспомогательные плоскости надо использовать при построении сечений?

Задача 16.1. На рисунке 16.5 построить сечение цилиндра плоскостью Р и найти натуральную величину фигуры сечения (данные из таблицы 18).

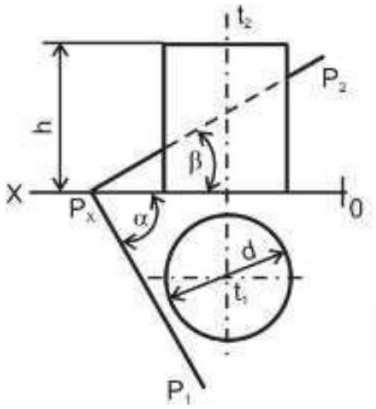


Рисунок 16.5 — Сечение цилиндра плоскость

Задача 16.2. На рисунке 16.6 построить сечение конуса плоскостью, заданной горизонталью АС и фронталью АВ. Диаметр основания конуса равен 50 миллиметров. При решении использовать метод перемены плоскостей проекций (данные из таблицы 19 приложения А).

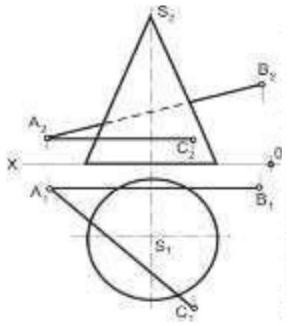


Рисунок 16.6 — Сечение конуса плоскостью

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов

/ А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».
5.

Практическое занятие 17. Способ секущих плоскостей.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде многогранников и кривых поверхностей. Они широко распространены в строительстве, технике. Вследствие, этого получение практических навыков в построении линии пересечения геометрических тел и решению задач на эту тему является важнейшей задачей.

Теоретическая часть

Линией пересечения двух кривых поверхностей второго порядка является пространственная кривая четвертого порядка. Для ее построения нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и соединить их плавной кривой с учетом видимости. При построении точек сначала находят ***характерные*** точки.

Этот способ применяют тогда, когда секущие плоскости, пересекая поверхности тел, дают прямые линии, окружности или простейшие сечения. Секущие плоскости могут быть как плоскостями общего положения (при пересечении двух наклонных цилиндров, или двух наклонных конусов, или

наклонных конуса и цилиндра), так и плоскостями частного положения, параллельными $П_1$, $П_2$ или $П_3$, (при пересечении тел вращения с проецирующими осями).

Для того чтобы найти произвольную точку линии пересечения (рисунок 17.1) вводят горизонтальную вспомогательную плоскость Р, перпендикулярную к их осям (рис.17.1 а), или им параллельную (рис.17.1 б). Плоскость Р пересекает цилиндр и конус по окружностям А и В, а сферу и цилиндр по окружности С и прямым D. Точки М и N пересечения этих линий являются искомыми точками линии пересечения. Вводя несколько вспомогательных плоскостей, можно найти необходимое количество точек.

а) б)

Рисунок17.1 —Вспомогательные секущие плоскости

Построить проекции линии пересечения цилиндра и тора при их неполном проницании (*врезка*) (рисунок 17.2).

Решение. Фронтальная проекция линии пересечения совпадает с окружностью цилиндра. Для построения горизонтальной проекции в этом примере, как и в предыдущем, необходимо использовать горизонтальные секущие плоскости P, T и Q. Каждая из них пересекает тор по окружности, а цилиндр по прямым (образующим). Точки 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 7_1 и 8_1 пересечения окружностей и прямых, лежащих в одной плоскости, определяют искомую проекцию линии пересечения. При этом плоскость P делит цилиндр на видимую (верхнюю) и невидимую (нижнюю) части, а точки 3 и 4 являются точками видимости. Участок 3_1, 1_1, 4_1 видимый.

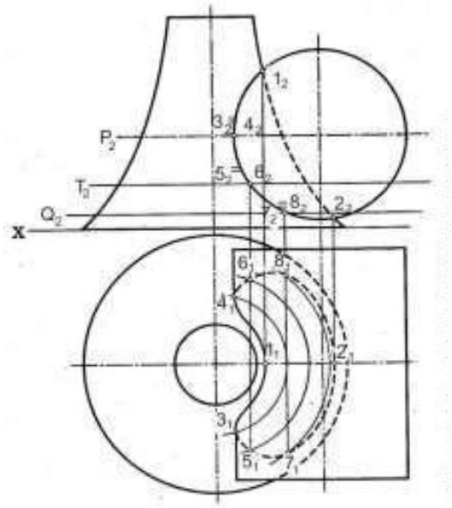
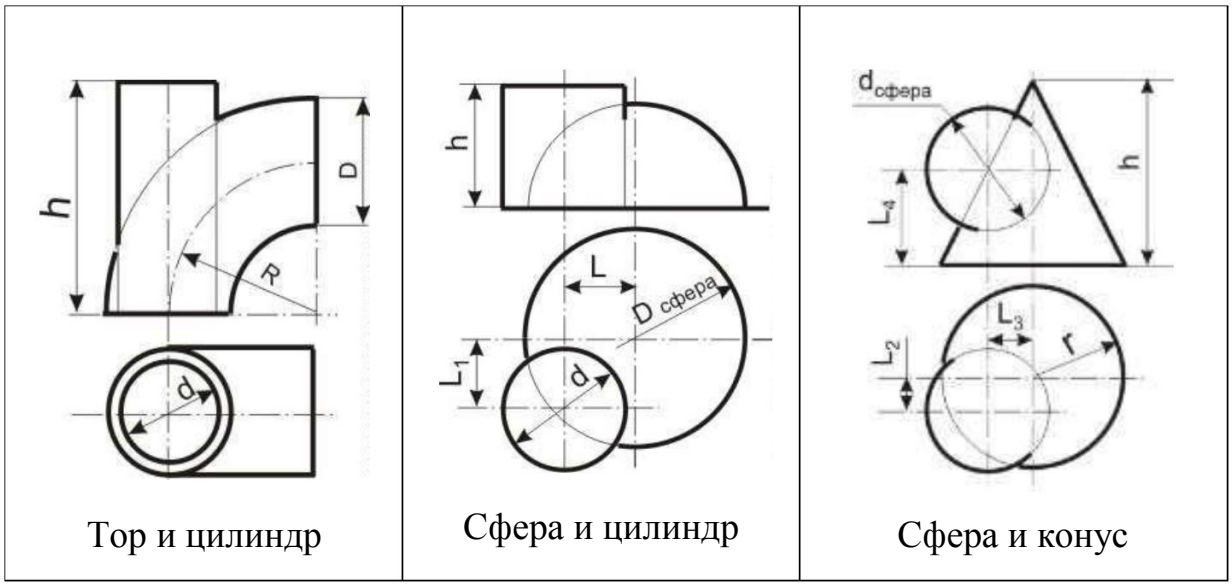


Рисунок 17.2 — Пересечение тора и цилиндра

Вопросы и задания.

1. Какова последовательность построения проекций линии пересечения двух поверхностей вращения в общем случае?
2. Когда целесообразно использовать в качестве посредников плоскости общего положения?
3. Когда используются для решения задач плоскости частного положения?

Задача 17.1. На рисунке 17.3 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих плоскостей и определить их видимость (данные из таблицы 20 приложения А).



Тор и цилиндр | Сфера и цилиндр | Сфера и конус

Рисунок 17.3 — Пересечение поверхностей вращения

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.
3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е

изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.

4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 18. Способ концентрических сфер.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде кривых поверхностей. Они широко распространены в строительстве, технике. Вследствие, этого получение практических навыков в построении линии пересечения геометрических тел и решению задач на эту тему является важнейшей задачей.

Теоретическая часть

Линией пересечения двух кривых поверхностей второго порядка является пространственная кривая четвертого порядка. Для ее построения нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и соединить их плавной кривой с учетом видимости. При построении точек сначала находят ***характерные*** точки.

Этот способ применяют тогда, когда оба тела являются телами вращения; оси этих тел пересекаются и параллельны одной из плоскостей проекций; тела имеют общую плоскость симметрии (рисунок 18.1). В этом случае сфера 1, описанная из точки О пересечения осей, имеет общую ось вращения с каждым телом (конус, цилиндр, сфера и тор) и образует с каждым из них ***соосную поверхность***. А соосные поверхности всегда пересекаются по окружности, перпендикулярной оси вращения и проходящей через точки пересечения меридианов. Эта окружность проецируется на плоскость проекций, параллельную осям, в виде прямой линии (на рисунке это окружности пересечения). Взаимное пересечение этих окружностей на сфере 1 определяет искомые точки линии пересечения заданных тел Проекции линии пересечения получаются всегда в пределах общей части проекций обеих поверхностей. На рисунке 18.2 показан вариант неполного пересечения поверхностей Г и Ф, называемый *врезка*.

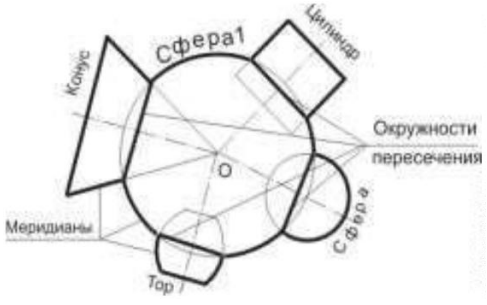


Рисунок 18.1 — Соосные тела

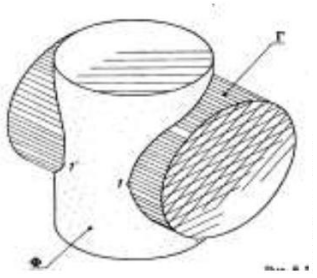


Рисунок 18.2 — Врезка

Вопросы и задания.

1. Какова последовательность построения проекций линии пересечения двух поверхностей вращения в общем случае?

2. Когда используется способ секущих сфер?

3. Как определяется видимость линии пересечения поверхностей на проекциях?

Построить проекции линии пересечения конуса и цилиндра методом вспомогательных концентрических сфер (рисунок 18.3).

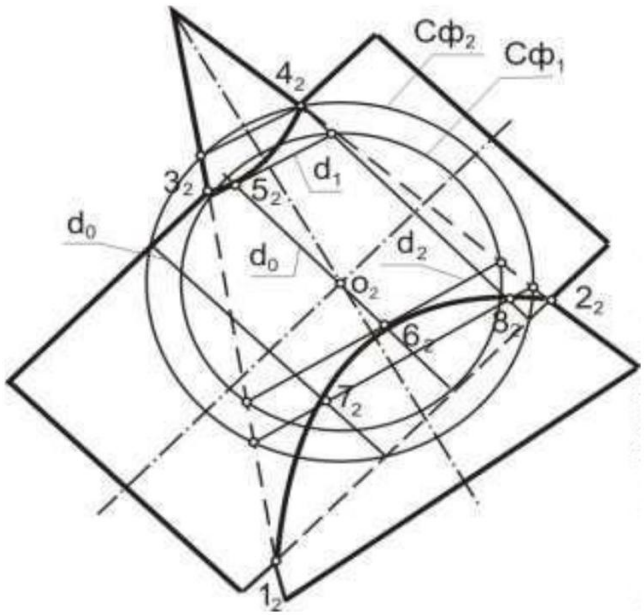


Рисунок 18.3 — Пересечение конуса и цилиндра

Решение. В данном примере плоскости, перпендикулярные к оси вращения одной из поверхностей, непригодны в качестве секущих вспомогательных: они пересекут другую поверхностью по эллипсам. Задача решается путем сечения этих тел вспомогательными секущими концентрическими сферами с центром в точке О пересечения их осей вращения.

Сначала отмечаем опорные точки 1_2, 2_2, 3_2 и 4_2, лежащие на пересечении меридианов конуса и цилиндра. Затем из центра O_2 вписываем минимальную сферу $Сф_1$, касающуюся образующих цилиндра. Эта сфера касается цилиндра по окружности d_o, а конус пересекает по окружностям d_1 и d_2. Эти окружности, лежащие на одной сфере, пересекаются в точках 5_2 и 6_2. Затем проводим сферу $Сф_2$ большего диаметра и на пересечении соответствующих окружностей находим точки 7_2 и 8_2. Для более точного построения линии пересечения аналогично вводятся еще сферы, но не

больше радиуса $O_2 1_2$. Соединив найденные точки плавной кривой, получим проекции линии пересечения.

Задача 18.1. На рисунках 18.4 – 18.9 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих концентрических сфер и определить их видимость. Оси тел пересекаются.

Таблица 18.1. – условия задачи 18.1

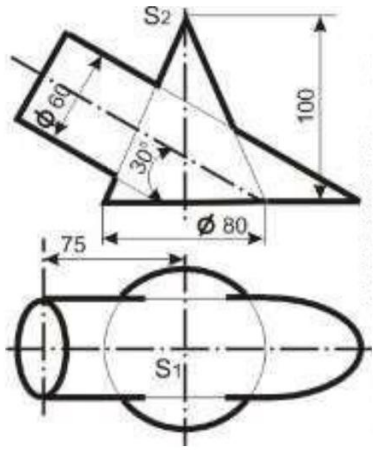
<table>
<tr>
<td>Варианты: 1,7,13,19,25
 

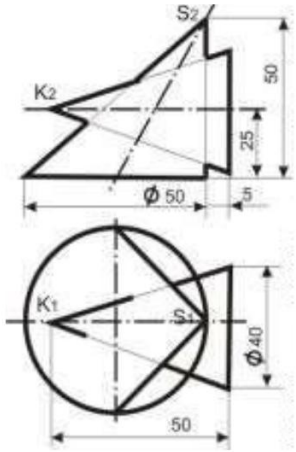
Рисунок 18.4 — Цилиндр и конус</td>
<td>Варианты: 2,8,14,20,26
 

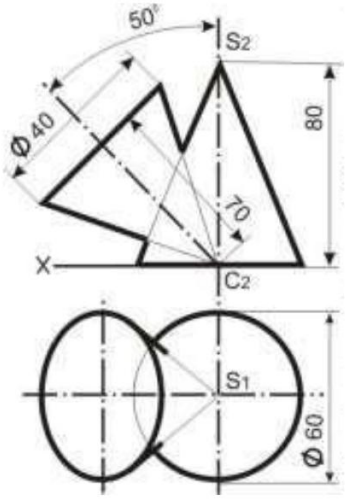
Рисунок 18.5 — Два конуса</td>
</tr>
<tr>
<td>Варианты: 3,9,15,21,27
 

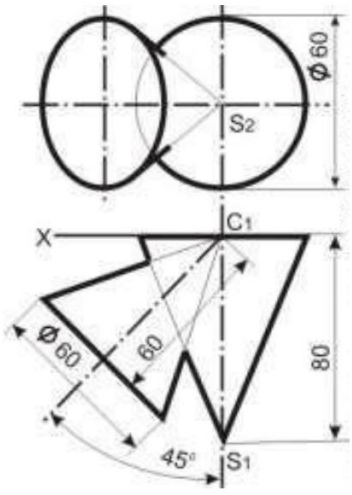
Рисунок 18.6— Оси конусов // $П_2$</td>
<td>Варианты: 4,10,16,22,28
 

Рисунок 18.7 — Оси конусов // $П_1$</td>
</tr>
<tr>
<td>Варианты: 5,11,17,23,29</td>
<td>Варианты: 6,12,18,24,30</td>
</tr>
</table>

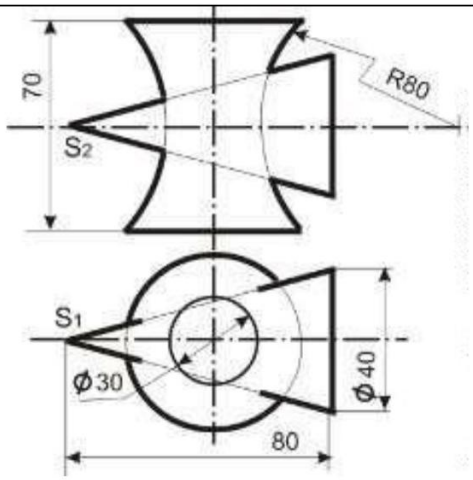


Рисунок 18.8 — Тор (глобоид) и конус

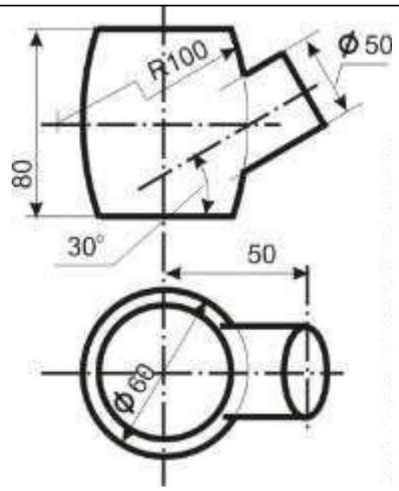


Рисунок 18.9 — Тор (бочка) и цилиндр

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

2. Королев, Ю. И. Сборник задач по начертательной геометрии : учеб. пособие / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – (Учебное пособие). – Библиогр.: с. 318. – ISBN 978-5-91180-020-8.

3. Павлова, А. А. Начертательная геометрия : учебник / А. А. Павлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Владос, 2005. - 300, [1] с. : ил. ; 24. - (Учебник для вузов). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 301. - ISBN 5-691-01389-0.

4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 19. Правила оформления чертежей.

Цель: Ознакомление и изучение ЕСКД. Получение навыков и умений при выполнении и оформлении чертежей деталей.

Актуальность темы: в процессе проектирования необходимо грамотно и точно выполнять изделия с соблюдением всех норм и правил ЕСКД.

Теоретическая часть

Форматы. Форматами называются листы чертежей и других конструкторских документов (спецификация, технические условия и др.), размеры которых установлены ГОСТ 2.301–68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рисунок 19.1). Поле чертежа, на котором размещают изображения детали, геометрические построения или текст, ограничивают рамкой, выполненной сплошной толстой основной линией. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм левой стороны. Поле шириной 20 мм предназначено для подшивки чертежей.

В правом нижнем углу формата располагается основная надпись по форме 1, а над ней, если необходимо, указываются технические требования. Для всех чертежей и схем ГОСТ 2.104–68 устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи.

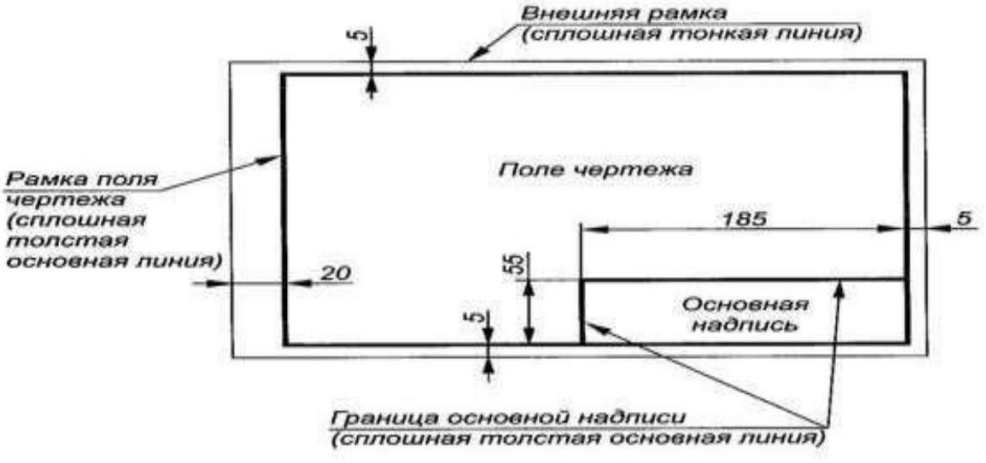


Рисунок 19.1 – Образование формата чертежа

Таблица19.1 – Основные форматы

Обозначение	А4	А3	А2	А1	А0
Размеры сторон, мм	210х297	297х420	420х594	594х841	841х1189

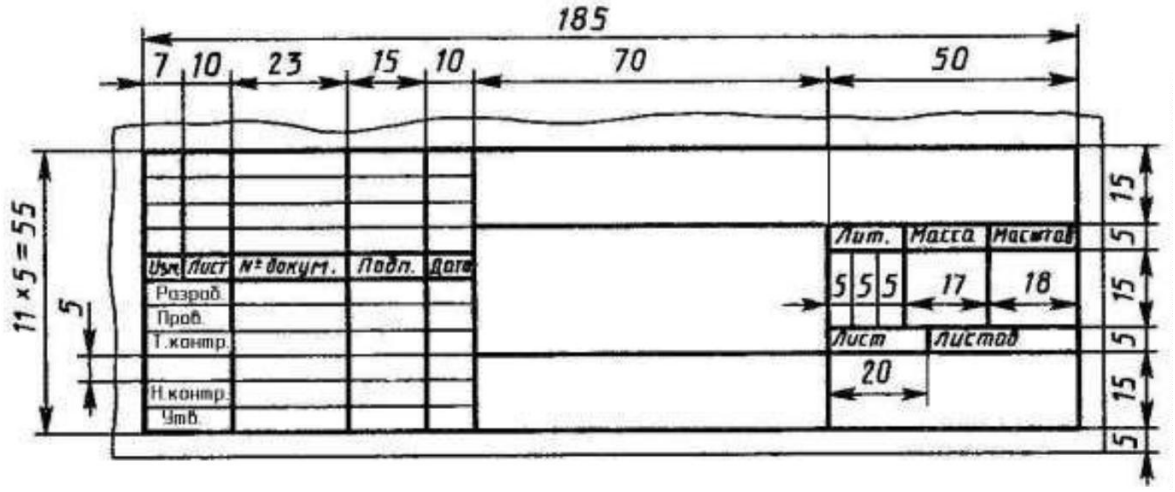


Рисунок 19.2 – Основная надпись

На листах формата **А4** основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа. А на листах формата **А3** располагают вдоль длинной стороны.

Масштабы. Масштабом называется отношение линейных размеров изделия на чертеже к его действительным линейным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение устанавливает ГОСТ 2.302– 68 и должны выбираться из следующих рядов:

Масштабы уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10 идр.
Масштабы увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1 идр.

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, записывают в графе основной надписи. Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в другом масштабе, то над ним помещают надписи типа **А (1:5) –** для вида, или **Б–Б (10:1) –** для разреза или сечения.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные размеры предмета, а не те, которые изображение имеет на чертеже.

Линии. Для большей выразительности и наглядности на чертежах применяют различные типы линий, начертание, толщина, наименование и назначение которых устанавливает ГОСТ 2.303–68 (табл. 19.2).

Таблица19. 2 – Линии чертежа

Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Наименование
	S	Сплошная основная
	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая
	—"—	Сплошная волнистая
1...2 2...8	—"—	Штриховая
3...5 5...30	—"—	Штрих-пунктирная тонкая
3...4 3...8	От $\frac{1}{2}S$ до $\frac{2}{3}S$	Штрих-пунктирная утолщенная
	От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая с изломами
8...20	От S до $1\frac{1}{2}S$	Разомкнутая

Толщина сплошной основной линии **S** должна быть в пределах от **0,5 до 1,4 мм** в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина всех остальных типов линий чертежа зависит от толщины основной линии.

Вопросы и задания.

1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?

На формате А4 выполнить чертеж типов линий. Данные своего варианта взять в Приложении А, таблица 21 по варианту. Образец выполнения задания

представлен в Приложении Б, рисунок 2.

Шрифты. Шрифтом называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей.

ГОСТ 2.304–81 установлено 9 размеров чертежных шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20; 28; 40. Размер шрифта определяется **высотой** прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Высота прописных букв **(h)** измеряется перпендикулярно к основанию строки.

В машиностроении чаще используется шрифт **типа Б** с толщиной линий d = 1/10 h и с наклоном 75°. То есть каждая заглавная буква занимает по высоте 10 строчек, а строчная 7 строчек. Расстояние между буквами должно быть 2 клеточки. Исключение составляют сочетания букв Г и А, Т и А, Г и Д, Р и А, А и Т, расстояние между которыми уменьшается до 1 клеточки.

Рисунок 19.3 – Шрифт типа Б с наклоном 75°

Вопросы и задания.

1. Чем определяется номер шрифта?
2. Что такое шрифт?
3. Какой шрифт используется в машиностроительных чертежах?

Выполнить титульный лист, используя образец шрифта .

Расположение текста на листе выполнить по центру, по нижеприведенной схеме.

СКФУ *шрифт 14 в сетке*

Кафедра технологии машиностроения и технологического оборудования *шрифт 10*

АЛЬБОМ ЧЕРТЕЖЕЙ *шрифт 20 в сетке*

за 1 семестр *шрифт 10*

студента 1 курса группы НГД-о-б-151 *шрифт10*

Иванова И. И. *шрифт 14 в сетке*

2015 – 2016уч. год *шрифт 7*

Образец выполнения *титульного листа* представлен в Приложении Б, рисунок 1

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос.

горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.

3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсу «Конструкторские документы и правила их выполнения.

Практическое занятие 20. Сопряжения.

*Цель: п*олучение навыков и умений при проектировании и построении различных изделий, имеющих сложную форму поверхности.

Актуальность темы: множество изделий, проектируемых в области машиностроения, имеют сложную форму поверхности: это и переход от прямой к окружности, от окружности к окружности и т.д. Вследствие этого необходимо приобрести знания, навыки и умения при построении данных поверхностей.

Теоретическая часть

Сопряжением называется плавный переход дуги окружности в прямую или в дугу другой окружности.

Для изображения очертания детали необходимо усвоить, что построение любых сопряжений основано на двух положениях геометрии:

1. При сопряжении прямой линии и любой дуги (окружности или лекальной) центр дуги сопряжения **О** должен лежать на перпендикуляре к

прямой, восстановленном из точки сопряжения **C** (рисунке 20.1, а).

2. При сопряжении любых двух дуг центры этих дуг **O_1** и **O** должны лежать на прямой, проходящей через точку сопряжения **C_1** перпендикулярно общей касательной этих дуг (рисунок 20.1, ж)

Как видно из сказанного, при выполнении сопряжений следует различать **три элемента**:

а) **C** – точку сопряжения (точка касания двух сопрягаемых линий);

б) **O** – центр дуги сопряжения (точка, равноудаленная от сопрягаемых линий);

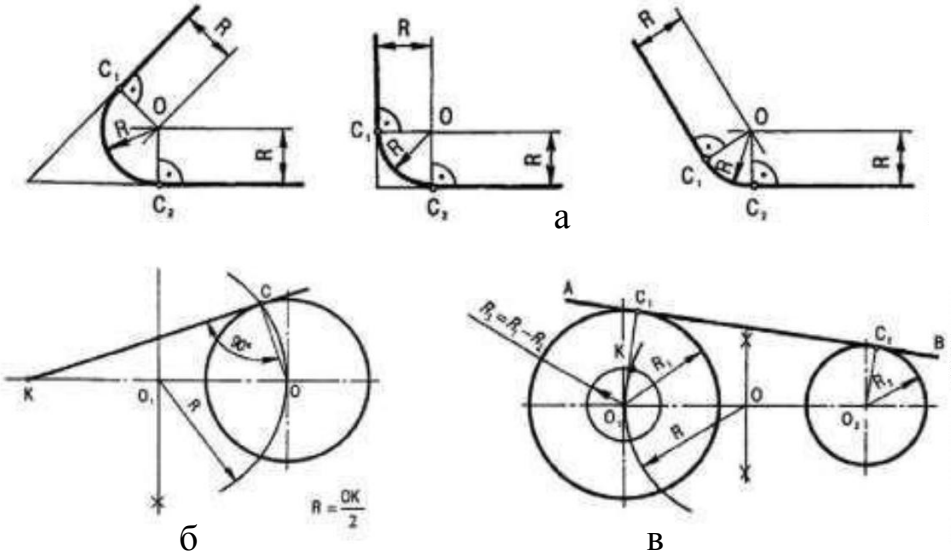
в) **R** – радиус дуги сопряжения.

Для построения заданного сопряжения должен быть известен один из этих элементов – радиус или точка сопряжения; два других элемента определяются графически, построением.

Примеры построения различного вида сопряжений приведены на рисунке 20.1.

Вопросы и задания.

1. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?
2. Что называется сопряжением?
3. На чем основано построение сопряжения?



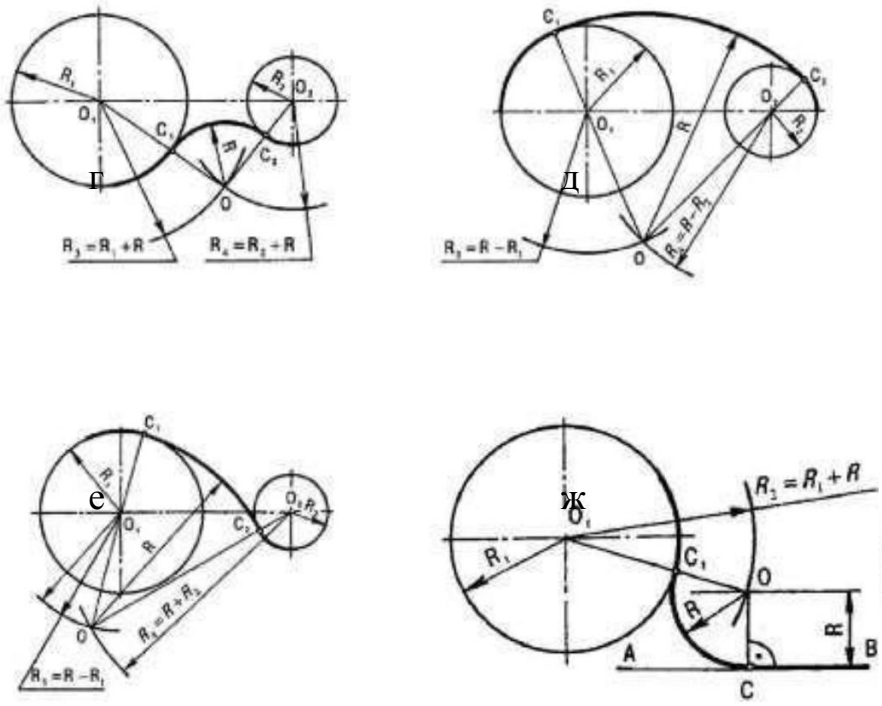


Рисунок 20.1 – Виды сопряжений

Построить сопряжения по исходным данным, приведенным в Приложении А, таблица 22.

Задача 20.1. Пусть даны две пересекающиеся прямые m, n и радиус сопряжения R. Необходимо построить сопряжение данных прямых дугой окружности радиусом R.

Задача 20.2. Пусть задана окружность радиусом R_1 с центром в точке O_1 и прямая m. Требуется построить внешнее сопряжение окружности с прямой дугой окружности радиуса R.

Задача 20.3. Пусть задана окружность радиусом R_1 с центром в точке O_1 и прямая m. Требуется построить внутреннее сопряжение окружности с прямой дугой окружности заданного радиуса R.

Задача 20.4. Построить сопряжение с внешним касанием двух данных окружностей m и n с радиусами R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R.

Задача 20.5. Построить сопряжение с внутренним касанием двух данных окружностей m и n с радиусами R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R.

Образец выполнения задания показан в Приложении Б, рисунок 3.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471

с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»

Практическое занятие 21. Виды.

Цель: получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

По требованиям ГОСТ 2.305–68 изображения выполняются по методу прямоугольного проецирования. Виды располагаются в проекционной связи как в начертательной геометрии, но без указания осей координат. Образование видов представлено на рисунке 21.1.

Названия **основных видов** установлены стандартом: 1–вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа;5 – вид снизу; 6 – вид сзади. **Главный вид** должен давать наилучшее представление о форме и размерах предмета. Количество изображений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление об устройстве изделия.

Дополнительные виды применяют, если какую-либо часть изделия невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров.

Дополнительный вид отмечают на чертеже буквой русского алфавита (например: **А** рисунок 21.2), а направление взгляда на этот вид указывают стрелкой с соответствующей буквой.

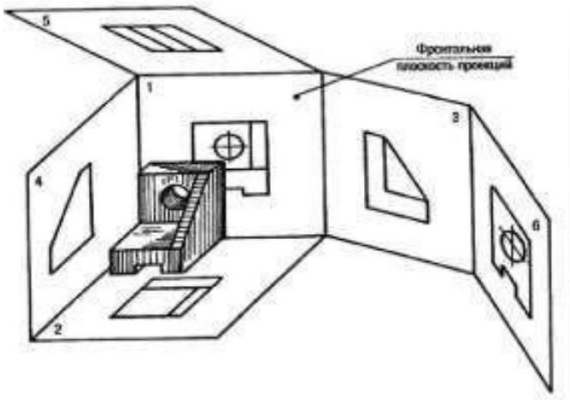


Рисунок 21.1 – Образование видов

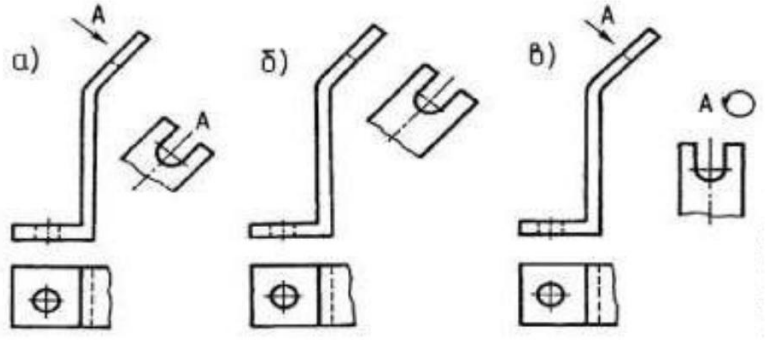


Рисунок 21.2 – Дополнительные виды

Дополнительные виды допускается повертывать. При этом к букве добавляют знак «повернуто» (например рисунок 21.2,в). Размеры знаков приведены на рисунке 21.3.

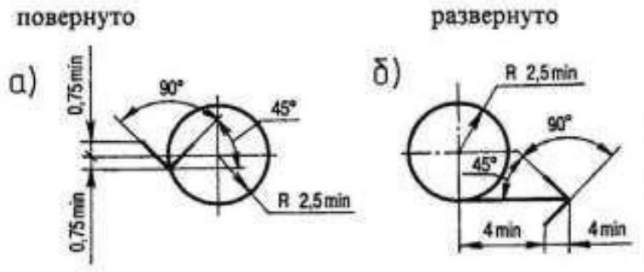
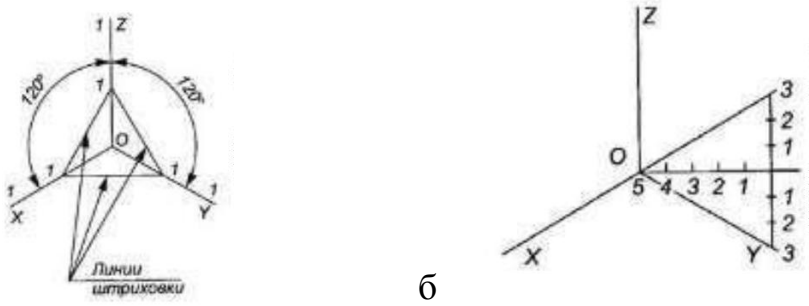


Рисунок 21.3 – Знаки

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности изделия. Местный вид ограничивают линией обрыва и его обозначают на чертеже подобно дополнительным.

Прямоугольная изометрия. В изометрии координатные оси наклонены под одинаковым углом к плоскости аксонометрических проекций и углы между аксонометрическими осями равны $\mathbf{120^0}$ (рисунок 20.6а).

При таком проецировании коэффициент искажения по всем трем осям будет равен **0,82.** Однако изометрию для упрощения выполняют без искажения по осям, приняв коэффициент искажения равным единице. Поэтому изометрическая проекция получается увеличенной в **1,22** раза по сравнению с исходным изделием. Линии штриховки в разрезах проводят параллельно линиям, соединяющим концы одинаковых отрезков, отложенных на аксонометрических осях.



а б

Рисунок 20.6 – Оси координат в изометрии

Оси можно построить с помощью линейки и треугольника с углами $\mathbf{30^0}$ и $\mathbf{60^0}$. Другой вариант показан на рисунке 20.6б. На горизонтальной прямой

вправо (или влево) от точки **О** откладывают пять одинаковых отрезков, а вниз и вверх по вертикали – по три таких же отрезка. Ось **Х** проводят через точку **О** и точку **З**, расположенную выше горизонтальной прямой, а ось **У** – через точку **О** и точку **З**, расположенную ниже горизонтальной прямой.

При построении аксонометрических проекций отрезки прямых линий тела или плоской фигуры, параллельные осям координат на комплексном чертеже, должны быть параллельны соответствующим аксонометрическим осям. На изометрии проставляются только габаритные размеры, выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям X, У, Z, а размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Пример прямоугольной изометрии приведен на рисунке 20.7.

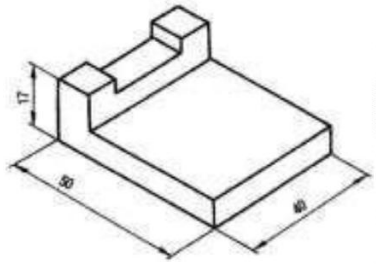


Рисунок 20.7 – Изометрия детали с габаритными размерами

с соотношением 8 : 7 : 1 показано на рисунке 20.8б.

Вопросы и задание

1. Что называется видом?
2. Как называются основные виды?
3. Как правильно выбрать главный вид?
4. Что такое дополнительный вид?
5. Под каким углом располагаются оси в изометрии?

На формате А3 построить по модели три проекции детали (главный вид, вид сверху и вид слева). Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 23.

Невидимые линии обозначить пунктирной линией. Проставить все необходимые размеры. Выполнить изометрическую проекцию. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 4.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 22. Разрезы простые.

Цель: получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Виды полностью выявляют внешние формы детали. Для выявления внутренних, невидимых наблюдателю, форм поверхностей (пустот) детали применяют **разрезы** (ГОСТ 2.305–68).

Для образования разреза (рисунок 22.1) деталь мысленно рассекают плоскостью **Р**, называемой *секущей*. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью **Р**, условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций $\mathbf{П_2}$, параллельной секущей, получая **разрез**. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости (штрихуется), и то, что расположено за ней (не штрихуется).

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций $П_1$, то разрез называется **горизонтальным** (рисунок 22.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций $П_2$, то разрез называется **фронтальным** (рисунок 22.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций $П_3$, то разрез называется **профильным** (рисунок 22.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций $П_1$, то разрез называется **наклонным** (рисунок 22.5).

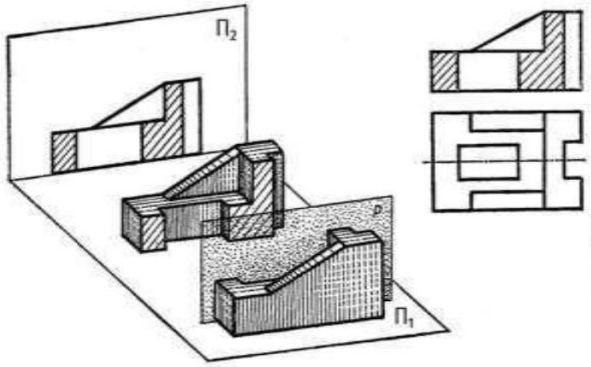
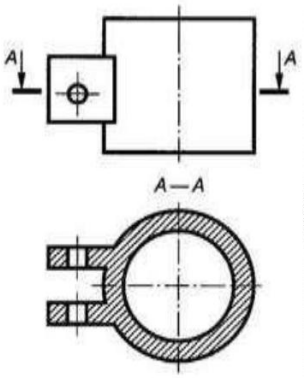


Рисунок 22.1 – Образование разреза



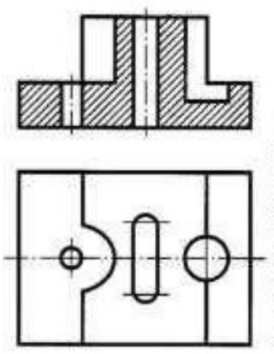
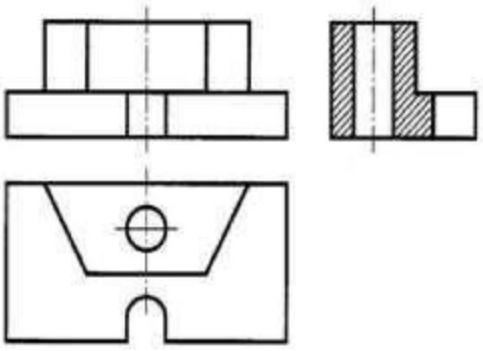


Рисунок 22.2 – Горизонтальный разрез Рисунок 22.3 – Фронтальный разрез



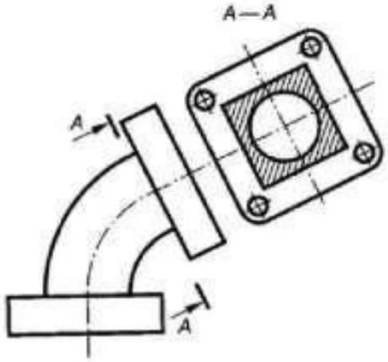


Рисунок22.4 – Профильный разрез Рисунок 22.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже **линией сечения**, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от **S** до **1,5S** указанием направления взгляда стрелками (рисунок 22.2 и 22.5). Толщина штрихов должна получаться в **1,5 раза больше** толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии **2…3 мм** от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, **А**), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в **2 раза больше** номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа **А – А**, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 22.6.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рисунок 22.3 и 22.4).

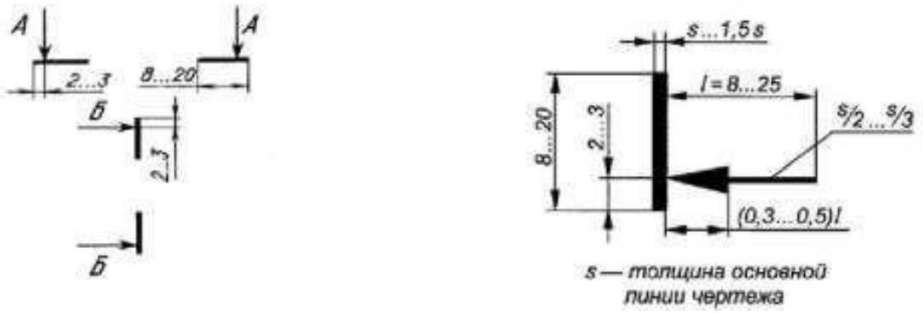


Рисунок 22.6 – Линия сечения

Разрезы штрихуются под углом **45^0**. Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 22.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной **до 12 мм**) типа «ребра жесткости» (рисунок 22.7б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают **местным** разрезом.

Соединение части вида и части разреза. Для симметричных деталей рекомендуется выполнять совмещение половины вида с половиной разреза. Разделяющей линией в это случае служит ось симметрии детали (рисунок 22.8а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали, совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, разграничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рис. 22.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рис. 22.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 22.8г.

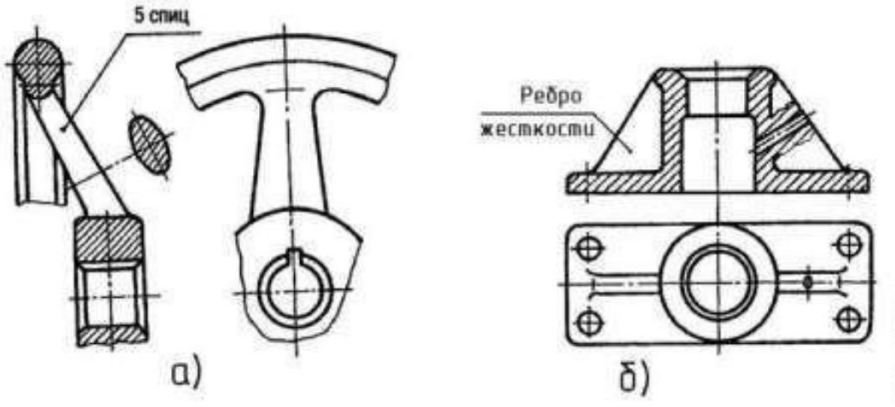


Рисунок 22.7 – Условности разрезов

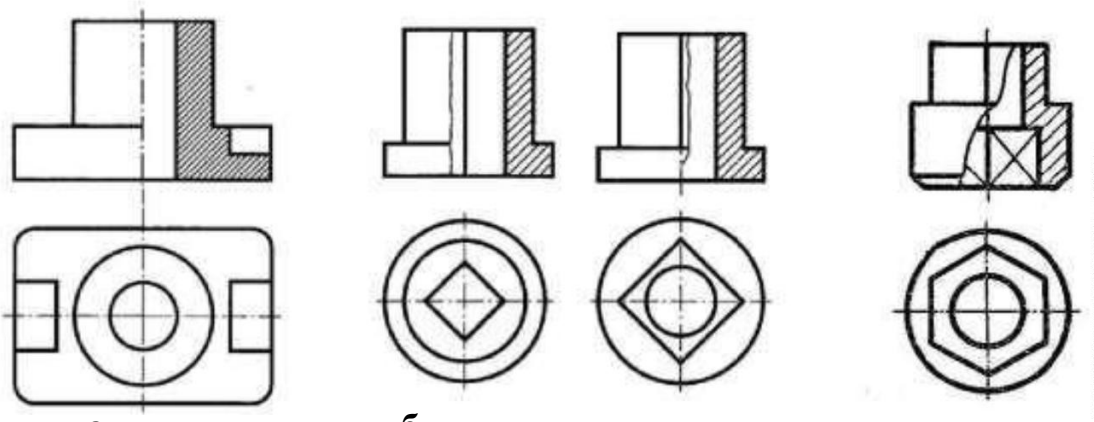


Рисунок 22.8 – Совмещение вида с разрезом

Аксонометрическое изображение. На этом занятии необходимо будет выполнить аксонометрию детали с четвертью выреза, имеющую цилиндрические отверстия. В аксонометрии окружность проецируется в эллипс. Но для упрощения построений эллипс заменяют овалом.

Построение овала в изометрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 22.9. Для любой плоскости проекций большая ось овала всегда перпендикулярна оси, которой нет в этой плоскости, а малая ось совпадает с направлением отсутствующей оси.

В изометрии по осям X и Y размеры не изменяются. Поэтому на них откладываем отрезки AB и CD равные диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке O_1. В пересечении с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2. Точки O_1 и O_2 являются соответственно центрами дуг 33 радиусов **R** и **r**, которыми соединяются точки C и B, B и D, а также A и C.

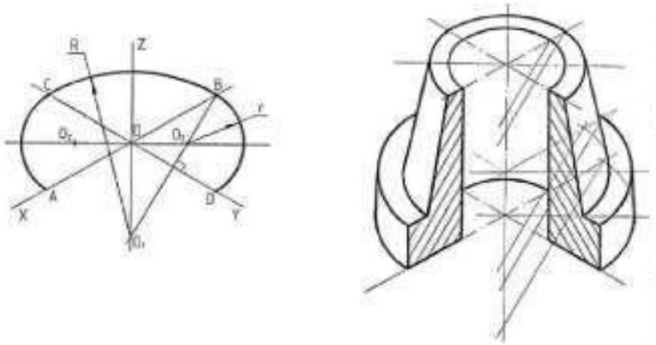


Рисунок 22.9 – Овал в изометрии и деталь с четвертью выреза

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 22.10.

В диметрии размер не изменяется по оси X. Поэтому на ней откладываем отрезок **АВ** равный диаметру заданной окружности. Затем из точки **В** проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке **К** . Затем радиусом **КМ** проводим дугу до пересечения с осью Z в точке $\mathbf{O_1}$. При пересечении прямой **ВК** с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку $\mathbf{O_2}$. Точки $\mathbf{O_1}$ и $\mathbf{O_2}$ являются центрами дуг радиусов **R** и **r** , которыми проводятся дуги между точками **В** и **А**

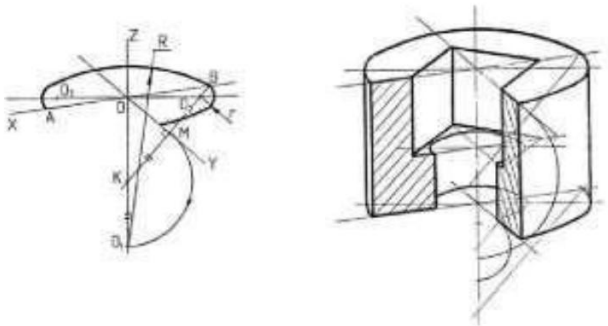


Рисунок 22.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Вопросы и задание

1. Что называется простым разрезом ?
2. Какие существуют виды простых разрезов?
3. В каких случаях обозначают секущую плоскость?
4. Как выполняют совмещение вида с разрезом?
5. С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?
6. Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?

На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 24.

Выполнить фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры.

Выполнить диметрическую проекцию с четвертью выреза. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 23. Разрезы сложные.

Цель: Получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Сложным называется разрез, получаемый при использовании нескольких секущих плоскостей. В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы делятся на **ступенчатые и ломаные.**

Ступенчатые разрезы образуются при рассечении предмета несколькими параллельными плоскостями. Они могут быть горизонтальными, фронтальными, профильными и наклонными. На рисунке 23.1 изображен фронтальный ступенчатый разрез детали, выполненный двумя фронтальными секущими плоскостями. Эти плоскости условно параллельно перемещают до их совмещения в одну плоскость. Переход от одно плоскости к другой на разрезе не изображается.

Ломаные разрезы образуются при рассечении предмета двумя пересекающимися плоскостями. На рисунке 23.2 использованы две горизонтально проецирующие плоскости, одна из которых фронтальная. Для построения разреза левую секущую плоскость вместе с расположенным в ней сечением условно поворачивают до совмещения с фронтальной секущей плоскостью (положение части детали после поворота показано тонкими линиями). Линия изгиба плоскостей на разрезе не изображается.

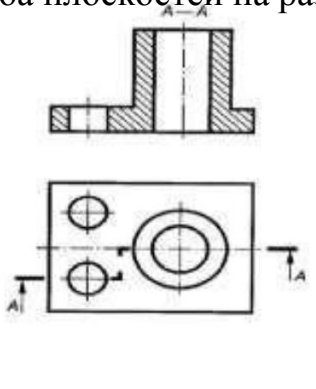


Рисунок 23.1 – Разрез ступенчатый

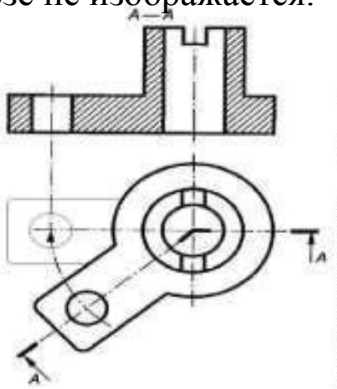


Рисунок 23.2 – Разрез ломаный

Элементы предмета, находящиеся за секущей плоскостью, не поворачивают, т. е. они вычерчиваются так, как спроецировались на соответствующую плоскость до совмещения.

Обозначение разрезов. В сложных разрезах секущие плоскости обязательно показывают линией сечения **А – А**, т. е. штрихами разомкнутой линии. В ступенчатых разрезах штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рисунок 23.1), а в ломаных – в месте пересечения плоскостей по их направлению (рисунок 23.2). Размеры штрихов и правила простановки букв смотри рисунок 22.6.

Вопросы и задание

1. Какие разрезы называются сложными?
2. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
3. Как обозначаются сложные разрезы?

На двух форматах А3 выполнить разрез ступенчатый и разрез ломаный. Данные для своего варианта взять из Приложения А, таблица 25.

Сначала перечертить задание в тонких линиях. Выполнить необходимый разрез на главном виде. Затем выполнить обводку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись.

Образцы выполнения *задания* приведены в Приложении Б, рисунок 6, 7.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.

4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»

Практическое занятие 24. Сечения.

Цель: получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. В отличии от разреза на сечении показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

Сечения применяются для выявления формы отдельных элементов детали. Их целесообразно применять для таких деталей, как рычаги, стойки, профили проката, валы с отверстиями и шпоночными пазами, рукоятки, спицы, рамы.

Сечения в зависимости от их расположения на чертеже подразделяются

на **вынесенные и наложенные** (рисунок 24.1). Вынесенные сечения предпочтительны.

Наложенное сечение (рисунок 24.1б и 24.2) располагают непосредственно на виде детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Если форма сечении симметричная (рисунок 24.2а), то след секущей плоскости не проводят и сечение не сопровождается надписью. Если форма сечения несимметричная (рисунок 24.2б), то проводят след секущей плоскости со стрелками, показывающими направление взгляда, но буквенное обозначение у стрелок и надпись над сечением не выполняют.

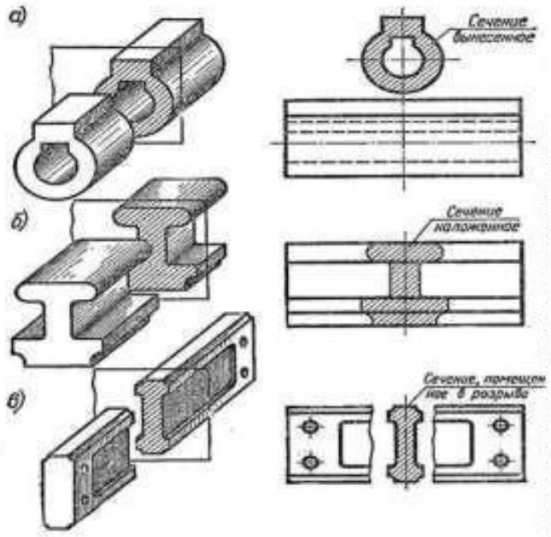


Рисунок 24.1 – Классификация сечений

Вынесенное сечение располагают вне контура вида детали (рисунок 23.1а). Его допускается располагать в разрыве между частями вида (рисунок 23.1в). Контур такого сечения обводят сплошной основной линией.

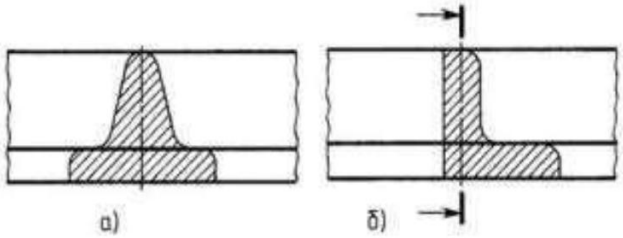


Рисунок 24.2 – Наложенные сечения

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по разному.

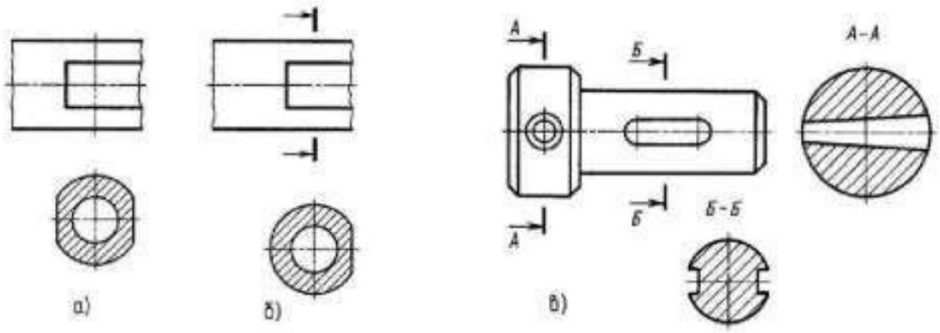


Рисунок 24.3 – Варианты расположения вынесенного сечения

На продолжении следа секущей плоскости (рисунок 24.3а и б). Если при этом фигура сечения симметричная , то на месте условного сечения проводят штрихпунктирную линию и след секущей плоскости не обозначается (рисунок 24.3а). Если же фигура несимметричная, то след секущей плоскости изображают разомкнутыми штрихами со стрелками, показывающими направление взгляда. Буквенное обозначение не ставят.

В проекционной связи на месте одного из видов (рисунок 24.3в, сечение **А–А).** Такое сечение всегда обозначают разомкнутыми штрихами и буквами.

На свободном поле чертежа. Такое сечение всегда обозначают и показывают след секущей плоскости (рисунок 24.3в, сечение **Б–Б**).

Если секущая плоскость проходит через ось цилиндрической или конической поверхности, то в сечении контур отверстия показывают по типу разреза (рисунок 24.3, сечение **А–А**). Если же секущая плоскость проходит через шпоночный паз, то края отверстия не замыкаются (рисунок 24.3, сечение **Б–Б**).

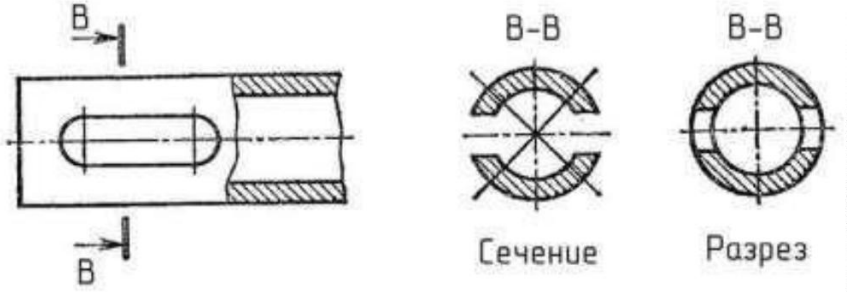


Рисунок 24.4 – Сечение не круглого отверстия

Когда секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных частей, то сечение заменяют разрезом (рисунок 24.4, сечение **В–В**).

Вопросы и задание

1. Отличие сечения от разреза.
2. В каких случаях сечение не обозначается?
3. Где располагают вынесенное сечение?

На формате А3 выполнить три сечения вала. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 26.

Сначала построить в тонких линиях главный вид вала по направлению, заданному стрелкой **А.** Затем сечение по плоскости **А–А** выполнить на следе секущей плоскости (оно не обозначается). Сечение по плоскости **Б–Б** выполнить на свободном поле чертежа (оно получит обозначение **А–А**). Сечение по плоскости **В–В** выполнить в проекционной связи на виде слева (оно получит обозначение **Б–Б**). Заштриховать сечения. Затем выполнить обводку чертежа. Проставить размеры. Следует обратить внимание на простановку размеров на сечении шпоночного паза (рисунок 24.5).

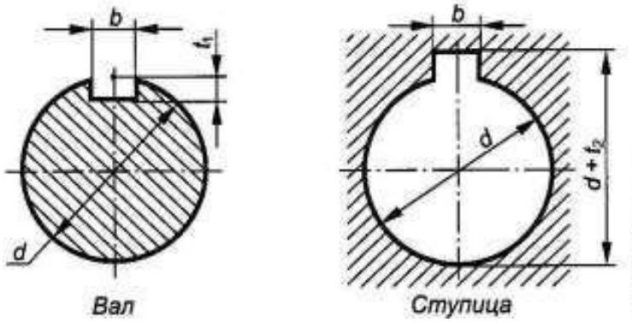


Рисунок 24.5 – Размеры шпоночного паза

Для простановки глубины шпоночного паза на валу $\mathbf{t_1}$ дуга окружности **d** продолжается тонкой линией до пересечения с вертикальной осью, где ставится жирная точка. От этой точки и проводится выносная линия. Размер $\mathbf{d+t_2}$ на ступице всегда дробное число, например, **27,3**.

Заполнить основную надпись. Образец выполнении *задания* приведен в приложении Б, рисунок 8.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа»

Практическое занятие 25. Резьбы.

Цель: Получение навыков и умений при построении резьбовых соединений.

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Резьбой называют поверхность, образованную при винтовом движении плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности и задающей профиль резьбы. Все резьба стандартизированы (кроме прямоугольной).

Шаг резьбы Р – это расстояние между соседними витками, измеренное параллельно оси резьбы между ее одноименными элементами (рисунок 25.1). Стандарты устанавливают для одного и того же номинального диаметра один крупный шаг резьбы и до пяти размеров мелких шагов.

Ход резьбы P_h – это величина осевого перемещения винта за один оборот на угол 360^0 (рисунок 25.1). В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной – произведению шага **Р** на число заходов **n** , т. е. $\mathbf{P_h = nP}$. На разрезе **А–А** видны концы двух винтовых ниток в виде полукругов. Многозаходную резьбу применяют там, где при малых углах поворота нужно получить большое перемещение.

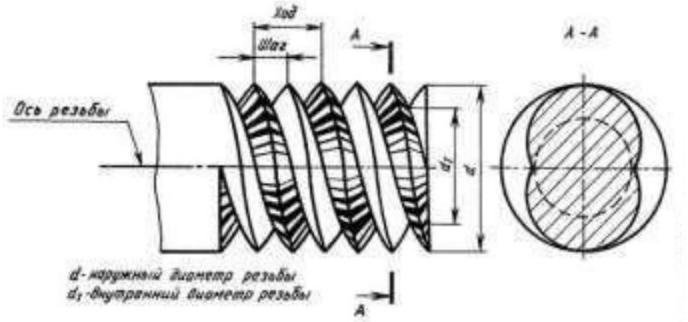


Рисунок 25.1 – Резьба цилиндрическая двухзаходная

Профиль резьбы – это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. В зависимости от профиля резьба называется: треугольная, трапецеидальная, круглая и прямоугольная (рисунок 25.2). Резьба может быть – **наружная** (на валу) и **внутренняя** (в отверстии). Направление резьбы может быть **левым** и **правым.**

Рисунок 25.2а – **метрическая резьба** является основной крепежной резьбой. Она измеряется в миллиметрах. На чертеже обозначается буквой **М.**

Рисунок 25.2б – **трубная резьба** применяется для соединения трубопроводов. Она измеряется в дюймах (1” = 25,4 мм). На чертеже обозначается буквой **G.**

Рисунок 25.2в – **трапецеидальная резьба** (или ходовая) применяется на ходовых винтах станков. На чертеже обозначается буквой **Tr.**

Рисунок 25.2г – **упорная резьба** (или силовая) применяется для восприятия больших осевых усилий в винтовых прессах, домкратах, тисках. На чертеже обозначается буквой **S.**

Рисунок 25.2д – **круглая резьба** применяется в пожарной арматуре, сантехнике, электрических лампочках. На чертеже обозначается буквой **Кр.**

Рисунок 25.2е – **прямоугольная резьба** относится к нестандартным. Все размеры проставляются конструктором на чертеже.

Изображение резьбы на чертеже. Вычерчивание резьбы в виде винтовой поверхности – трудоемкая работа, поэтому на чертежах ее изображают условно по ГОСТ 2.311–68 независимо от формы профиля и назначения (рисунок 25.3). На торце стержня и отверстия всегда делают фаски под углом 45^0.

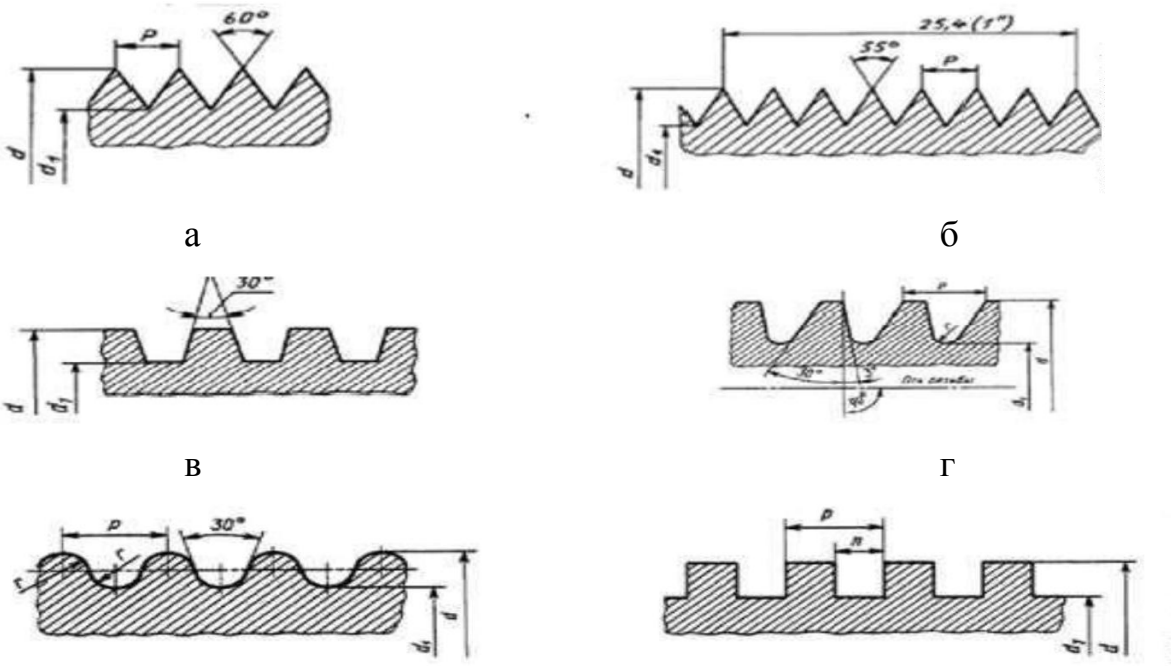


Рисунок 25.2. – Типы резьбы

Наружная резьба (на стержне на рисунке 25.3а) изображается сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру **d** и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру $\mathbf{d_1}$, (**примерно на расстоянии 1 мм)** пересекая фаску. Линию, определяющую границу резьбы, обозначают в конце ее полного профиля сплошной толстой линией.

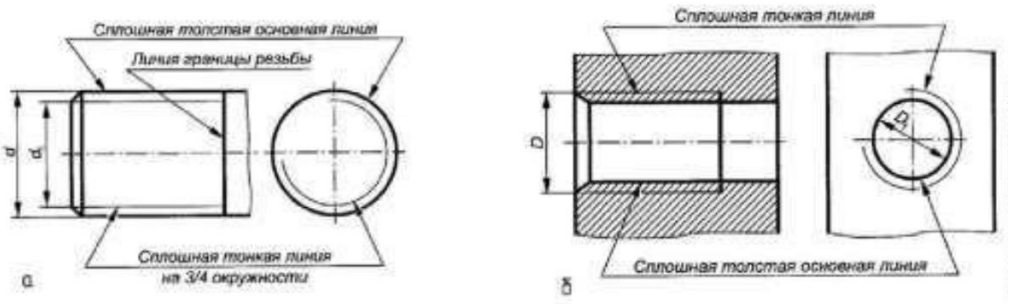


Рисунок 25.3 – Изображение резьбы

Внутренняя резьба (в отверстии на рисунке 25.3б) изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру $\mathbf{D_1}$ и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру **D** (по штриховке).

На виде слева проводят сплошную тонкую линию в виде дуги **3/4** окружности, разомкнутой в любом месте. Один конец дуги должен пересекать осевую линии, а другой конец – не доходить до нее. На этом изображении фаску не проводят.

При соединении двух деталей на резьбе (рисунке 25.4) их наружные и внутренние диаметры совпадают, так как имеют одинаковые номинальные размеры **D=d.** В месте соединения изображение резьбы выполняют по стержню, так как в разрезе стержень расположен ближе к наблюдателю и закрывает отверстие.

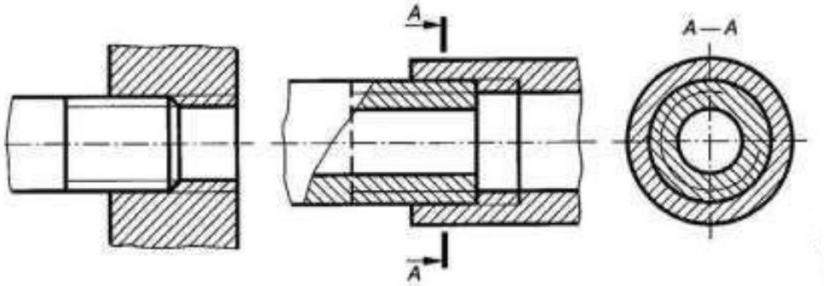


Рисунок 25.4 – Соединение резьбовое

Обозначение резьбы на чертеже. В условное обозначение резьбы входят: буква для каждого типа (см. рисунок 25.2), номинальный диаметр

(наружный) и размер шага. Если резьба левая, то добавляются буквы **LH**.

Пример обозначения метрической резьбы приведен на рисунке 25.5.

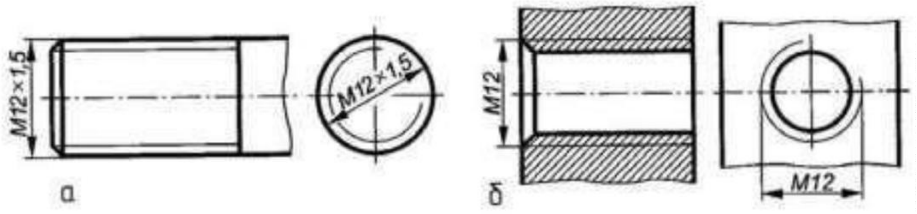


Рисунок 25.5 – Метрическая резьба

Обозначение на рисунке 25.5а означает, что резьба метрическая, с наружным диаметром 12 мм, мелким шагом 1,5 мм на стержне. А надпись на рисунке 25.5б – означает ту же резьбу, но с крупным шагом (значение не пишется) и выполненную в отверстии.

Пример обозначения трубной цилиндрической резьбы приведен на рисунке 25.6. Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы наносится на полке линии-выноски, стрелка которой упирается в сплошную основную линию резьбы.

Надпись (рисунок 25.6а) означает, что резьба цилиндрическая наружная, с внутренним диаметром трубы (проходного отверстия) **1/2”**, класса точности 9. При выполнении внутренней трубной цилиндрической резьбы (рисунок 25.6б) в обозначении указывается диаметр проходного отверстия той трубы, которая будет ввинчена в данную деталь. Это связано с тем, что внутренняя резьба нарезается не на трубах, а на деталях, соединяющих трубы: муфтах, угольниках и т. д..

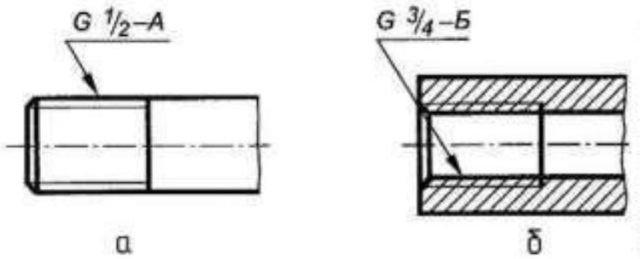


Рисунок 25.6 – Трубная резьба

Вопросы и задание

1. Как классифицируются резьбы по профилю?
2. В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?
3. В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?

4. Как изображается резьба на стержне?
5. Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?

На формате А3 выполнить резьбовое соединение двух деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 27.

Сначала в тонких линиях перечертить задание в масштабе 1: 1. Затем в масштабе 2 :1 изобразить резьбовое соединение заданных деталей и по месту соединения выполнить сечение **А–А**.

Выполнить обводку и штриховку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись по форме 1. Образец выполнении *задания* приведен в Приложении Б, рисунок 9.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 26. Шпоночные и шлицевые соединения

Цель: получение навыков и умений при построении шпоночных и шлицевых соединений.

Теоретическая часть

Соединение шпонками. Шпонка – это деталь, устанавливаемая в пазах двух соединяемых деталей для передачи крутящего момента. Рабочие (боковые) грани шпонки передают вращение от вала к ступице и обратно (рисунок 26.1а).

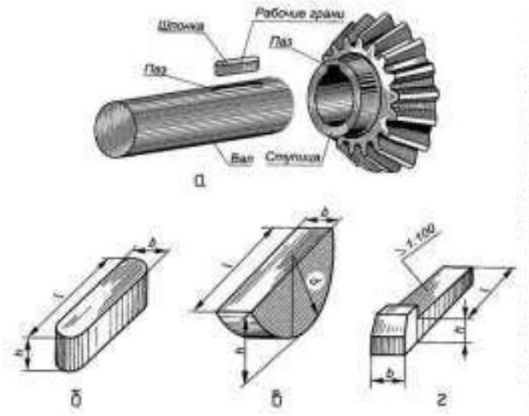


Рисунок 26.1 – Виды шпонок

Шпоночные соединения могут быть неподвижными и подвижными. Форма и размеры шпонок стандартизированы и зависят от диаметра вала. По форме шпонки делятся на призматические ГОСТ 23360–78 (рисунок 26.1б), сегментные ГОСТ 24071–97 (рисунок 26.1в) и клиновые ГОСТ 24068–80 (рисунок 26.1г). Наибольшее распространение имеют призматические шпонки. Они характеризуются тремя размерами **b** х **h** х **l** (ширина, высота и длина).

Шпоночное соединение на чертеже изображается в продольном и поперечном разрезах (рисунок 26.2). В продольном разрезе шпонки изображаются не рассеченными, а шпоночный паз на валу выявляют местным разрезом. В поперечном сечении **А–А** штрихуются все три детали – вал, шпонка и ступица в разных направлениях.

Между пазом ступицы и верхней гранью шпонки существует **зазор**, который равен **0,3–0,4 мм**. На чертеже этот **зазор показывают равным 1 мм**. Размеры шпонок **b** и **h**, глубина пазов на валу $\mathbf{t_1}$ и в ступице $\mathbf{t_2}$ (рисунок **26**.2) определяются стандартом и зависят от диаметра вала **d**. В таблице 26.1 приведены некоторые выдержки из ГОСТа. Длину шпонки принимают на **5…6 мм** короче ступицы**.**

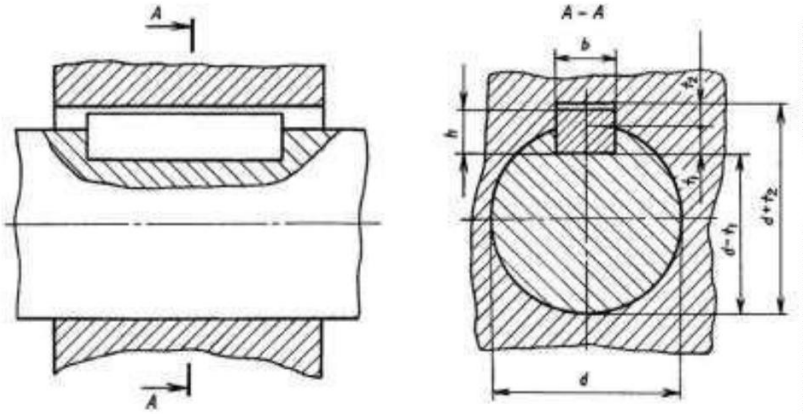


Рисунок 26.2 – Соединение шпоночное

Условное обозначение шпоночного соединения на чертеже записывается на полке-выноске, заканчивающейся точкой на шпонке (рисунок 26.9). Например: **Шпонка 8** х **7** х **40 ГОСТ 23360–78**.

Таблица 26.1 – Размеры призматических шпонок по ГОСТ 23360–78

Диаметр вала **d**	Размеры сечений шпонок		Глубина паза	
	b	h	вала t_1	втулки t_2
Св. 17 до 22	6	6	3,5	2,8
Св. 22 до 30	8	7	4	3,3
Св. 30 до 38	10	8	5	3,3
Св. 38 до 44	12	8	5	3,3
Св. 44 до 50	14	9	5,5	3,8
Св. 50 до 58	16	10	6	4,3

Шлицевые (зубчатые) соединения. Шлицевое соединение двух деталей осуществляется выступам, выполненными на валу, и соответствующими впадинами, выполненными в ступице (втулке), (рисунок 26.3).

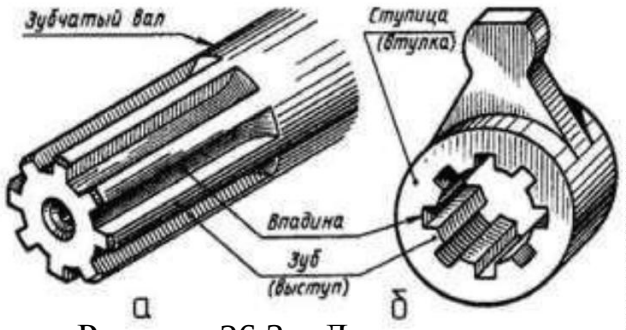


Рисунок 26.3 – Детали со шлицами

Это соединение можно рассматривать как **многошпоночное** соединение, в котором шпонки и пазы выполнены заодно с валом и ступицей.

Оно способно передавать значительно большие крутящие моменты, чем шпоночное, лучше осуществлять центрирование ступицы и вала и обеспечивать легкость осевого перемещения. Шлицевые соединения широко применяются во всех отраслях машиностроения.

Стандартные шлицевые соединения могут иметь прямобочный, эвольвентный и треугольный профили шлица (зуба).

Прямобочный профиль, выполняемый по ГОСТ 1139–80, получил наибольшее распространение. Прямобочное соединение характеризуется диаметром **d,** наружным диаметром **D** и числом шлицов **z**, внутренним шириной шлица **b**.

Центрирование ступицы на валу может осуществляться следующими способами:

по боковым сторонам шлицев **b** (рисунок 26.4а). В этом случае диаметры выступов и впадин образуют зазор. Такое центрирование используется в механизмах с вращением в обе стороны (реверс);

по наружному диаметру шлицев **D** (рисунок 26.4б). В этом случае образуется зазор по внутреннему диаметру **d.** Такое центрирование является наиболее технологичным и наименее затратным способом;

по внутреннему диаметру шлицев **d** (рисунок 26.4в). В этом случае образуется зазор по наружному диаметру **D.** Такое центрирование обычно применяется для подвижных соединений.

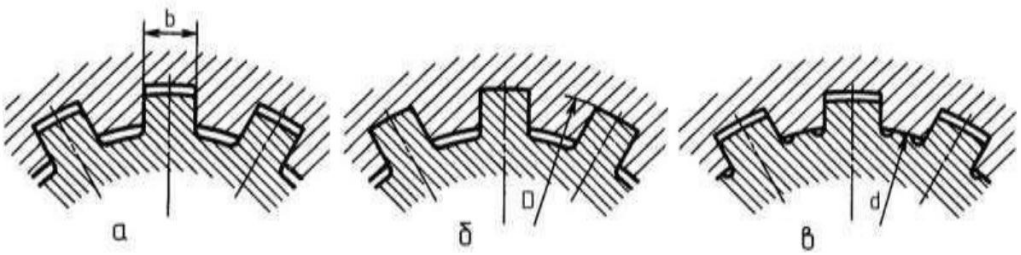


Рисунок 26.4 – Способы центрирования ступицы и вала

На чертеже сечения шлицевого соединения **зазор изображается до1 мм.**

Способ центрирования указывается перед характеристикой шлицевого соединения: **D** (d или b) – **z** x **d** x **D** x **b**.

Изображение шлицев. Вычерчивание всех линий шлицевого вала или ступицы на чертеже довольно трудоемкая работа. Поэтому по ГОСТ 2.409–74 шлицевые соединения и их элементы показывают на чертежах **условно**.

На главном виде **вала** (рисунок 26.5) фаску на его торце и образующие поверхности вершин зубьев (диаметр **D**) показывают сплошными основными линиями. Образующие же поверхности впадин зубьев (диаметр **d**) показывают сплошными тонкими линиями, которые пересекают границу фаски.

Границу шлицев, границу между шлицами полного профиля и сбегом, а также сам сбег радиуса **R** показывают тоже сплошными тонкими линиями. В зоне местного разреза образующие вершин и впадин показывают сплошными основными линиями, но не штрихуют.

На виде слева (или на сечении) показывают **профиль одного зуба и двух впадин.** Окружность выступов (**D**) проводят сплошной основной линией, а окружность впадин (**d**) проводят сплошной тонкой линией. Для вала зуб (**b**)должен располагаться вертикально. Фаски не показываются.

На главном виде **втулки** (рисунок 26.6), которая всегда изображается в разрезе, образующие выступов и впадин проводят сплошными основными линиями.

На виде слева (или на сечении) показывают профиль **одного зуба и двух впадин**. Окружность выступов (**d**) проводят сплошной основной линией, а окружность впадин (**D**) проводят сплошной тонкой линией. Для ступицы впадина (**b**)должна располагаться **вертикально.** Фаски не показываются.

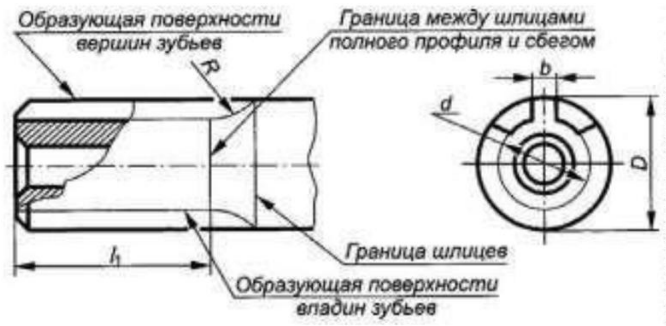


Рисунок 26.5 – Шлицевой вал

На изображении шлицевого соединения **в сборе радиальный зазор между выступами и впадинами не показывают** (рисунок 26.7).

На том участке, где шлицевой вал вошел в ступицу, он закрывает полностью поверхности выступов ступицы (т. е. толщина линий на валу остается неизменной, как на рисунке 26.5).

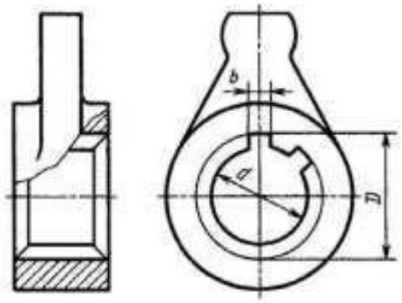


Рисунок 26.6 – Шлицевая ступица

Условное обозначение шлицевого соединения с прямобочным профилем на чертеже включает в себя способ центрирования (**d, D, b**), число шлицев **z**, внутренний диаметр **d**, наружный диаметр **D**, ширину шлица **b** и ГОСТ. Например: **D – 6** х **18** х **22** х **5 ГОСТ 1139–80**. Это обозначение выносится на полку-выноску со стрелкой, упирающейся в наружный контур вала (рисунок 26.7).

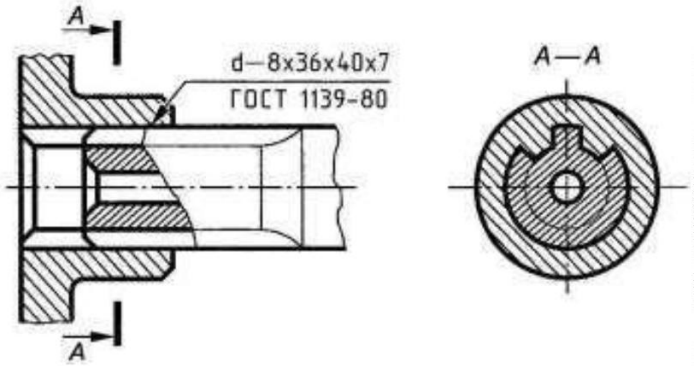


Рисунок 26.7 – Соединение шлицевое

Вопросы и задание

1. Какие существуют виды шпонок?
2. Как обозначается шпоночное соединение?
3. Каковы виды шлицевых соединений?
4. Какой линией изображается граница шлицевой поверхности?
5. Что понимается под словом «центрирование»?

На формате А3 выполнить шпоночное и шлицевое соединение деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 28.

Сначала в тонких линиях перечертить задание в масштабе 1:1 без штриховки. Там, где стоит крестик, надо выполнить шпоночное соединение на указанном в задании диаметре. Наружный диаметр вала (**D**) для шлицевого соединения взять из заданных параметров шлицев с рисунка. Остальные размеры диаметров вала и ступиц и их длин выбрать самостоятельно. Там, где нет крестика выполнить шлицевое соединение.

Затем выполнить сечения на следе секущей плоскости для шпонки и для шлицев (без буквенного обозначения). Произвести штриховку деталей с учетом, что вал на главном виде и на сечениях должен быть заштрихован в оду и туже сторону, а ступицы в противоположную.

Выполнить обводку чертежа. Проставить на чертеже условное обозначение шпоночного и шлицевого соединений. Заполнить основную надпись. Образец выполнениия *задания* приведен в Приложении Б. рисунок 10.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 27. Соединения сварные

Цель: получение навыков и умений при построении сварных соединений.
Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Сваркой называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния.

В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают ***сварку плавлением и сварку давлением.*** По способу нагрева сварку плавлением разделяют на газовую, электродуговую и химическую. В производстве наиболее широко используется ручная электродуговая сварка по ГОСТ 5264 – 80.

Классификация швов. В зависимости от взаимного положения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений: стыковое – **С**; угловое – **У**; тавровое – **Т**; нахлесточное – **Н**; торцовое – **Тр**. К буквенному обозначению добавляют цифровое (С15, У5, Т3, Н2), характеризующее вид подготовки кромок. Стыковые соединения имеют обозначения С1…С25, угловые – У1…У10, тавровые – Т1…Т11, нахлесточные – Н1…Н3.

По характеру выполнения сварные швы подразделяются на ***односторонние и двусторонние***. Основные типы швов представлены в таблице 27.1.

По протяженности сварные швы подразделяются на ***непрерывные и прерывистые***, которые могут быть с **цепным** (рисунок 27.1а) или **шахматным** (рисунок 27.1б) расположением проваренных участков, с указанием их длины **l** и шага **t** .

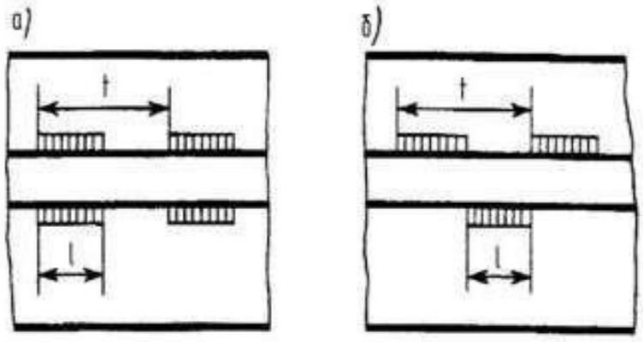


Рисунок 27.1– Типы сварных швов

Изображение и обозначение сварных соединений. На чертеже швы сварных соединений, независимо от их вида и способа сварки, ***условно изображают*** по ГОСТ 2.312 – 72: а) ***сплошной основной линией*** – видимый шов; б) ***штриховой линией*** – невидимый шов. Наличие сварного шва на изображении указывают ***односторонней*** стрелкой, линия выноски которой заканчивается полкой (рисунок 27.2).

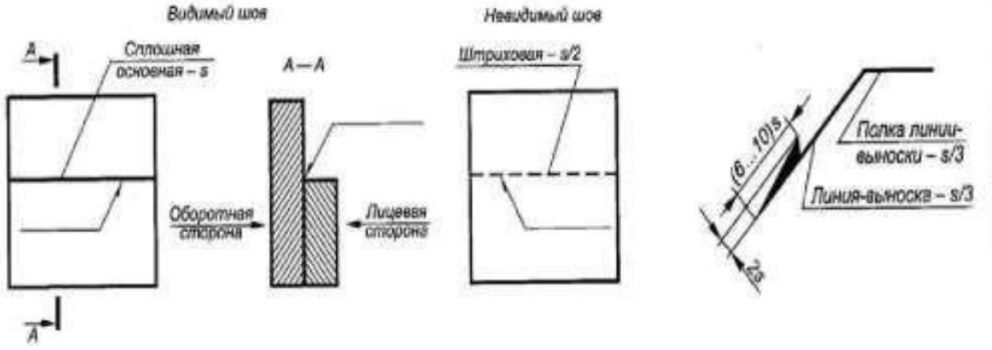


Рисунок 27.2 – Изображение швов

На полке линии-выноски записывают ***условное обозначение*** сварного шва: для видимого шва – над полкой, для невидимого – под полкой (рисунок 27.3, левый). При наличии одинаковых швов обозначение наносят у одного шва с указанием количества одинаковых швов на наклонной части, а у остальных швов проводят линии-выноски с полками для указания номера шва (рисунок 27.3, правый)

Таблица 27.1 – Образцы сварных швов

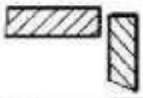
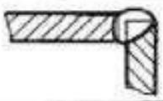
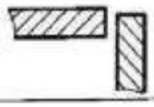
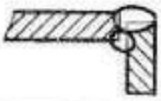
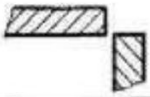
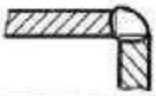
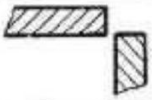
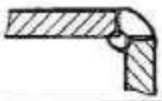
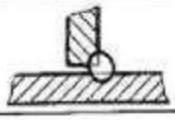
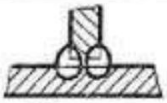
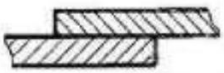
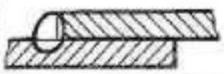
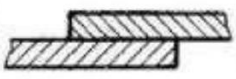
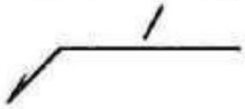
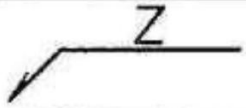
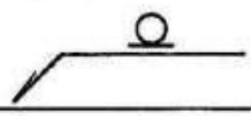
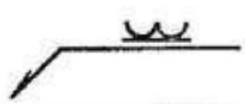
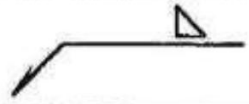
Некоторые типы сварных швов ручной электродуговой сварки (по ГОСТ 5264 - 80)					
Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Условное обозначение шва
			подготовленных кромок	выполненного шва	
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний			С2
		Двусторонний			С4
	Со скосом одной кромки	Односторонний			С5
	Со скосом двух кромок	Односторонний			С15
Угловое	Без скоса кромок	Односторонний впритык			У2
		Двусторонний впритык			У3
		Односторонний			У4
		Двусторонний			У5
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний			Т1
		Двусторонний			Т3
Внахлестку	Без скоса кромок	Односторонний			Н1
		Двусторонний			Н2

Таблица 27.2 – Знаки сварных швов

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

№ по пор.	Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Изображение на чертеже
1		Шов выполняется при монтаже изделия	
2		Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
3		Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии ≈ 60°	
4		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	
5		Усиление шва снять (снять выпуклость сварного шва)	
6		Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу	
7		Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, когда расположение шва ясно из чертежа	
8		Знак катета шва для соединений угловых, тавровых и внахлестку	

Примечания: 1. Все вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями.
2. Высота знаков должна быть одинакова с высотой цифр, входящих в условное обозначение шва.

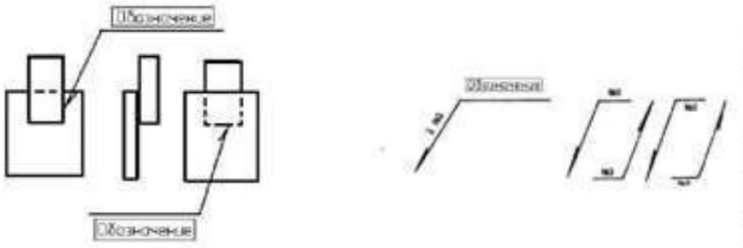


Рисунок 27.3 – Обозначение швов

Структура условного обозначения стандартного сварного шва приведена на рисунке 27.4.

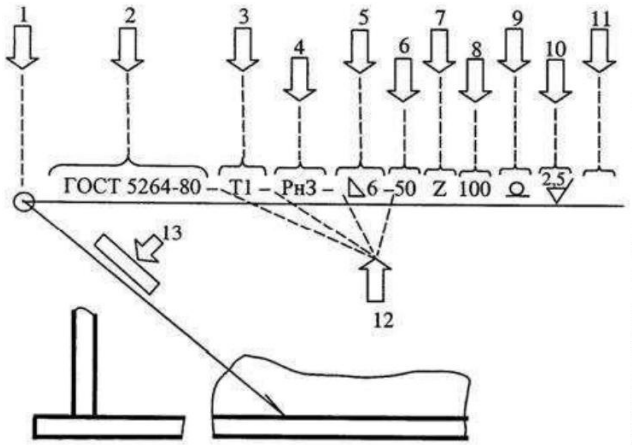


Рисунок 27.4 – Структура обозначения шва

1 – шов по замкнутому контуру; 2 – номер стандарта; 3 – буквенно-цифровое обозначение шва: Т1 – тавровый, односторонний; 4 – способ сварки: Рн3 – ручная электродуговая неплавящимся электродом в защитных газах; 5 – катет шва и его размер: К=6 мм; 6…8 – шов прерывистый шахматный длиной 50 мм и шагом 100 мм; 9 – усиление шва снять; 10 – шероховатость поверхности; 11 – место для знака, что шов выполнен по незамкнутой линии; 12 – знак дефис; 13 – указание о контроле шва.

Позиции 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11 – это **вспомогательные знаки**, которые могут изменяться в зависимости от типа шва. Область их применения приведена в таблице 27.2.

Если все сварные швы, хотя и разных типов, выполнены одним стандартом, то его обозначение на полке-выноске не указывают, а делают ссылку в технических требованиях, например: «Швы сварных соединений по ГОСТ 5264 – 80».

Вопросы и задание

1. По каким признакам классифицируются сварные швы?
2. Каково условное изображение сварных швов?
3. Какие данные указываются в условном обозначении швов?
4. Какой вид имеют стрелки линий-выносок при обозначении швов?

На формате А4 выполнить сварное соединение деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 29.

По наглядному изображению изделия выполнить два вида. Поставить

условное обозначение сварных швов; указать позиции деталей; над основной надписью выполнить спецификацию для этого сборочного чертежа.

Образец выполнении *задания* приведен а Приложении Б, на рисунке 11.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 28, 29, 30. Эскизирование деталей. Эскиз зубчатого колеса. Эскиз детали корпуса.

Цель: получение навыков и умений при выполнении эскизов деталей.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения эскизов деталей и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Эскизом детали называется чертеж, выполненный от руки без помощи чертежных инструментов по правилам прямоугольного проецирования в глазомерном масштабе с приблизительным соблюдением пропорций отдельных ее элементов, но в соответствии с требованиями ЕСКД.

Эскиз предназначен для разового использования при проектировании нового изделия или при ремонте старого. По нему изготовляют деталь. В связи

с этим эскиз должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. Поэтому эскизы должен уметь выполнять инженер любого профиля.

В учебных условиях эскиз выполняется на писчей бумаге в клетку стандартного формата А3. Сетка линий клеток дает возможность легче проводить параллельные и перпендикулярные линии, соблюдать пропорциональность элементов детали, выполнять штриховку под углом 45^0 а также выдерживать проекционную связь между видами. В учебных целях разрешается окружности сначала проводить циркулем, а затем обвести от руки.

Программа дисциплины предусматривает выполнение эскизов трех деталей с последующим изготовлением по ним рабочих чертежей: **на занятии 28** – эскиз штуцера; **на занятии 29** – эскиз зубчатого колеса и **на занятии 30** – эскиз детали корпуса.

Выполнение эскиза можно условно разбить на отдельные этапы.

1-й этап – ***ознакомление с деталью.*** Уясняется назначение детали. Определяется ее форма и формы основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь (цилиндр, конус, параллелепипед, призма, пирамида, ребро жесткости и др.).

Составляется представление о материале, обработке, шероховатости отдельных поверхностей и технологии изготовления.

2-й этап – ***выбор главного вида и числа изображений.*** Главный вид детали должен давать наиболее полное представление о ее форме, устройстве и размерах с учетом разреза, который на нем будет выполняться. Число изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть минимальным, но достаточным, чтобы полностью выявить формы предмета и нанести их размеры.

Такие детали, как валы, оси, штуцеры, зубчатые колеса, шкивы и другие. Имеющие поверхности вращения и обрабатываемые на токарных станках, изображают на главном виде с горизонтально расположенной осью.

3-й этап – ***компоновка изображений на листе.*** Рассмотрим компоновку на примере детали типа «**ВИЛКА»,** для изображения которой достаточно два вида и простой разрез. Устанавливают «на глаз» соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями «габаритные прямоугольники» будущих изображений и проводят осевые и центровые линии. Компоновка согласуется с преподавателем.

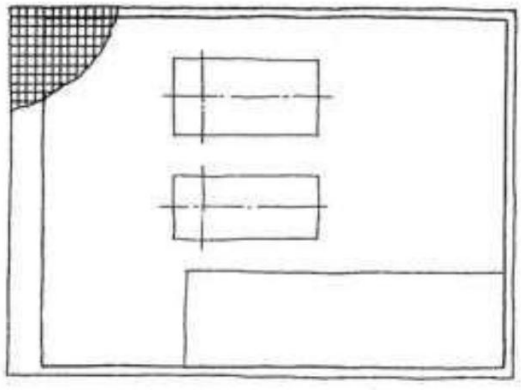


Рисунок 28.1 – Компоновка эскиза

4-й этап – ***выполнение изображений.*** Внутри «габаритных прямоугольников» тонкими линиями выполняют виды детали. При этом необходимо соблюдать пропорции ее размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, используя линии клеточек. Вспомогательные линии прямоугольников удаляют (рисунок 28.2).

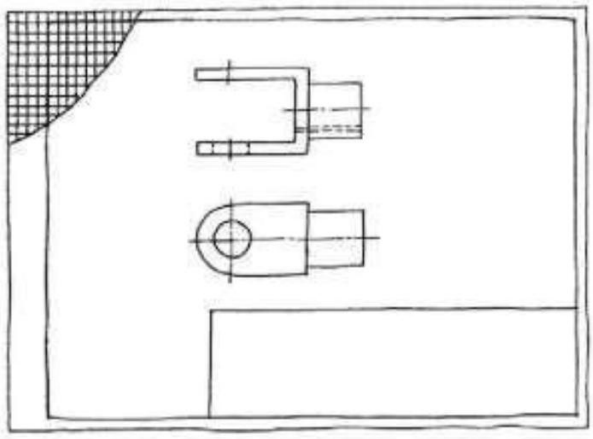


Рисунок 28.2 – Построение видов

5-й этап – ***оформление видов, разрезов и сечений.*** На данном этапе выполняются разрезы и сечения. В данном примере это простой фронтальный разрез, совмещенный с видом. Наносят графическое обозначение материала (штриховку). Показывают фаски, галтели, скругления (рисунок 28.3).

6-й этап – ***нанесение выносных и размерных линий.*** Выносные и размерные линии и условные знаки, характеризующие вид поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.) наносятся по правилам ГОСТ 2.307–68 (рисунок 28.3). ***Никаких измерений при этом не производится.***

7-й этап – ***обмер детали и оформление эскиза***Для определения размеров элементов детали с натуры на практических занятиях используют линейку, кронциркуль, нутромер и штангенциркуль. Точность измерения допускается до **1 мм**. Размерные числа шрифтом **5** или **7** проставляют над ранее нанесенными размерными линиями с зазором **2…3 мм**. Размеры одного и того же элемента на разных изображениях повторять не допускается. Проставляется шероховатость поверхностей.

После этого от руки надо обвести все линии нужной толщины. Заполнить

основную надпись и указать материал детали (рисунок 28.3).

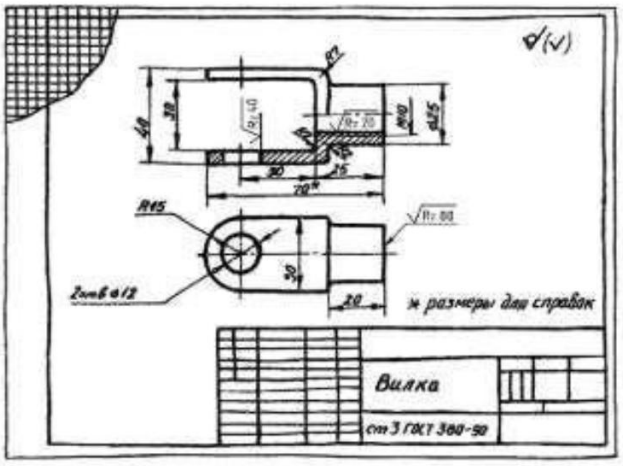


Рисунок 28.3 – Эскиз детали

Вопросы и задания

1. Что такое эскиз детали и чем он отличается от чертежа детали?
2. Указывается ли на эскизе масштаб?
3. Какова последовательность выполнения эскиза?
4. Как производится планировка изображений на рабочем поле эскиза?
5. Какие простейшие инструменты используются для обмера детали?

На формате А3 выполнить с натуры эскиз **штуцера**, выдаваемый преподавателем. Для этого необходимо изобразить главный вид с горизонтальной осью симметрии и с разрезом, сделать сечение по шестиграннику, оформить канавки или проточки выносным элементом, нанести выносные и размерные линии, произвести обмер штуцера и проставить размеры, заполнить основную надпись с указанием материала штуцера. Образец выполнения эскиза штуцера показан в Приложении Б, рисунок12.

На формате А3 выполнить с натуры эскиз **зубчатого колеса**, выдаваемого преподавателем. Для этого необходимо изобразить главный вид с горизонтальной осью симметрии и с разрезом (зубья не штрихуются). На виде слева изображается только внутренняя окружность ступицы со шпоночным пазом. Проставить размеры и параметры шероховатости поверхностей. Заполнить таблицу основных параметров (**m, z, d**). Образец выполнения эскиза зубчатого колеса показан в Приложении Б, рисунок 13.

На формате А3 выполнить с натуры эскиз **корпусной детали**,

выдаваемой преподавателем, с учетом указаний, данных выше. В зависимости от конструкции может потребоваться два или три вида. Образец выполнения эскиза детали корпуса показан в Приложении Б, рисунок 14.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 31, 32. Сборочный чертеж изделия Нанесение размеров позиций.

Цель: получение навыков и умений при построении сборочных чертежей изделия.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления сборочных чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

В соответствии с ГОСТ 2.109–73* **сборочный чертеж** должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее полное представление о расположении и взаимосвязи составных частей, входящих в сборку, и обеспечивающее возможность осуществления ее сборки и контроля;

б) размеры и другие параметры и требования, которые должны быть

выполнены и проконтролированы по данному чертежу;

в) указания о характере сопряжения разъемных частей изделия и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п. во время сборки;

г) указания о способе соединения деталей в неразъемных соединениях (сварных, паяных и др.);

д) номера позиций составных частей, входящих в изделие; е) размеры габаритные, установочные, присоединительные, а также необходимые справочные размеры; Сборочный чертеж выполняется **с упрощениями,** установленными ЕСКД. Допускается не показывать на чертеже мелкие

элементы: фаски, проточки, скругления, зазоры между сопрягающимися деталями, головка болта и гайка изображаются прямоугольными.

Последовательность выполнения учебного сборочного чертежа:

1-й этап. Установить назначение и принцип работы изделия.

2-й этап. Разборка изделия на составные части.

3-й этап. Уточнение способов соединения отдельных сопряженных деталей (резьба, сварка, развальцовка).

4-й этап. Выполнение эскизов нестандартных деталей изделия. Начинать надо с корпусной детали (смотри выше задание 31)

5-й этап. Составление спецификации (смотри ниже занятие 33).

6-й этап. Выполнение сборочного чертежа в тонких линиях. Начинают с выбора главного вида. Затем размещают другие изображения Чертеж должен содержать минимально необходимое количество видов.

7-й этап. Нанесение на сборке габаритных, осевых, межцентровых и присоединительных размеров. Нанесение номеров позиций в соответствии со спецификацией. Заполнение основной надписи. Обводка чертежа.

Учебный сборочный чертеж необходимо будет вычертить в масштабе 1:1 на формате А4. Однако, у сборочных чертежей в вариантах заданий масштаб изображения не соответствует указанным размерам.

В этом случае размеры деталей удобно определять с помощью **графика пропорционального масштаба** (рисунок 31.1).

Нанесение номеров позиций. На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с **номером позиций**, указанным в спецификации этой сборочное единицы (**т. е. после заполнения спецификации**). Номера позиций указывают на горизонтальных полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей на основных видах или разрезах. Полки располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и **группируют в колонки и строчки** (рисунок 31.3).

Сначала строят линию масштабов 1:1. Для этого размер, проставленный на чертеже, например 110, измеряют циркулем и откладывают от точки О на

оси OX, а на оси OZ откладывают действительный размер, т. е. 110. Проводя из построенных точек прямые, параллельные осям, получают точку **А**. Соединив ее с точкой **О**, получают график, позволяющий определять размеры, не проставленные на чертеже, графически.

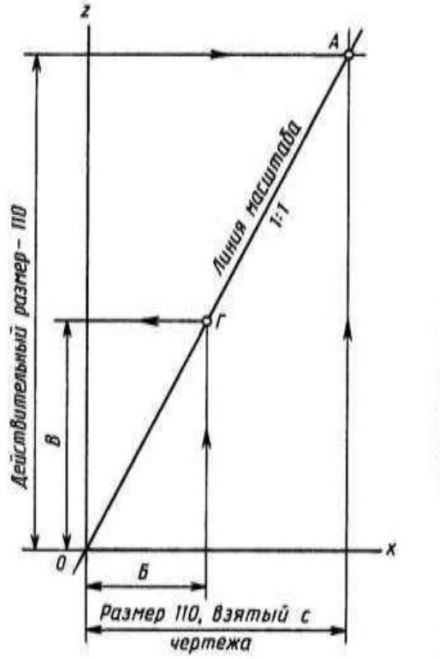


Рисунок 31.1 – Масштабирование

Одним концом линия-выноска должна заходить на изображение детали и заканчиваться точкой, а другим – соединяться с горизонтальной полкой.

Если деталь узкая или зачернена в разрезе, то точка заменяется стрелкой.

Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, не были параллельны линиям штриховки и не пересекали размерных линий чертежа.

Размер шрифта номеров позиций должен быть **на один – два размера больше**, чем у чисел на том же чертеже.

Допускается проводить одну общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для: группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления (рисунок 31.2).

Номер позиции наносят на чертеже один раз. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, далее стандартные изделия и в последнюю очередь материалы.

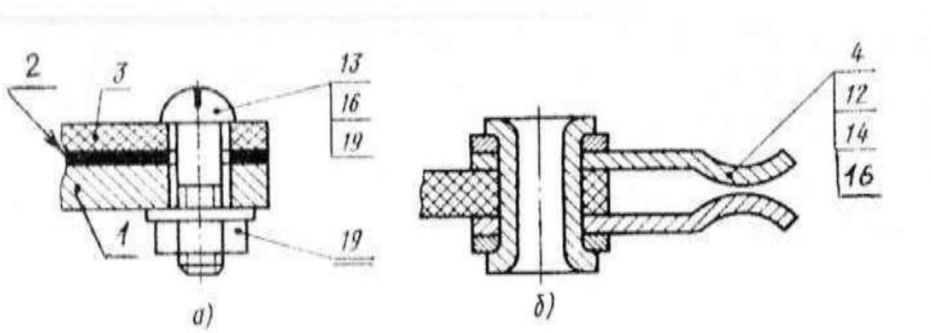


Рисунок 31.2 – Крепежная группа

Вопросы и задание

1. Что является основным конструкторским документом для сборочного чертежа?

2. Какие условности и упрощения допустимы при выполнении сборочного чертежа?

3. Какова последовательность чтения сборочного чертежа?

4. Какие размеры указывают на сборочном чертеже?

5. Каково назначение сборочных чертежей на производстве?

Создание учебного сборочного чертежа. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 30.

В этом задании необходимо выполнить этапы: 1, 2, 3, 4 и 5 (смотри выше). По перечню деталей, приведенному в вариантах заданий, составить спецификацию. Правильное оформление спецификации на 5-ом этапе описано ниже в занятии 34.

В этом задании необходимо выполнить этапы: 6 и 7 (смотри выше). На формате А3 выполнить сборочный чертеж изделия и спецификацию к нему.

Для этого **формат А3 разделить на два формата А4**. В правой части листа подготовить основную надпись по форме 1 (для чертежей), а в левой – по форме 2 (для текстовых документов).

На формате **А4 правой части**, используя график пропорционального масштаба (рисунок 31.1), изобразить сборочный чертеж с разрезом. Проставить необходимые размеры. Нанести номера позиций с учетом созданной выше спецификации. На формате **А4 левой части** разместить спецификацию изделия.

Образец выполнения практических занятий 31,32, 33. приведен в Приложении Б , рисунок 15.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 33. Спецификация .

Цель: получение навыков и умений при оформлении сборочных чертежей изделия.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления сборочных чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Каждый сборочный чертеж сопровождается **спецификацией**, которая согласно ГОСТ 2.102–68 **является основным конструкторским документом**, определяющим состав сборочной единицы.

Спецификация необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство данного изделия (ГОСТ 2.108–68).

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 по форме 1

как на рисунке 33.2. При этом основную надпись для заглавного листа выполняют по форме 2 (рисунок 33.1а), а для последующих листов по форме 2а (рисунок 33.1б).

Если же чертеж сборочной единицы выполнен на листе формата **А4 ,** то там же может быть помещена ее спецификация (рисунок 33.6). При этом шифр **СБ** в обозначении сборочного чертежа не проставляется.

На сборочном чертеже составные части изделия обозначаются номерами позиций из спецификации, **т. е. спецификация должна быть выполнена до простановки позиций на сборочном чертеже.**

Спецификацию заполняют сверху вниз. В общем случае она состоит из **восьми** разделов, которые располагают в такой последовательности:

- документация; комплексы; сборочные единицы;
- детали; стандартные изделия;
- прочие изделия; материалы; комплекты.
-

☐ Названия разделов указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией (рисунок 33.2). После каждого заголовка оставляют свободную строку. Допускается резервировать и номера позиций, проставляя их у резервных строк.

Графы спецификации заполняют следующим образом (рисунок 33.2):

а) в графе «Формат» указывают форматы документов (например, А2, А3 или А4). Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе пишут «**БЧ**». В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эту графу не заполняют;

б) графа «Зона» на учебных чертежах не заполняется;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей. Эта графа для раздела «Документация» не заполняется;

г) в графе «Обозначение» записывается обозначение документа на изделие (сборочную единицу, деталь) в соответствии с ГОСТ 2.201 – 80. Но для учебных чертежей обозначение составных частей изделия записывается упрощенно. Например, запись **МЧ. 03.03.11.01** означает: МЧ – машиностроительное черчение; 03 – третий раздел; 03 – вариант; 11 – порядковый номер учебного чертежа; 01 – номер детали (рисунок 33.6).

Эту графу для раздела стандартные изделия не заполняют (рисунок 33.1);

д) в графе «Наименование»:

– для раздела «Документация» указывают только наименование документа, например, «Сборочный чертеж»;

– для разделов «Сборочные единицы» и «Детали» указывают наименования деталей в соответствии с основными надписями на их чертежах. Для деталей, на которые не выполняются чертежи (код – БЧ), в этой графе указывают размеры и материалы для ее изготовления. Если деталь изготавливается из сортового материала (уголок, швеллер, двутавр), то в этой графе для неё указывают наименование проката, его номер, ГОСТ, материал и все необходимые размеры, например:

$$\text{Полка. Уголок}\ \frac{15\times15\times2\ \text{ГОСТ}\ 8509-72}{\text{Ст3 ГОСТ}\ 535-88};\quad L=30.$$

– для раздела «Стандартные изделия» указывают наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартом на это изделие, например: «Гайка М6 ГОСТ 5915–70». Запись выполняют по группам деталей, объединенных по функциональному назначению (крепежные изделия, подшипники, кольца уплотнительные). В пределах каждой группы запись наименования делают в алфавитном порядке (болт, винт, гайка, шайба, шпилька, штифт и т. д.), а в пределах одного наименования в порядке возрастания номера ГОСТ, а в пределах одного ГОСТа – в порядке возрастания размеров изделия (М8, М12 и т. д.);

– в разделе «Материалы» указывается количество материала, требуемого для изделия, с указанием единицы измерения.

В основной надписи спецификации буквы **СБ** в конце обозначения не пишут.

Рисунок 33.1 – Формы основной надписи для спецификации

Рисунок 33.2 – Формы основной надписи для спецификации

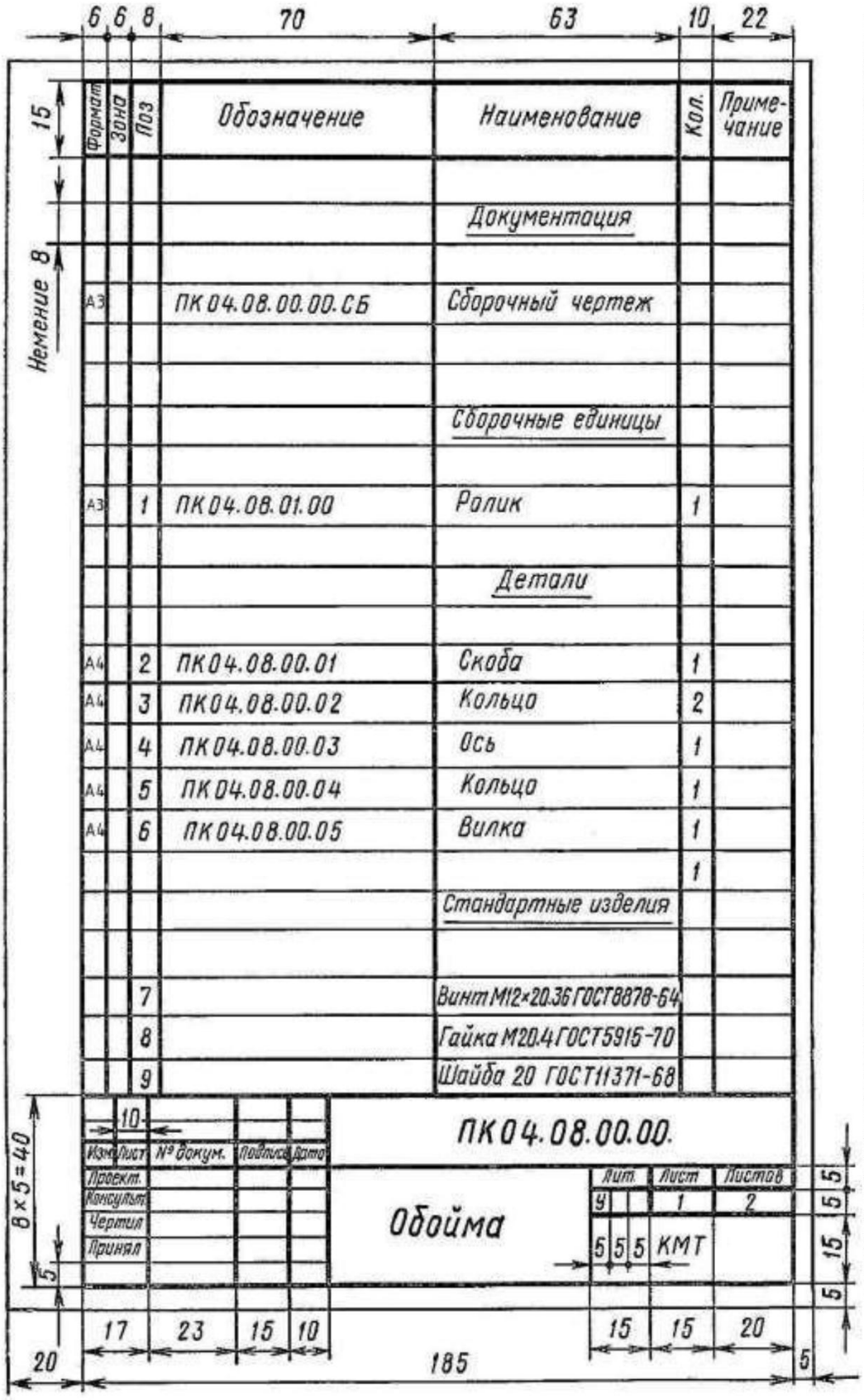


Рисунок 33.2 – Спецификация

Вопросы и задание

1. Каково назначение спецификации?
2. На каком формате выполняется спецификация?
3. Какие графы и разделы содержит спецификация?
4. Какие изделия и в каком порядке указывают в разделе «Стандартные изделия»?

Задание 33 объединено с заданиями 32и 33.

Образец выполнения спецификации приведен на рисунке 15.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 34. Деталирование.

Цель: получение навыков и умений при разработки рабочих чертежей деталей изделия.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления рабочих чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Деталированием называют разработку рабочих чертежей деталей по

чертежу общего вида или по сборочному чертежу, выполненных в масштабе с использованием чертежных инструментов.

Рабочим чертежом детали называют изображение, на котором нанесены все размеры, необходимые для её изготовления и контроля, указаны материал, шероховатости поверхностей и технические требования.

При выполнении деталирования требуется умение применять все знания, которые были получены выше при изучении дисциплины «Инженерная графика».

Намеченную деталь подробно анализируют, определяя ее форму и необходимое (минимальное) число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов). Исходя из этого выбирают главный вид, который может быть не таким как на сборочном чертеже. На чертеже оси деталей, имеющих соосные поверхности вращения (валов, втулок, штуцеров, колес и т. п.), располагают параллельно основной надписи.

Далее выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа и производят компоновку чертежа на листе выбранного формата (как и при выполнении эскизов на рисунке 34.1).

Затем вычерчивают виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Наносят выносные и размерные линии и проставляют размерные числа как на рисунке 34.1.

После этого производят обводку чертежа и наносят обозначение шероховатости поверхностей. В основной надписи указывают наименование детали начиная с существительного («Колесо зубчатое»), ее обозначение и материал, из которого сделана деталь.

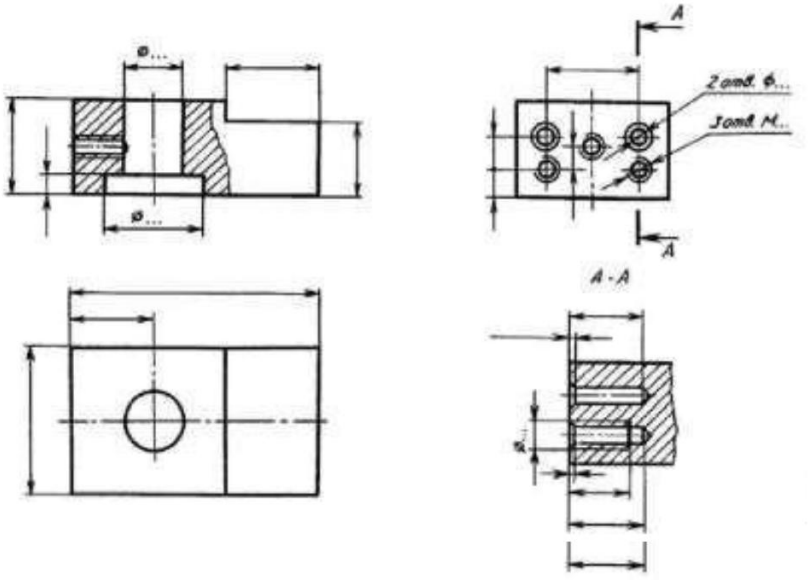


Рисунок 34.1 – Этапы выполнения рабочего чертежа

Вопросы и задания

1. Что понимается под рабочим чертежом детали?
2. Чем отличается рабочий чертеж детали от его эскиза?
3. Каково назначение фасок и галтелей на детали?
4. Как в основной надписи записывают наименование детали, состоящей из нескольких слов?

На чертеже формата А3 выполнить рабочие чертежи двух деталей. Номера позиции детали из сборочного чертежа соответствующего варианта указывается преподавателем. Масштаб изображения выбирается самостоятельно. На рабочем чертеже проставить все размеры и шероховатость

поверхностей.

Образец рабочего чертежа детали по *заданию* представлен в Приложении Б, рисунок 16.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.
2. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
3. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
4. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 35, 36. Оформление конструкторских документов с помощью графических редакторов Введение в интерфейс.

Цель: получение навыков оформления конструкторских документов с помощью графических редакторов

Теоретическая часть

Обучение работе на компьютере с использованием графических редакторов является **самостоятельной задачей и требует больших временных затрат.**

Освоение функций графических редакторов студентами рекомендуется вести в такой последовательности:

1. Подготовить область вычерчивания (электронный формат) и выполнить рамку для выбранного формата.

2. Освоить способы задания координат точек (абсолютные, относительные, полярные), их определения на экране.

3. Изучить панель инструментов вычерчивания графических примитивов (рис. 35.1).

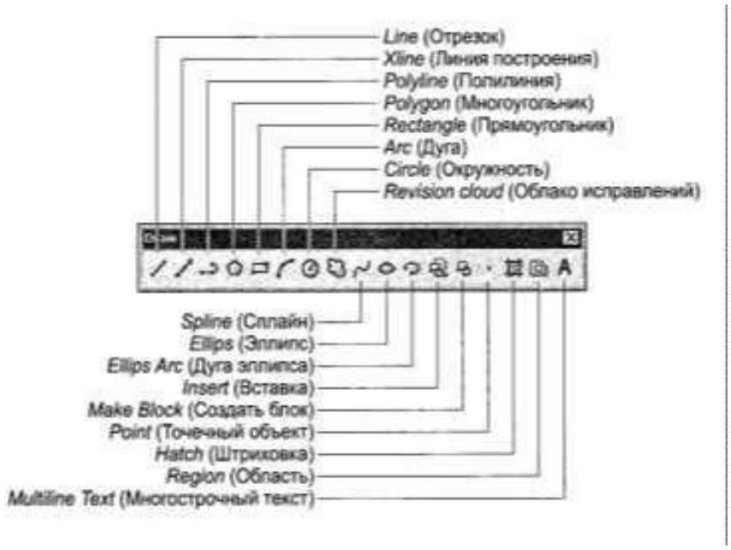


Рисунок 35.1 – Панель рисования (примитивы)

4. Научиться управлять изображением на экране.

5. Освоить панель инструментов, позволяющих редактировать геометрические примитивы и созданные объекты (рис. 35.2).

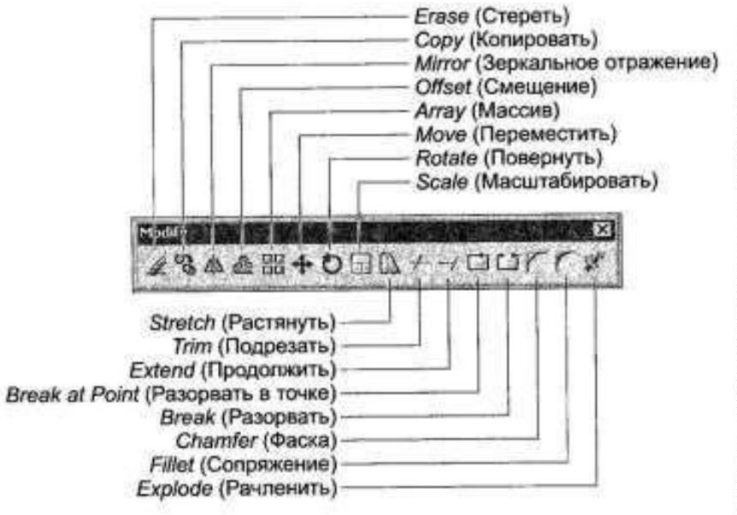


Рисунок 35.2 – Панель редактирования

6. Выполнить основную надпись и чертеж соединения.

7. Проставить необходимые размеры на чертеже с помощью специальной панели инструментов.

Практически все команды редактирования представлены в меню Modify (Редактирование), а их кнопки – на панели инструментов Modify. В большинстве случаев можно воспользоваться одним из двух вариантов:

- запустить команду, а затем выделить объекты, которыми эта команда будет оперировать;
- сначала выделить объекты, а затем запустить команду, которая выполнит однотипные преобразования выделенных объектов.

Стирание объектов. Без удаления (стирания) объектов не обходится ни один чертеж. Команда ERASE (Стереть) очень проста – у нее нет параметров. Чтобы удалить объект, достаточно выделить его и щелкнуть на кнопке Erase панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот – щелкнуть на кнопке Erase, а затем выделить объект.

Перемещение объектов. Перемещение объектов выполняется с помощью команды MOVE (Перемещение) . Это более сложная операция, чем стирание, так как необходимо указать расстояние и направление перемещения объекта.

Для перемещения объекта выделите его и щелкните на кнопке Move панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот: щелкнуть на кнопке Move, а затем выделить объект. Команда ответит приглашением

Specify base point or displacement:
(Задайте базовую точку или смещение:).

Возможны два варианта ответа на приглашение.

Метод смещения. В ответ на приглашение

Specify base point or displacement:

можно ввести смещение в виде координат точки (например, 2,3 в прямоугольной). Появится приглашение

Specify second point of displacement or <use first point as displacements>:
(Задайтевторуюточкусмещенияили<используйтепервуюточкувкачествесмещениях).

Поскольку вся необходимая информация уже введена, для перемещения объекта достаточно нажать клавишу <Enter>. Команда использует первую указанную вами точку в качестве смещения (по умолчанию) и перемещает объект.

Метод "базовая точка/вторая точка". В ответ на приглашение

Specify base point or displacement:

укажите базовую точку в любом месте чертежа. Затем в ответ на приглашение

Specify second point of displacement or <use first point as displacements>: определите расстояние и угол поворота или задайте вторую точку. В последнем случае можно либо воспользоваться прицелом, либо непосредственно ввести относительные координаты с префиксом @.

Для перемещения объектов чертежа можно использовать и привычную технологию перетаскивания, но только в случае, если особой точности перемещения не требуется. Для этого выполните перечисленные ниже действия.

- Выделите объект.
- Продолжайте выделять объекты, которые собираетесь перемещать. Количество объектов ограничивается только вашим желанием. На всех выделенных объектах появляются маркеры ручек.
- Теперь "захватите" любой из выделенных объектов, но только не за маркер ручки. Удерживайте нажатой левую кнопку мыши до тех пор, пока указатель не примет вид стрелки с маленьким прямоугольником. Этим программа подтверждает, что ваше желание перетаскивать выделенные объекты воспринято.

Теперь можно перетаскивать объекты в новое место.

В AutoCAD можно использовать и еще один традиционный прием – вырезку/вставку объектов с помощью системного буфера Windows. Выделите объекты, которые собираетесь переместить. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду Cut (Вырезать). Еще раз выведите на экран контекстное меню щелчком правой кнопки мыши, но теперь выберите команду Paste (Вставить). Команда спросит вас о точке вставки. Ее можно либо указать, воспользовавшись одним из режимов объектной привязки, либо ввести координаты точки в командную строку. Самое неприятное в том, что невозможно задать точку, которую команда будет использовать в качестве базовой.

Копирование объектов. Процесс копирования подобен процессу перемещения. Единственное отличие в том, что при копировании объект не

переносится из его исходного положения, а создается копия, поэтому в результате на экране будут присутствовать два объекта вместо одного.

Для создания копии объекта выделите его и щелкните на кнопке Copy Object (Копировать объект) панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот: щелкнуть на кнопке Copy Object, а затем выделить объект.

Все остальные действия схожи с командой ПЕРЕМЕЩЕНИЕ.

Технологии "перетащить и опустить". При ее использовании для копирования необходимо в процессе перетаскивания объектов на новое место удерживать нажатой клавишу <Ctrl>. Признаком того, что программа правильно поняла ваше намерение использовать этот метод именно для копирования, является появление значка "плюс" в прямоугольнике указателя. В AutoCAD для копирования можно использовать и системный буфер Windows, работая по стандартной методике: выделить объект (объекты), выполнить операцию Copy (Копировать), выбрав соответствующую команду в контекстном меню, и выполнить операцию Paste (Вставить). Таким способом можно также копировать объекты с одного чертежа на другой.

Программы AutoCAD позволяют легко поворачивать объект или объекты вокруг базовой точки на заданный угол поворота. Обычно базовая точка расположена на объекте. Часто используется и объектная привязка. Отсчет значения угла выполняется от горизонтальной линии, направленной вправо. Положительное значение угла соответствует повороту против часовой стрелки. Если ввести отрицательное значение угла, то объекты поворачиваются по часовой стрелке.

Для поворота объекта достаточно выбрать его и щелкнуть на кнопке Rotate (Повернуть) панели инструментов Modify. В ответ на приглашение

Specify base point:
(Укажите базовую точку:)

введите точку, вокруг которой необходимо выполнить поворот. В ответ на приглашение

Specify rotation angle or [Reference]:
(Задайте угол поворота или [Ссылка]:)

введите угол в командной строке. Можно сделать и наоборот: щелкнуть на кнопке Rotate и затем выделить объект.

Параметр Reference (Ссылка) позволяет определить угол путем ссылки на другой угол или другой объект. В ответ на приглашение

Specify the reference angle <0>:
(Задайте ссылочный угол <0>:)

вводится значение угла или, что предпочтительнее, угол определяется указанием двух точек. Чаще всего для этого используются точки, выделенные объектной привязкой на объекте. В ответ на приглашение

Specify the new angle:
(Задайте новый угол:)

вводится или указывается новый угол. Этот угол также может быть указан с помощью объектной привязки на другом объекте чертежа. Параметр Reference можно применять для выравнивания объекта относительно другого объекта чертежа.

Изменение размеров объектов. Изменение размеров объектов – еще одна из типовых задач редактирования. На объекте указывается базовая точка (обычно с помощью объектной привязки). Базовая точка остается единственной неподвижной точкой на объекте, т.е. не меняет своего положения во время этой операции. Универсальный способ изменения размеров объекта – задание масштабного коэффициента. Объект на чертеже имеет масштабный коэффициент, равный 1, поэтому для увеличения размеров объекта вводится число, большее 1. Например, масштабный коэффициент, равный 2, увеличивает размеры объекта в два раза. Для уменьшения размеров объекта масштабный коэффициент должен быть меньше 1. Масштабный коэффициент, равный 0,25, создает объект, в четыре раза меньший исходного.

Как и при использовании команды ROTATE, для изменения размеров можно применять параметр Reference. При этом нужно ввести некоторый ссылочный линейный размер, как правило, длину какого-либо объекта. Выполнить такую операцию можно, либо непосредственно вводя значения в

командную строку, либо используя объектную привязку. В ответ на приглашение

Specify new length:
(Определите новую длину:)

можно либо ввести новую длину, либо указать точку. Для определения новой длины команда измерит расстояние от указанной точки до базовой.

Для изменения размеров объекта щелкните на кнопке Scale (Масштаб) панели инструментов Modify и выделите объект. Можно поступить и наоборот.

Изменение параметров объектов. Команда CHANGE (Изменить) перемещает конечную точку отрезка или изменяет радиус окружности.

Чтобы изменить объект, введите в командную строку changed и выделите объект. Можно также сначала выделить объект, а затем ввести указанную команду. После этого необходимо ввести точку изменения.

Вопросы и задания

1. С какими объектами работает компьютерная графика?
2. В чем заключается разница векторной и растровой графики?
3. Какие знаете графические редакторы? Какой тип информации они обрабатывают?
4. Можно ли файлы векторной графики редактировать в программе растровой графики? А наоборот?
5. Для решения каких задач применяется компьютерная графика при оформлении конструкторской документации?
6. Что такое графический примитив?

Используя теоретические знания полученные по использованию программы AutoCAD выполнить вычерчивание детали.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

5. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2013. – 471 с. : ил. – (Бакалавр. Базовый курс). – Гриф: Рек. МО. – Библиогр.: с. 465-

466. – ISBN 978-5-9916-2231-8.

6. Бобин, Н. Е. Инженерная графика. Начертательная геометрия : учеб. пособие по решению контрольных задач / Н. Е. Бобин, П. Г. Талалай, Ю. А. Эйст ; Фед. агенство по образованию, ГОУ ВПО Санкт-Петерб. гос. горный ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – 4-е изд., стер. – СПб. : Издательство СПбГГИ, 2008. – 73, [1] с. : ил. – Библиогр.: с. 72. – ISBN 978-5-94211-362-9.
7. http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/ - каталог стандартов ЕСКД.
8. http://www.propro.ru/graphbook/ - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Приложение А

Таблица 1- Данные к задачам 1.1.- 1.3

Вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
координаты	A	x	50	75	55	50	80	-68	85	78	55	40	48	65
		y	-15	29	23	-40	45	9	25	44	20	5	-10	10
		z	30	-38	45	46	-20	28	35	-20	35	50	35	27
	B	x	10	20	-10	10	10	10	10	12	-15	5	5	10
		y	-35	5	13	5	20	30	-25	6	38	30	-25	25
		z	40	6	5	-20	45	12	65	40	15	5	15	10
	C	x	30	15	68	60	45	-63	90	40	55	60	-78	85
		y	60	70	-80	15	70	29	70	-70	80	30	50	35
		z	10	72	15	28	65	72	15	10	80	10	25	15
	D	x	10	20	5	10	15	5	-20	5	15	15	5	25
		y	60	30	15	10	5	15	-35	35	48	5	30	15

Таблица 2 - Данные к задаче 1.4

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
элемент	пл. $П_1$	пл. $П_2$	Ось X_1	пл. $П_3$	пл. $П_2$	пл. $П_1$	Ось X	пл. $П_1$	пл. $П_2$	Ось X	пл. $П_3$	пл. $П_1$

Таблица 3 – Данные к задачам 2.1 -2.4, 3.1 – 3.3

Координаты	A			B			C			D		
Вариант	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	37	28	-5	19	9	14	-6	10	8	-27	32	-32
2	40	16	8	-8	40	40	19	19	-22	-30	33	11
3	35	-34	9	12	34	32	-10	-28	-12	-24	20	18
4	9	36	38	35	-12	5	15	-13	-10	-10	29	23
5	9	12	34	-35	-36	10	26	-36	-11	-24	-9	28
6	42	-41	-5	15	13	32	6	-23	-23	-18	22	9
7	12	36	14	38	-10	38	18	26	20	-32	-23	40
8	37	11	16	13	-35	-30	6	33	-8	-20	-17	-26
9	42	6	30	13	32	-20	14	-26	9	-14	0	-40
10	34	35	10	-34	7	38	12	22	13	-12	-18	30
11	5	42	12	35	-12	-34	20	-24	-40	-10	30	6

12	38	40	8	8	-10	36	-9	22	12	-32	-14	32

Таблица 4- Данные к задаче 3.1

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АК *КВ*	2:3	4:1	5:3	3:4	2:3	5:1	2:5	7:2	8:3	2:3	1:7	2:5

Таблица 5 – Данные к задачам 4.1 – 4.3, 5.1 – 5.4, 6.1 -6.2, 7.1 – 7.3, 8.1 – 8.3

№ варианта	A			B			C			K			D			Плоскость P		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	Px	Py	Pz
1	117	90	9	52	25	70	0	83	48	68	-	85	135	19	36	120	90	80
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	-	85	135	20	35	130	95	30
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	-	80	130	18	35	120	90	80
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	-	85	135	20	32	120	80	80
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	-	110	135	36	19	120	80	90
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	-	110	135	40	20	120	90	80
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	-	110	136	38	20	130	90	40
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	-	108	135	36	20	120	95	70
9	115	10	92	50	80	20	0	50	85	70	-	110	135	35	20	120	100	80
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	-	110	0	36	19	140	100	50
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	-	110	0	35	20	140	100	60
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	-	108	0	35	20	140	90	80

Таблица 6 – Данные к задачам 9.1 – 9.2

вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Координаты	C	x	46	50	52	54	56	39	41	43	45	47	49	51
		y	8	10	12	14	16	1	3	5	7	9	11	13
		z	7	9	11	13	15	17	2	4	6	8	10	12
	D	x	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		y	16	18	20	22	24	13	15	17	19	21	23	25
		z	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	31

Таблица 7 – Данные к задачам 9.3 – 9.5

Варианты	A			B			C		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	71	59	9	30	18	81	0	26	56
2	73	58	10	32	26	80	0	27	43
3	70	57	10	31	31	70	0	28	50
4	72	56	70	28	28	10	0	29	40
5	74	12	75	27	42	20	0	64	35
6	68	9	90	26	39	10	0	69	61
7	67	13	65	25	29	20	0	54	44
8	66	10	80	24	61	26	0	36	53
9	18	11	72	70	59	24	0	34	44
10	20	11	70	68	56	20	75	36	45
11	15	10	66	66	55	18	75	38	42
12	16	12	71	72	54	21	74	40	46

Таблица 8 –Углы наклона следов P_1 и P_2 к оси X (в градусах) задача 9.6

Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
β для $\mathbf{P}_x$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
α для $\mathbf{P}_2$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Таблица 9 – Данные к задачам 10.1 – 10.2

вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Координаты	A	x	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
		y	0	4	6	8	10	12	14	17	1	3	5	7
		z	0	3	5	7	9	11	13	15	17	2	4	6
	B	x	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	13	15
		y	10	12	14	16	18	20	22	24	11	13	15	17
		z	8	10	12	14	16	18	20	24	26	29	17	23

Таблица 10 –Углы наклона следов P_1 и P_2 к оси X (в градусах) задача 10.3

Углы наклона	вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
β для $\mathbf{P_1}$	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25
α для $\mathbf{P_2}$	50	45	40	35	70	65	60	30	70	65	45	40

Таблица 11 – Данные к задачам 10.4, 11.1-11.4

Варианты	A			B			C		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	70	80	108	0	35	20	120	0	50

Таблица 12 – Данные к задачам 12.1-12.3

вариант	A			B			C			**D**			**Px**	Угол к оси OX	
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		P_1	P_2
1	65	10	60	25	15	50	45	25	20	20	55	55	90	30^0	75^0
2	70	15	50	20	20	40	45	30	10	10	40	55	90	45^0	75^0
3	45	60	55	10	40	25	60	25	15	60	30	40	90	60^0	60^0
4	60	60	15	40	15	55	30	35	25	15	15	35	90	75^0	60^0
5	25	35	10	60	10	20	10	20	50	10	10	15	90	30^0	45^0
6	10	45	45	25	10	10	65	20	15	50	15	35	90	45^0	45^0
7	55	15	10	15	10	40	10	30	25	10	45	25	90	30^0	30^0
8	70	10	10	30	45	25	10	20	15	10	20	20	90	45^0	30^0
9	40	10	45	10	30	55	50	60	10	60	50	50	90	60^0	45^0
10	55	60	25	35	15	10	10	50	55	10	30	20	90	75^0	45^0
11	20	20	25	35	60	60	60	45	35	60	10	40	90	75^0	75^0
12	55	15	15	20	50	10	10	10	30	30	50	10	90	75^0	30^0

Таблица 13 – Данные к заданию 13.1

вариант	A			B			C			**S**			$\angle_R$	ω_{0T2}
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		

1	78	21	0	56	26	0	3	37	0	80	25	75	10	10
2	81	21	0	60	48	0	11	32	0	60	70	76	9	15
3	82	22	0	62	46	0	12	34	0	59	71	77	11	20
4	83	23	0	63	44	0	13	36	0	61	72	78	8	25
5	84	24	0	64	42	0	14	38	0	58	73	79	12	30
6	85	25	0	65	40	0	15	40	0	62	74	80	7	25
7	79	19	0	59	38	0	9	42	0	57	75	74	13	20
8	78	20	0	58	36	0	8	44	0	63	76	73	14	15
9	76	18	0	57	34	0	7	46	0	57	77	72	15	10
10	75	17	0	56	32	0	6	48	0	58	78	71	16	15
11	76	16	0	54	30	0	5	33	0	61	79	70	17	20
12	77	20	0	55	28	0	4	35	0	56	80	69	18	25

Таблица 14 – Данные к заданию 14.1

№	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	X_G	Y_G	X_U	Y_U	*h*
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
5	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
6	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
7	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	49	50	0	67	20	125	20	86	95	85
8	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
9	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	40	50	0	67	20	125	20	86	95	85
10	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	40	50	0	67	20	125	20	86	93	86
11	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85
12	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40	100	50	0	74	20	16	20	55	95	85

Таблица 15 — Данные к задаче 14.2

Координ / Вариан	X_S	Y_S	Z_S	X_A	Y_A	X_B	Y_B	X_C	Y_C	X_D	Y_D	Z_{ABCD}	□	□
1, 16	60	65	50	70	30	40	50	10	35	45	10	0	10	10
2, 17	65	60	55	75	35	35	50	10	35	45	15	0	15	15
3, 18	60	60	60	70	30	35	45	5	30	40	10	0	20	20
4, 19	60	55	65	80	30	40	40	5	35	45	10	0	25	25
5, 20	55	60	70	65	25	40	40	10	35	45	15	0	30	30
6, 21	55	60	55	65	25	35	45	5	30	40	10	0	35	25
7, 22	50	55	65	70	25	30	45	5	20	40	5	0	40	20
8, 23	60	65	60	85	30	35	40	0	30	45	10	0	45	15
9, 24	70	65	50	60	35	30	45	0	25	40	15	0	10	30
10, 25	65	70	55	75	35	35	50	10	40	45	15	0	15	30
11, 26	70	65	60	80	30	40	45	15	45	50	5	0	20	25
12, 27	55	75	65	65	40	30	55	5	35	40	20	0	25	20
13, 28	75	60	70	85	30	35	50	15	35	45	10	0	30	15
14, 29	80	55	75	90	25	35	40	15	30	50	5	0	35	20
15, 30	55	60	55	65	35	25	45	0	40	35	20	0	40	10

Таблица 16 — Данные к задаче 15.1.

Варианты	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
X_A	30	35	40	45	50	45	40	35	30	35	40	45	50	45	40
Y_A	15	20	25	15	20	25	15	20	25	15	20	25	15	20	25
X_B	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Y_B	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
X_C	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Y_C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
A_1M_1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
C_1N_1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
H	40	45	50	45	40	50	45	40	40	45	50	50	45	40	50
□	45	50	60	50	45	60	50	45	45	50	60	60	50	45	60
□	45	40	35	45	40	35	35	40	45	40	35	45	45	35	40

Таблица 17 — Данные к задаче 15.2

Варианты	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
X_A	50	60	70	80	75	65	55	0	0	0	0	0	0	0	0
Y_A	35	40	45	45	40	45	40	35	10	15	20	25	30	35	40
X_B	25	30	45	60	50	40	35	20	25	30	45	60	50	40	35

Y_B	50	55	50	55	50	55	50	55	50	55	50	55	50	55	50
X_C	15	20	30	35	20	20	15	10	15	20	30	35	20	20	15
Y_C	5	10	15	20	15	10	5	10	5	10	15	20	15	10	5
X_S	0	0	0	0	0	0	0	55	65	75	80	70	60	50	60
Y_S	10	15	20	25	30	35	40	45	35	40	45	45	40	40	35
Z_S	40	40	45	50	55	60	65	70	60	55	50	45	40	55	60

Таблица 18 — Данные к задаче 16.1

Варианты	**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**
X_t	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**
Y_t	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**	**20**	**25**	**30**
d	**30**	**40**	**50**	**30**	**40**	**50**	**30**	**40**	**50**	**30**	**40**	**50**	**30**	**40**	**50**
h	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**
X_p	**50**	**65**	**80**	**50**	**65**	**80**	**50**	**65**	**80**	**50**	**65**	**80**	**50**	**65**	**80**
	60	**45**	**50**	**60**	**45**	**50**	**60**	**45**	**50**	**60**	**45**	**50**	**60**	**45**	**50**
	30	**35**	**45**	**30**	**35**	**45**	**30**	**35**	**45**	**30**	**35**	**45**	**30**	**35**	**45**

Таблица 19 — Данные к задаче 16.2

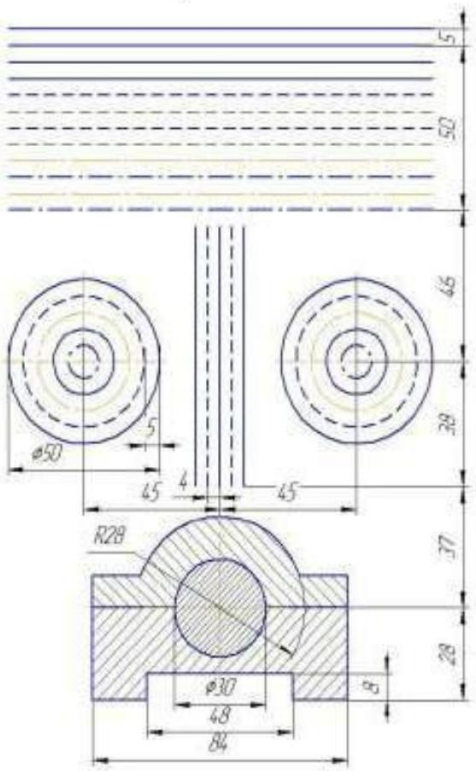
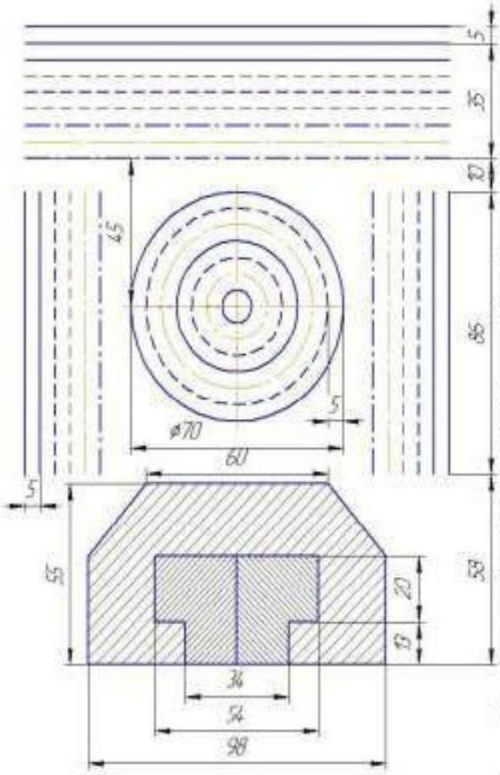
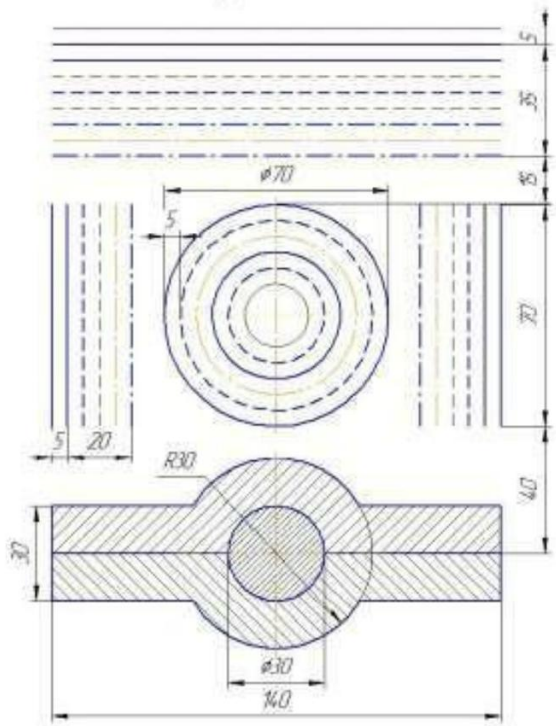
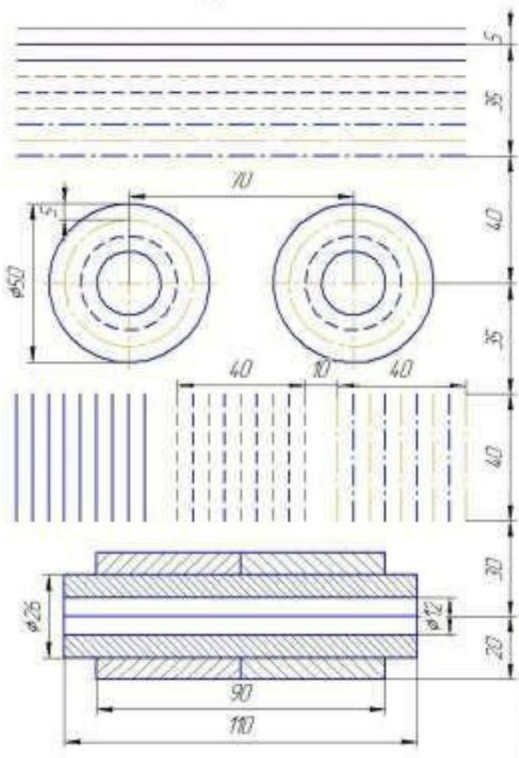
Варианты	**1 16**	**2 17**	**3 18**	**4 19**	**5 20**	**6 21**	**7 22**	**8 23**	**9 24**	**10 25**	**11 26**	**12 27**	**13 28**	**14 29**	**15 30**
X_A	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**
Y_A	**15**	**20**	**25**	**0**	**0**	**0**	**15**	**20**	**25**	**0**	**0**	**0**	**20**	**25**	**30**
Z_A	**0**	**0**	**0**	**5**	**10**	**15**	**25**	**20**	**15**	**0**	**0**	**0**	**10**	**15**	**20**
X_B	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
Y_B	**15**	**20**	**25**	**0**	**0**	**0**	**15**	**20**	**25**	**0**	**0**	**0**	**20**	**25**	**30**
Z_B	**30**	**25**	**20**	**40**	**35**	**30**	**45**	**30**	**25**	**25**	**20**	**40**	**45**	**30**	**25**
X_C	**20**	**10**	**25**	**5**	**15**	**10**	**25**	**5**	**15**	**10**	**10**	**25**	**5**	**15**	**10**
Y_C	**65**	**70**	**80**	**90**	**95**	**65**	**70**	**80**	**90**	**95**	**65**	**70**	**80**	**90**	**95**
Z_C	**0**	**0**	**0**	**5**	**10**	**15**	**25**	**20**	**15**	**0**	**0**	**0**	**10**	**15**	**20**
X_S	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**
Y_S	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**
Z_S	**60**	**50**	**40**	**60**	**50**	**40**	**60**	**50**	**40**	**60**	**50**	**40**	**60**	**50**	**40**

Таблица 20 — Данные к задаче 17.1(сек пл)

Варианты	**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**
Тор и цилиндр															
R	50	54	50	52	55	48	50	54	50	52	55	48	50	54	50
D	40	44	38	42	44	36	40	44	38	42	44	36	40	44	38

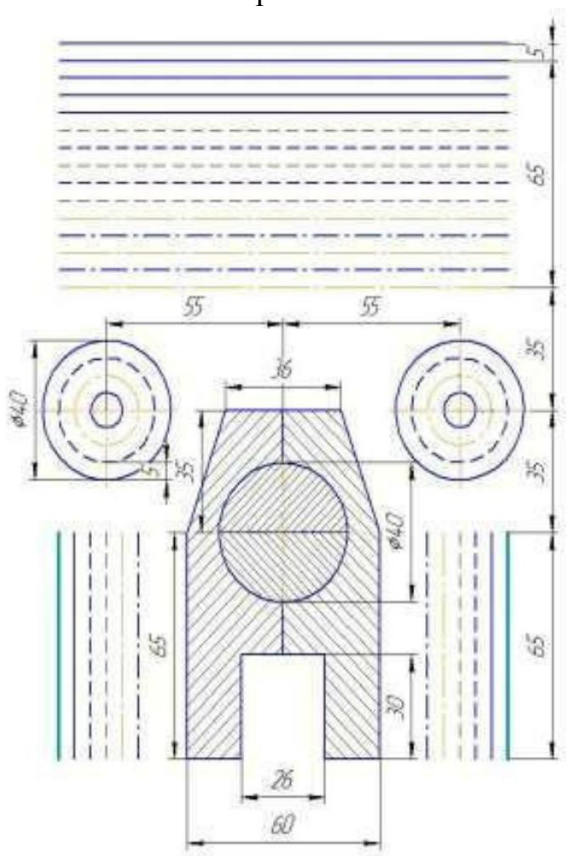
d	36	40	34	38	40	36	36	40	34	30	40	36	36	40	34
h	80	90	80	80	90	78	80	90	80	80	90	78	80	90	80
Сфера и цилиндр															
$D_{сф}$	78	76	80	72	74	70	78	76	80	72	74	70	78	76	80
d	40	38	42	36	34	36	40	38	42	36	34	36	40	38	42
L	25	27	26	22	20	22	25	27	26	22	20	22	25	27	21
L_1	22	25	28	24	22	24	22	25	28	24	22	25	28	24	22
h	50	48	50	45	46	40	50	48	50	45	46	40	50	48	50
Сфера и конус															
$d_{сф}$	80	70	70	60	50	50	40	40	40	50	60	70	70	60	90
r	45	45	40	40	35	35	30	35	35	40	40	45	45	45	40
L_2	5	10	15	20	15	10	5	15	10	15	20	20	15	10	20
L_3	25	20	20	15	10	15	20	25	20	25	15	10	15	15	25
L_4	50	45	45	40	40	35	35	35	40	40	45	45	50	45	45
h	95	90	85	80	75	70	65	70	75	80	85	90	95	90	85

Таблица 21 – Данные для практического занятия 20

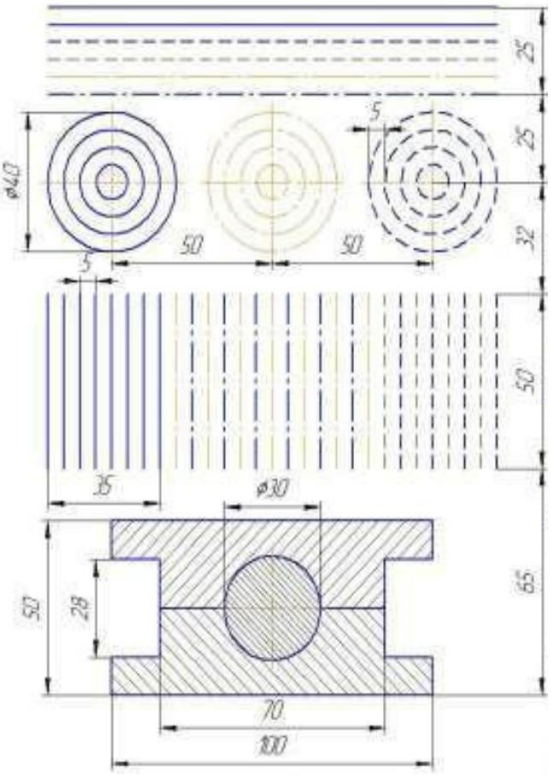
Вариант 1	Вариант 2
	
Вариант 3	Вариант 4
	

Продолжение таблицы 21

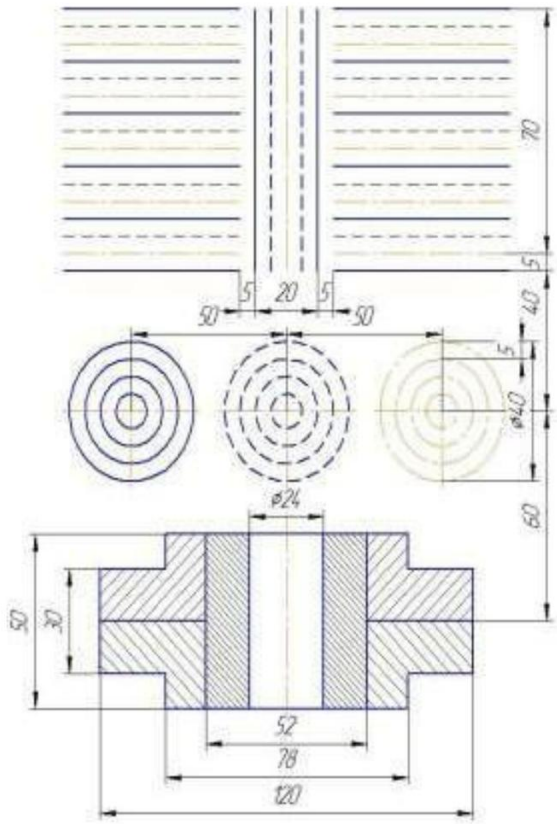
Вариант 5



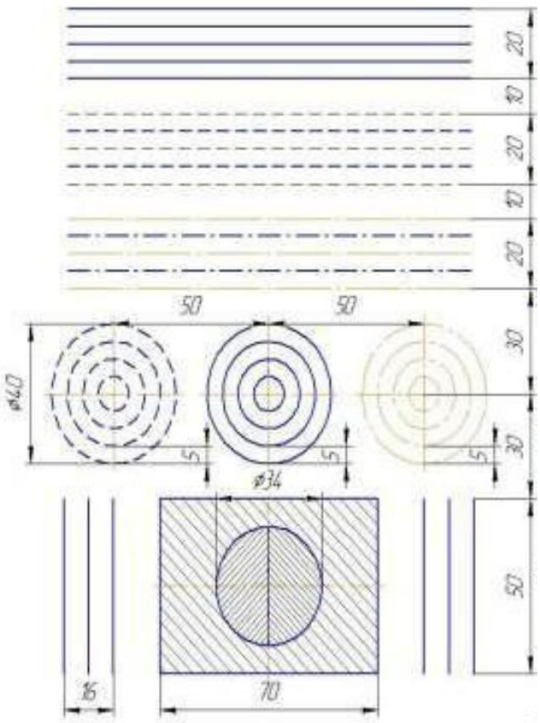
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



Продолжение таблицы 21

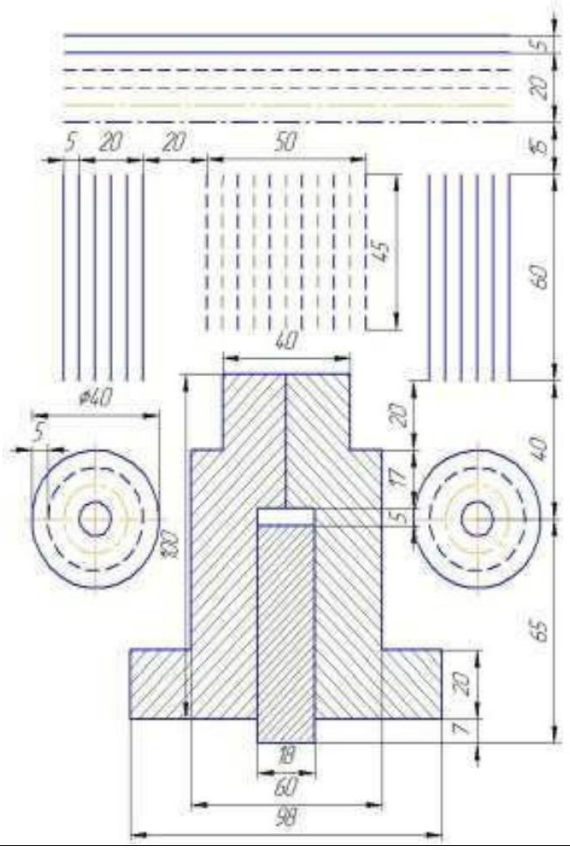
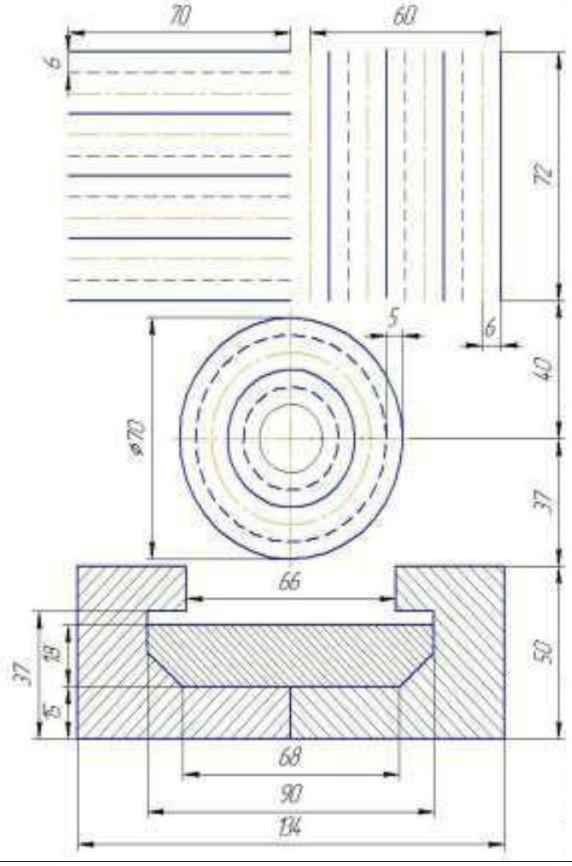
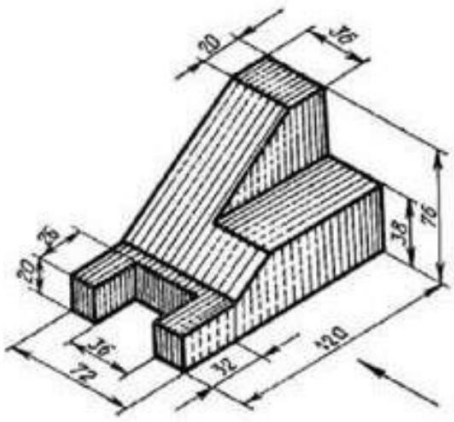
Вариант 9	Вариант 10
Вариант 11	Вариант 12
	

Таблица 22 - Данные для практического занятия 2 1— *Данные к задаче -20.1-20.5*

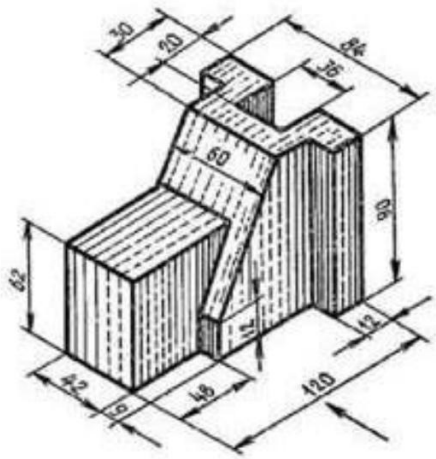
№ варианта	№ задания																
	1	2		3		4			5			6			7	8	
	R	R1	R	R1	R	R1	R2	R	R1	R2	R	R1	R2	R	R	R1	R2
1	25	13	18	10	35	13	10	16	13	18	45	22	13	44	23	13	23
2	28	12	17	10	33	12	10	15	12	14	35	17	10	34	18	10	17
3	30	14	18	11	38	14	11	17	13	16	40	19	11	38	20	11	21
4	32	16	19	13	45	16	13	19	16	19	47	23	13	46	24	13	20
5	35	10	20	9	31	10	9	13	11	13	32	16	9	32	16	9	14
6	24	15	21	12	42	15	12	18	14	17	42	20	12	40	22	12	26
7	22	11	22	9	31	11	9	14	11	13	32	16	9	32	16	9	16
8	20	13	15	10	34	13	10	16	12	14	35	17	10	34	18	10	18
9	26	15	14	12	42	15	12	18	14	17	42	20	12	40	22	12	23
10	34	10	24	10	31	10	10	13	12	14	35	17	10	34	18	10	16
11	36	12	22	9	36	12	9	15	11	13	32	16	9	32	16	9	15
12	31	14	21	11	36	14	11	17	13	16	40	19	11	38	20	11	20
13	33	16	22	13	42	16	13	19	16	19	47	23	13	46	24	13	20
14	21	12	26	9	35	12	9	15	11	13	32	16	9	32	16	9	18
15	23	17	24	14	49	17	14	20	17	20	50	24	14	48	26	14	21
16	27	11	25	11	41	11	11	14	13	16	40	19	11	38	20	11	17
17	37	13	26	10	31	13	10	16	12	14	35	17	10	34	18	10	20
18	19	15	15	12	45	15	12	18	14	17	42	20	12	40	22	12	21
19	18	10	17	11	44	10	11	13	13	16	40	19	11	38	20	11	19
20	16	12	20	9	40	12	9	15	11	13	32	16	9	32	16	9	20

Таблица 23 - Данные для практического занятия 21

Вариант 1

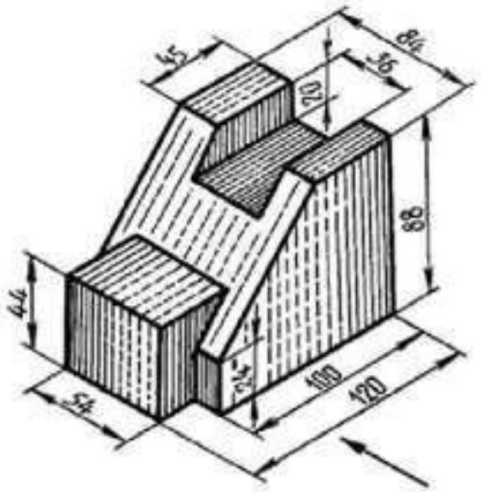


Вариант 2

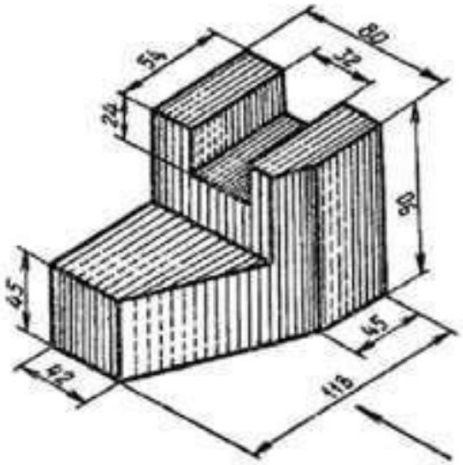


Продолжение таблицы 23

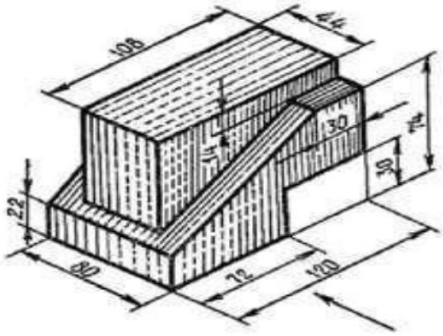
Вариант 3



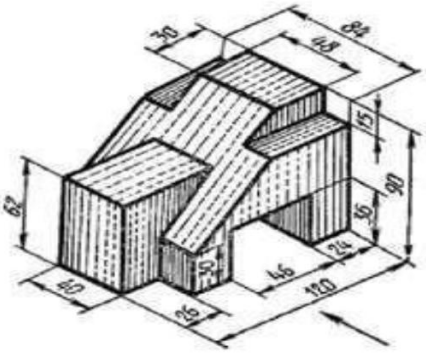
Вариант 4



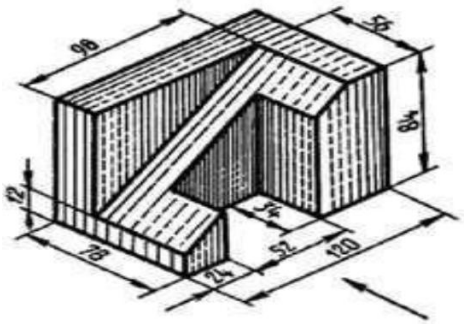
Вариант 5



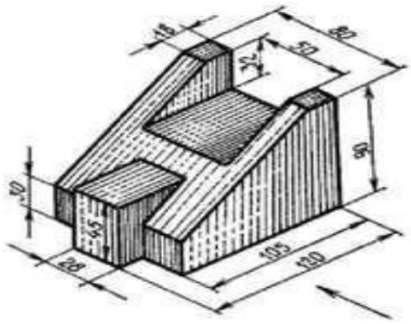
Вариант 6



Вариант 7

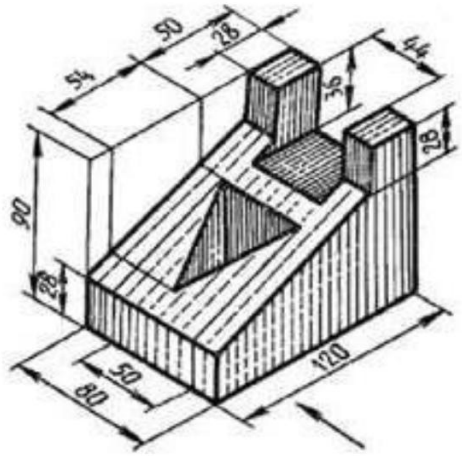


Вариант 8

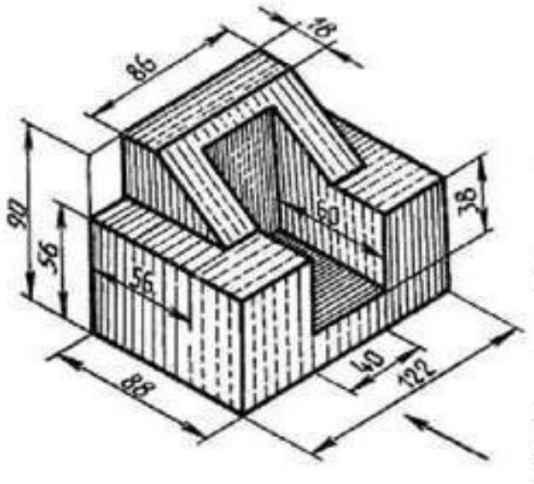


Продолжение таблицы 23

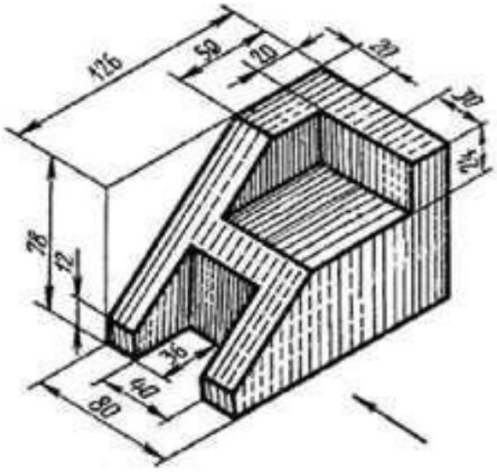
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

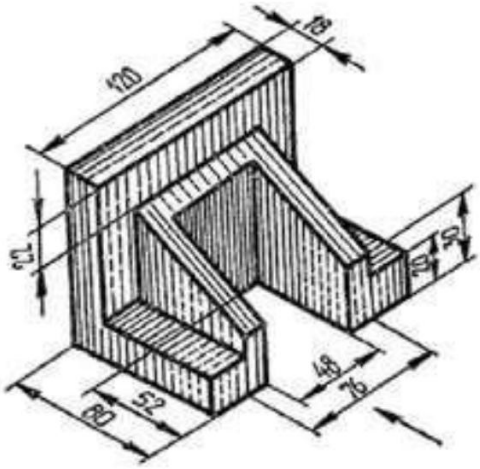
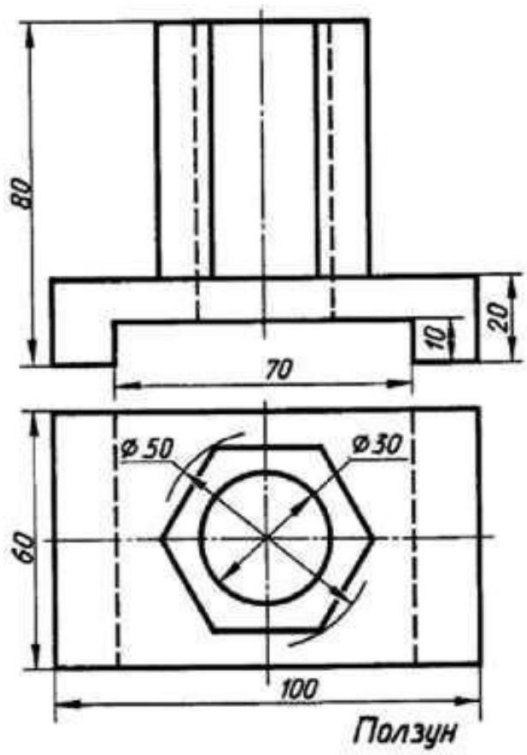
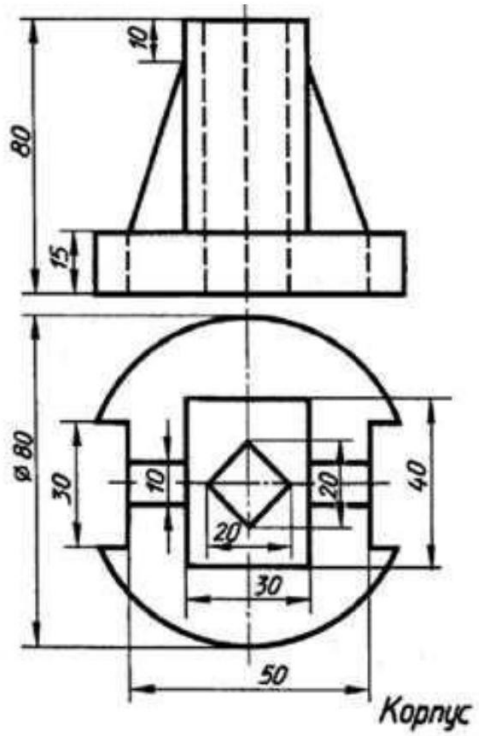


Таблица 24- Данные для практического занятия 22

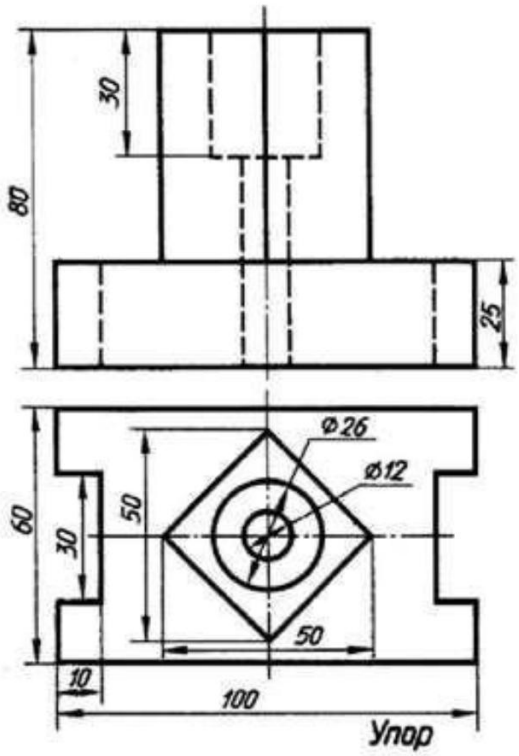
Вариант 1



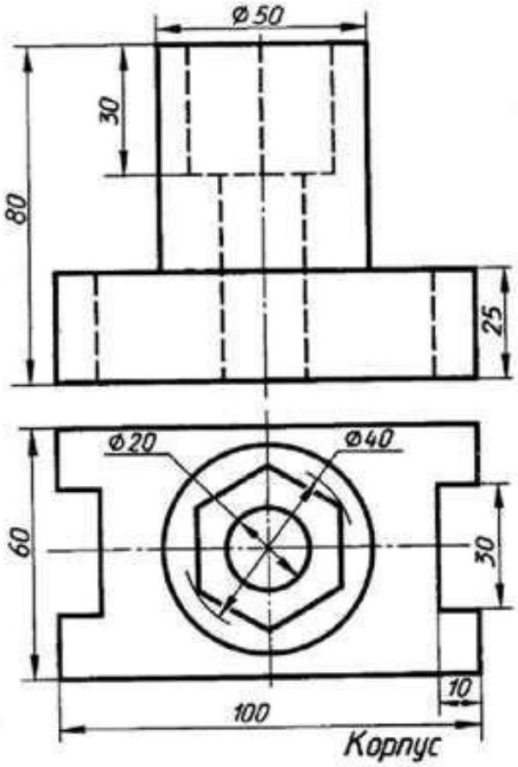
Вариант 2



Вариант 3

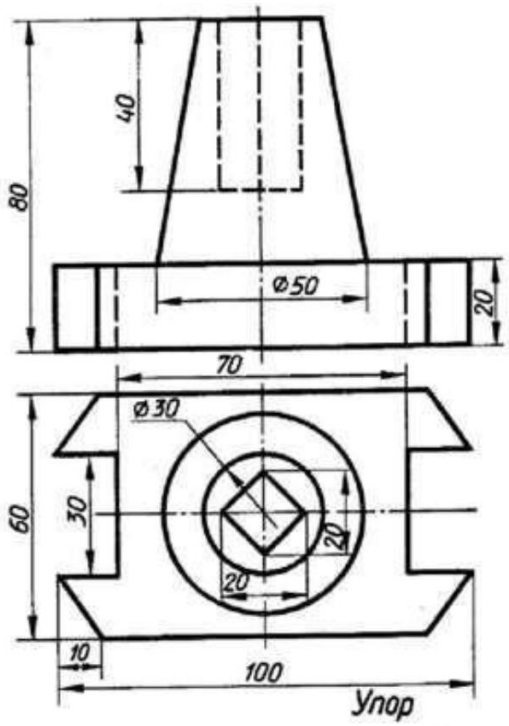


Вариант 4

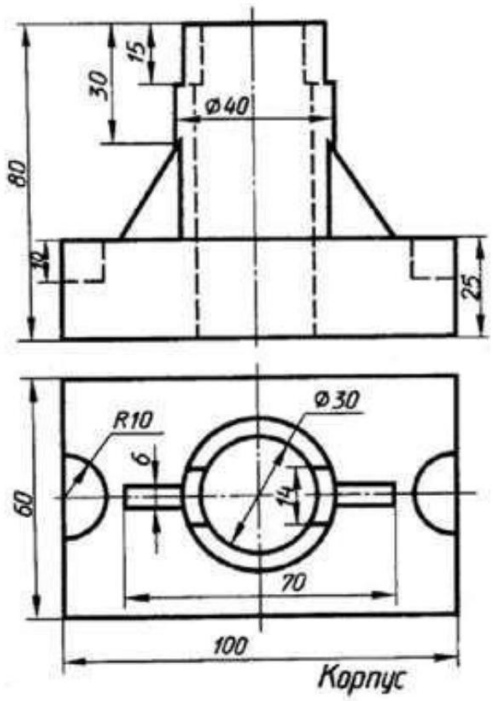


Продолжение таблицы 24

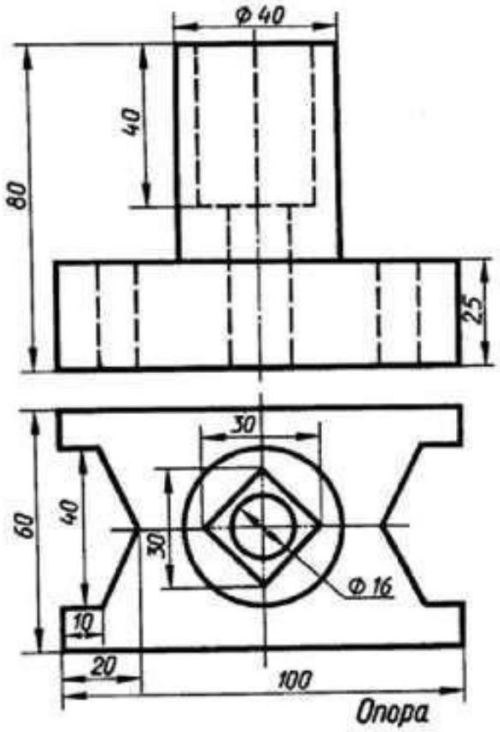
Вариант 5



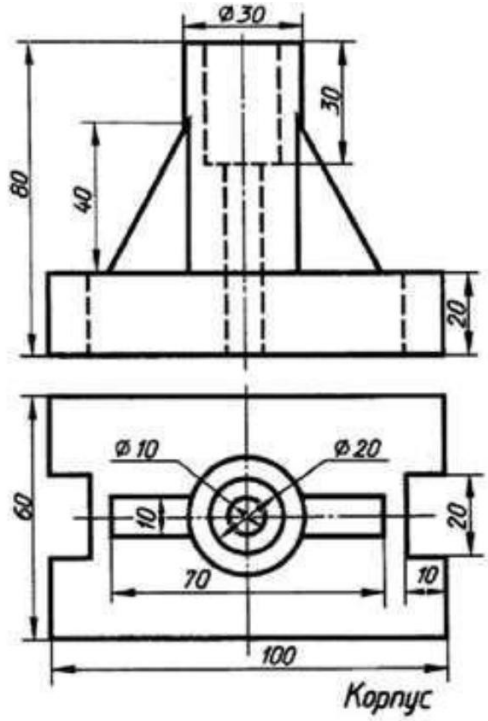
Вариант 6



Вариант 7

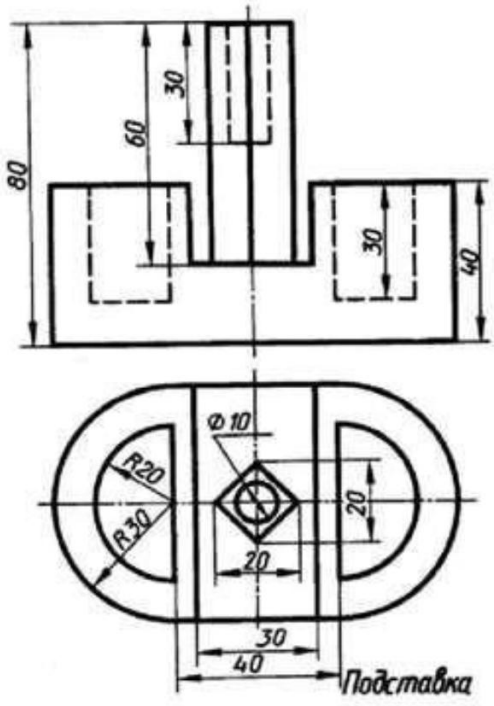


Вариант 8

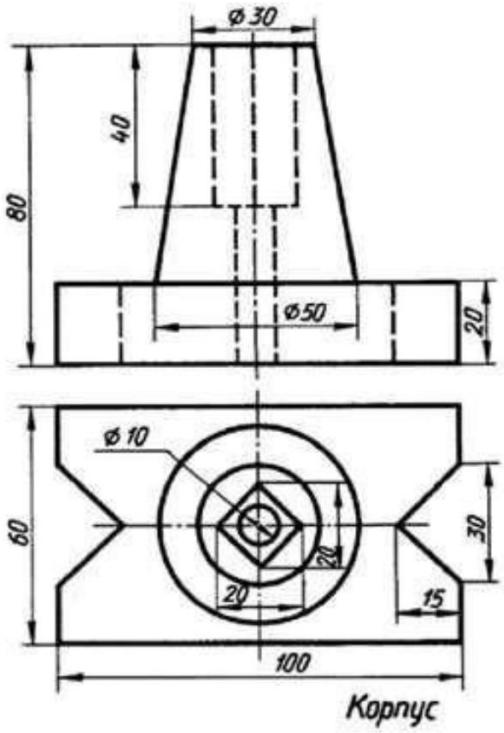


Продолжение таблицы 24

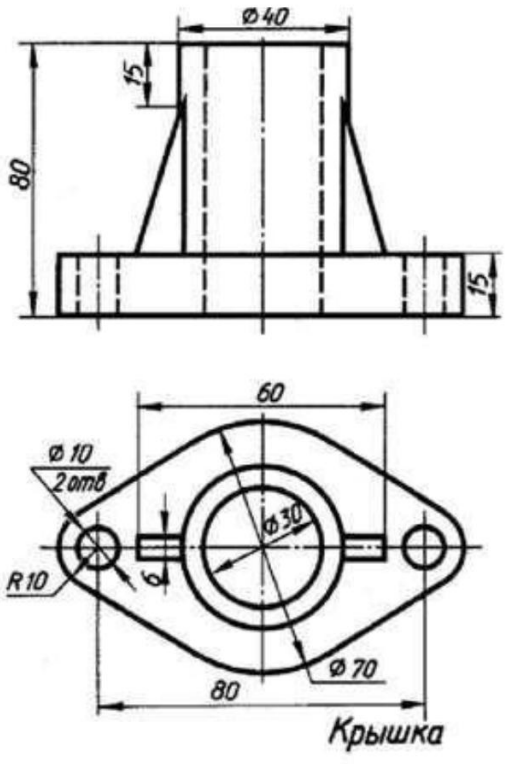
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

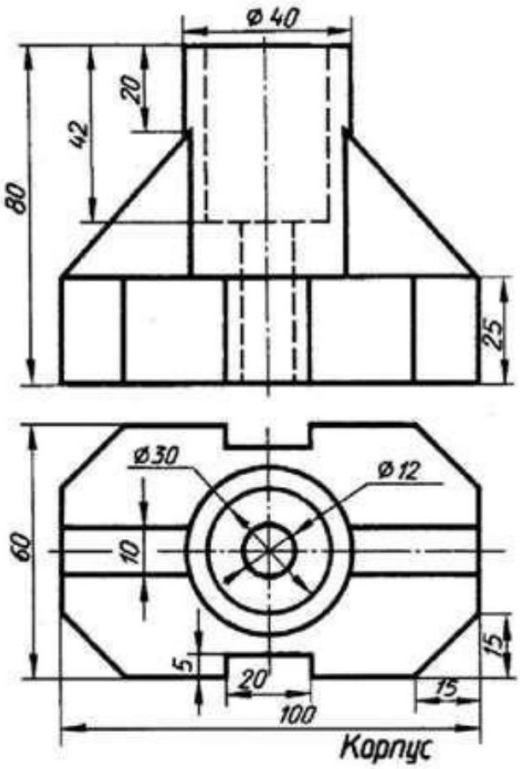
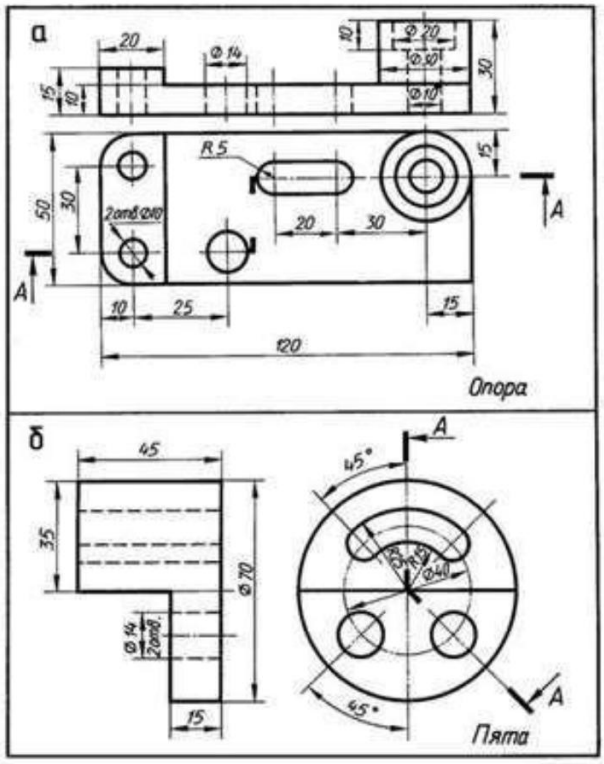
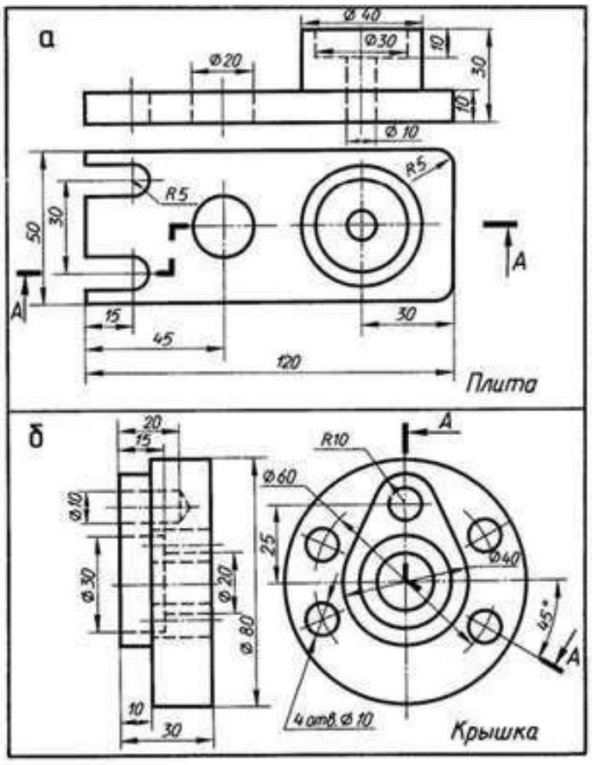


Таблица 25- Данные для практического занятия 23

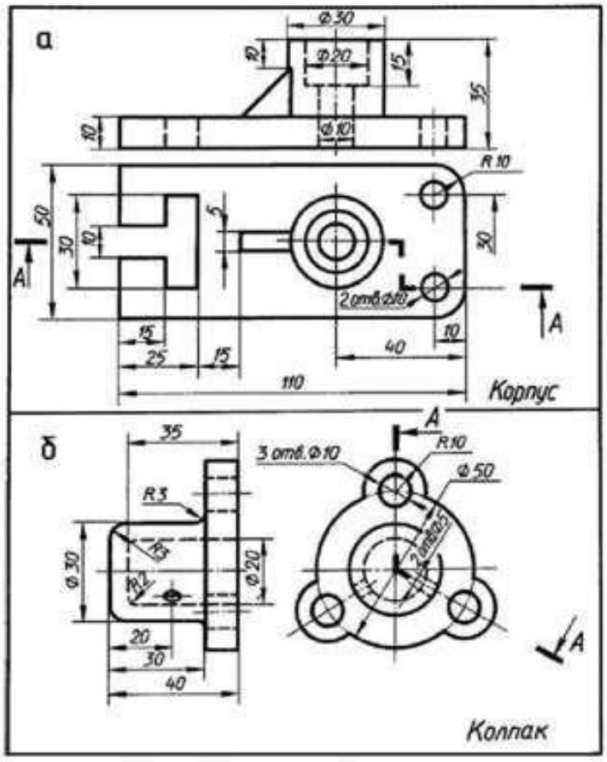
Вариант 1



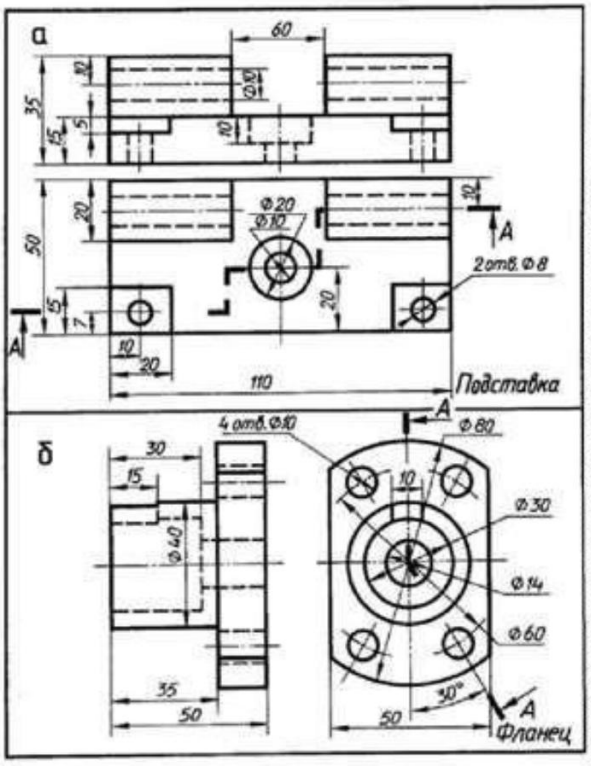
Вариант 2



Вариант 3

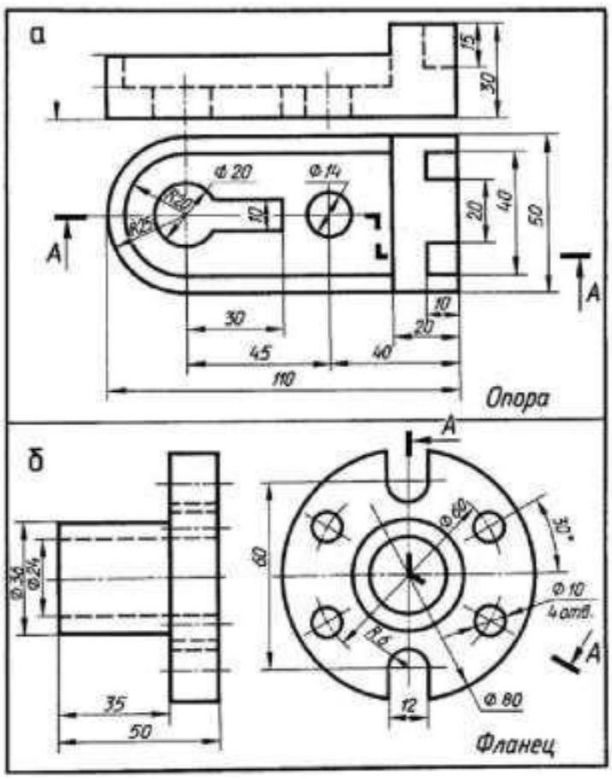


Вариант 4

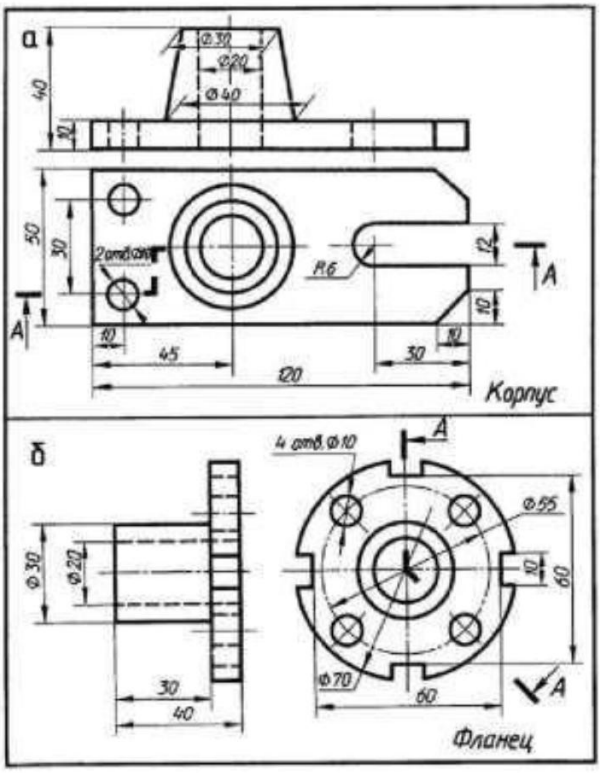


Продолжение таблицы 25

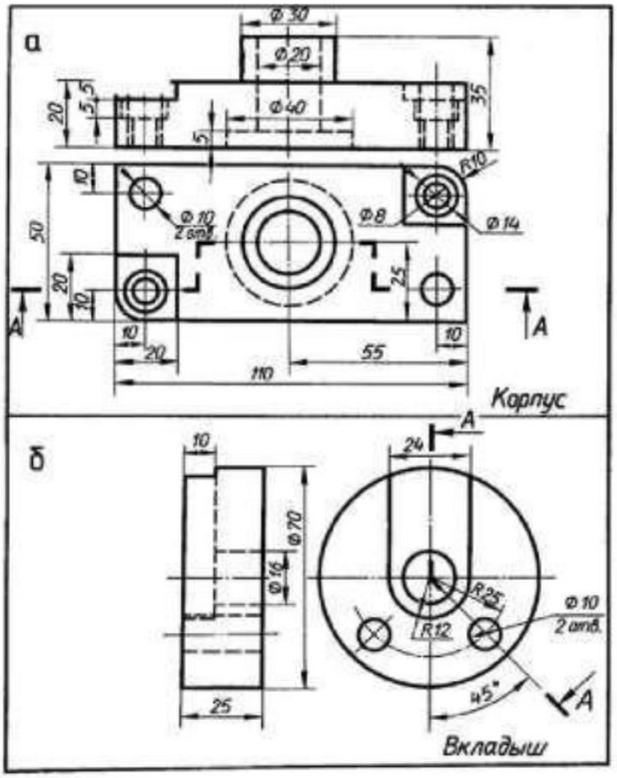
Вариант5



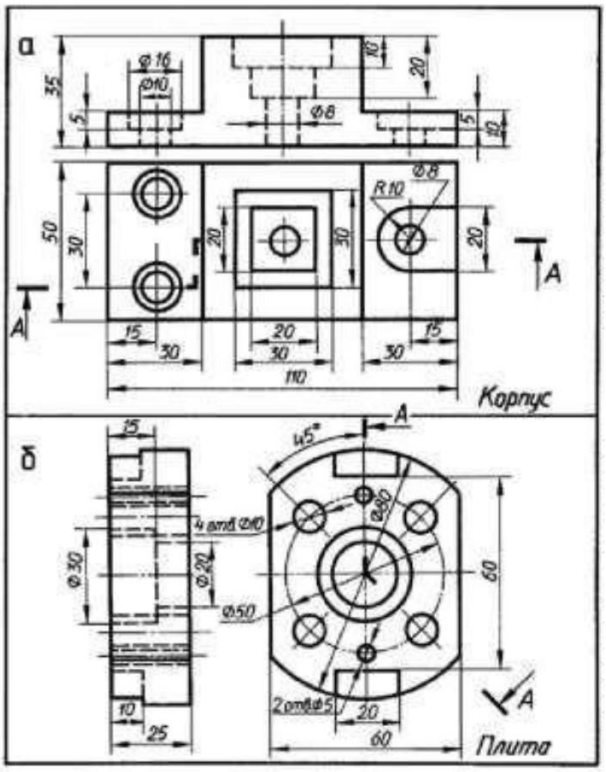
Вариант 6



Вариант 7

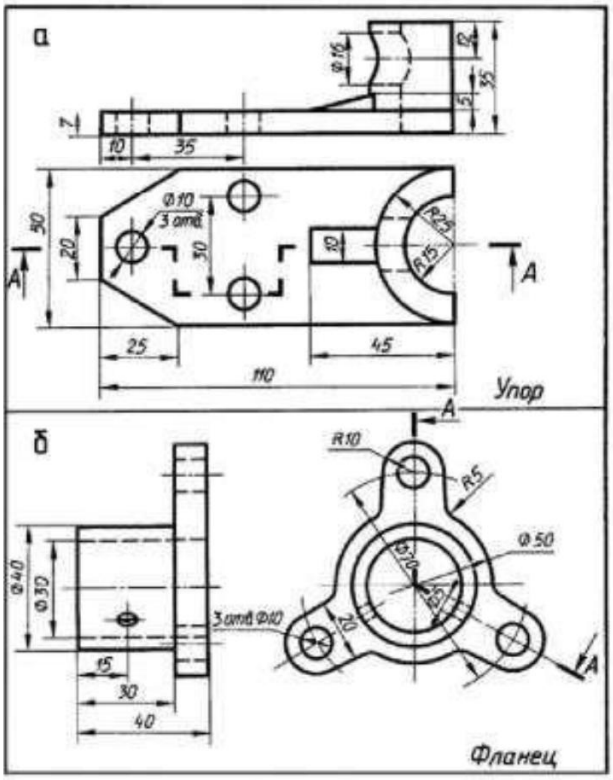


Вариант 8

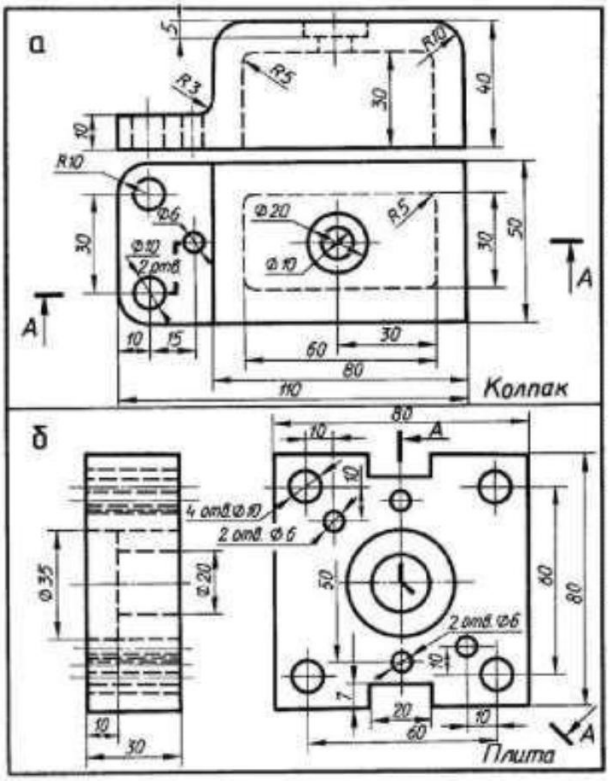


Продолжение таблицы 25

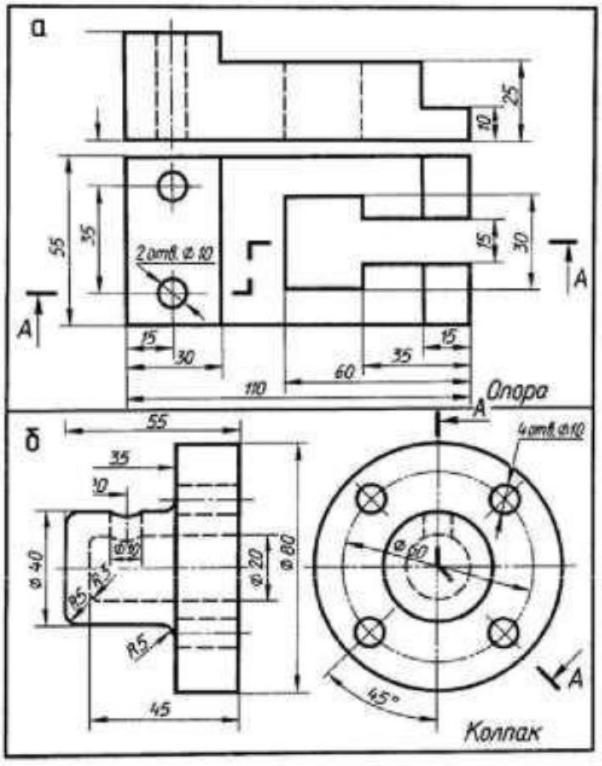
Вариант 9



Вариант 10



Вариант11



Вариант 12

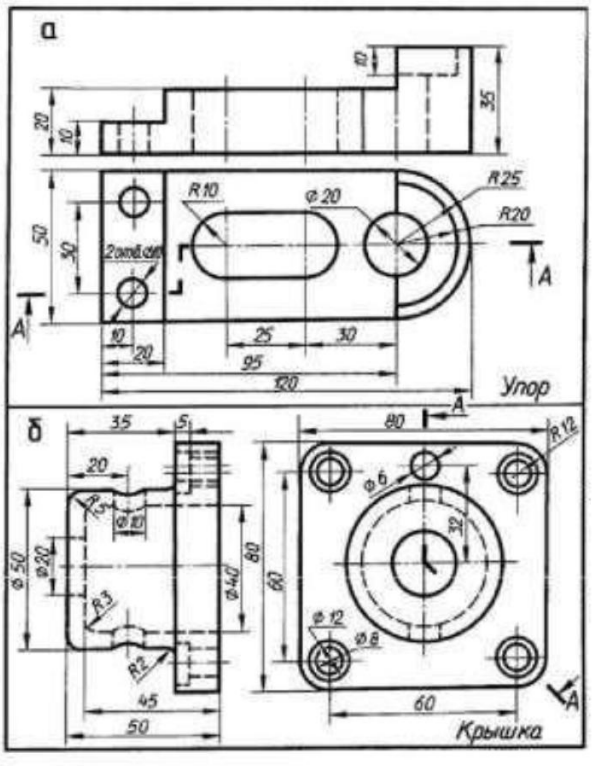
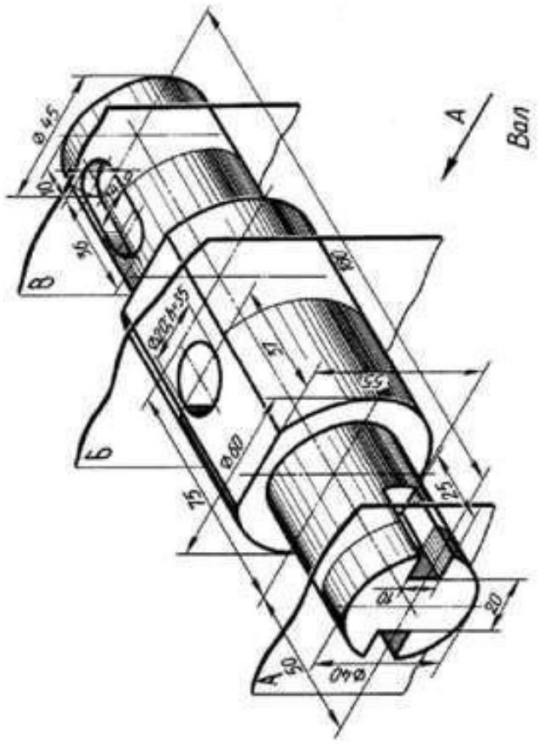
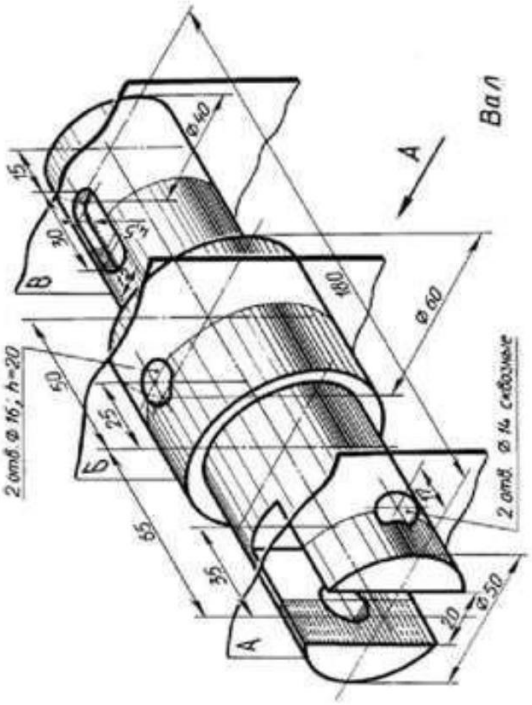


Таблица 26 - Данные для практического занятия 24

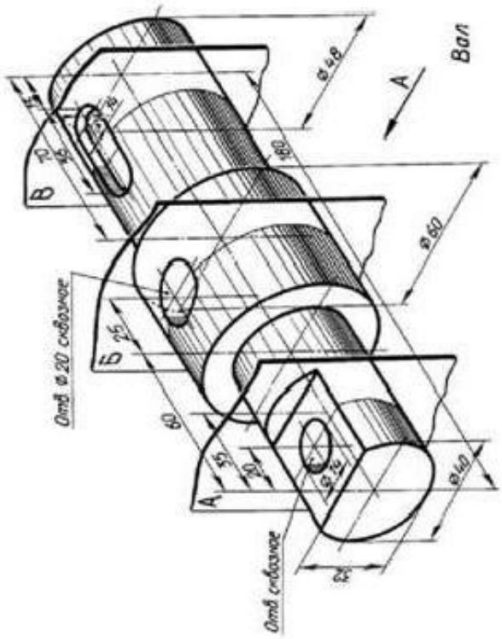
Вариант 1



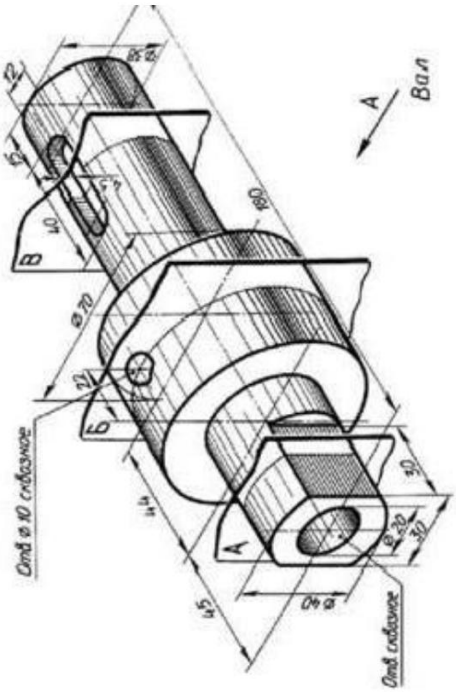
Вариант 2



Вариант 3

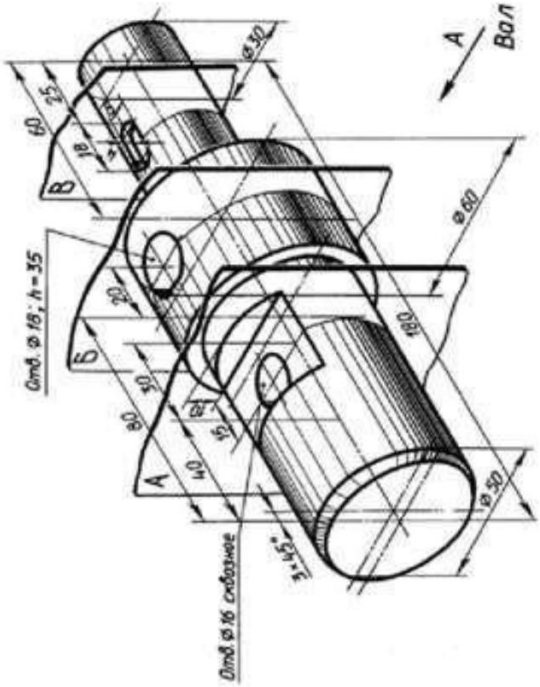


Вариант 4

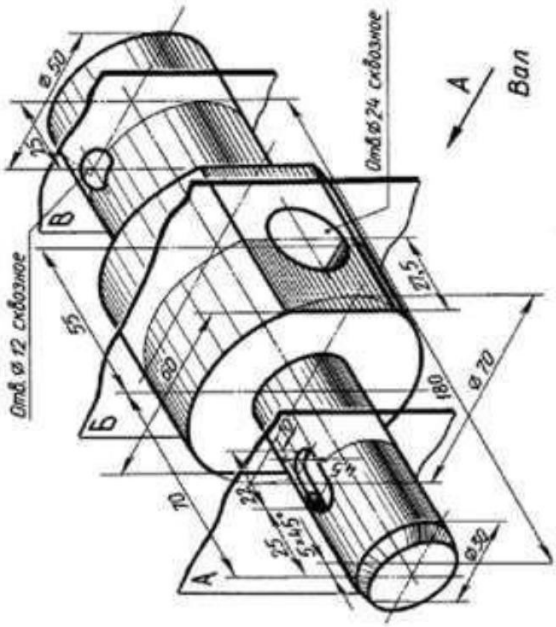


Продолжение таблицы 26

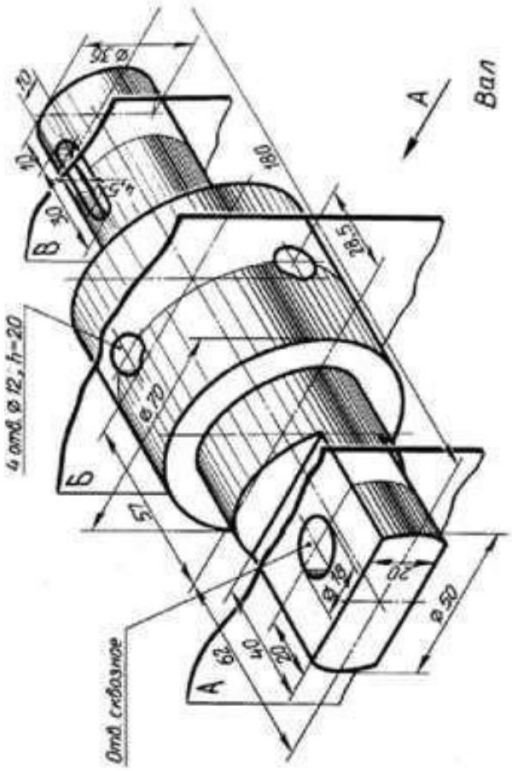
Вариант 5



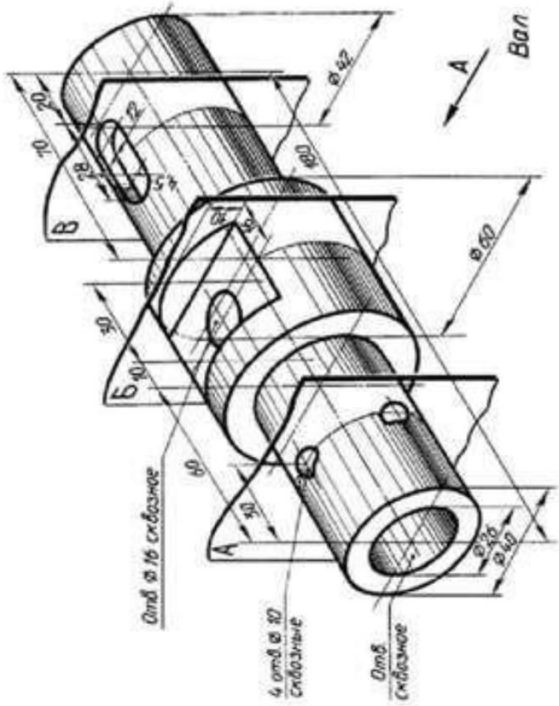
Вариант 6



Вариант 7

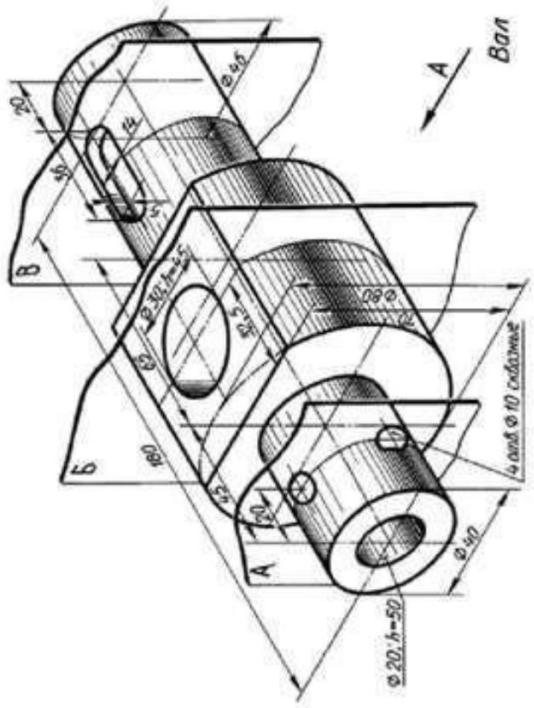


Вариант 8

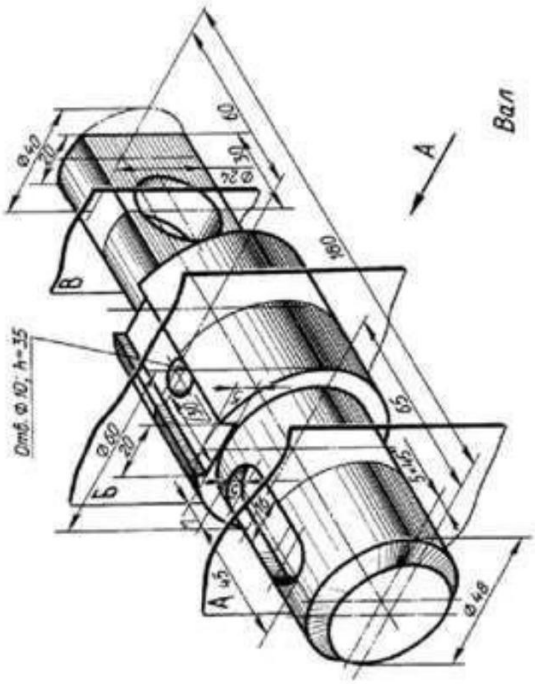


Продолжение таблицы 26

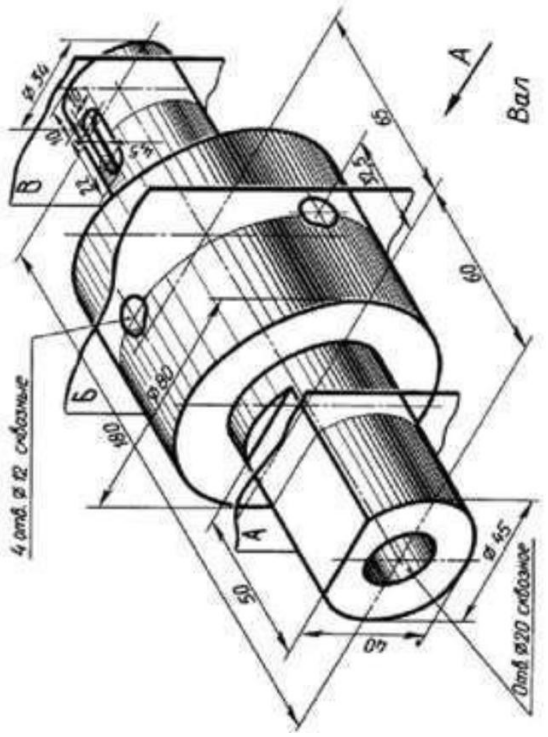
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

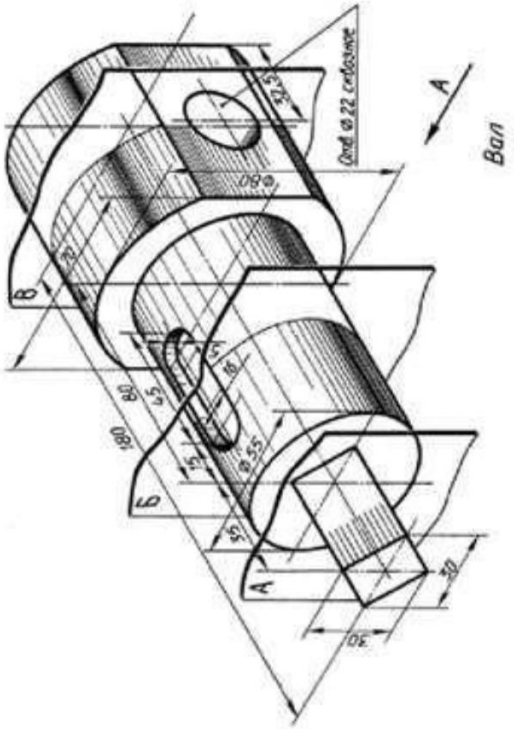
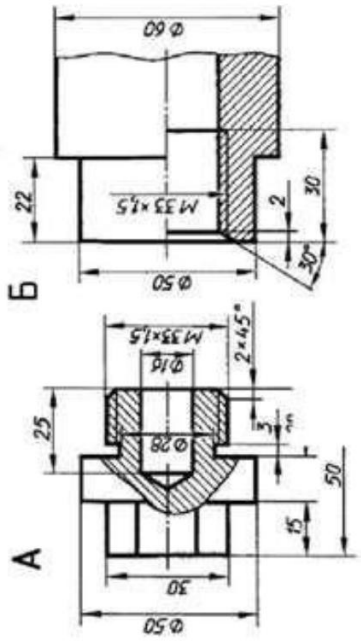
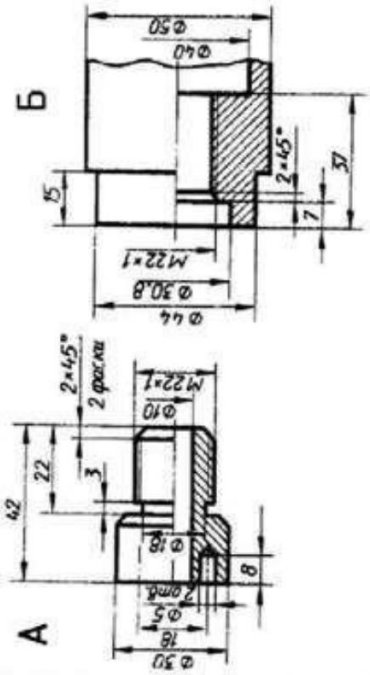


Таблица 27 - Данные для практического занятия 25

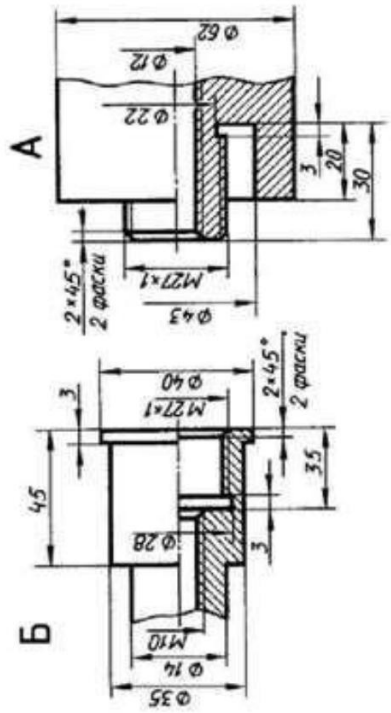
Вариант 1



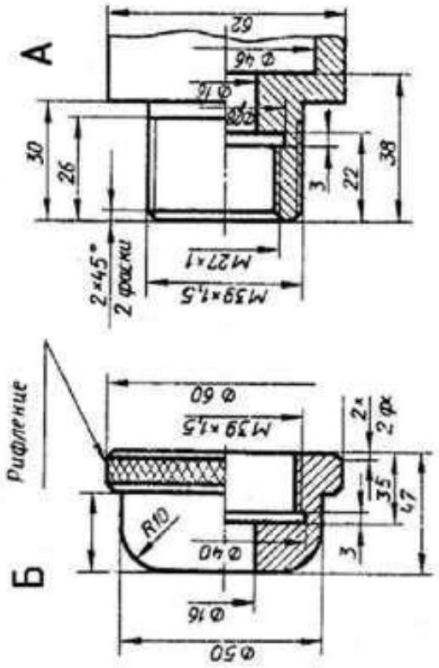
Вариант 2



Вариант 3

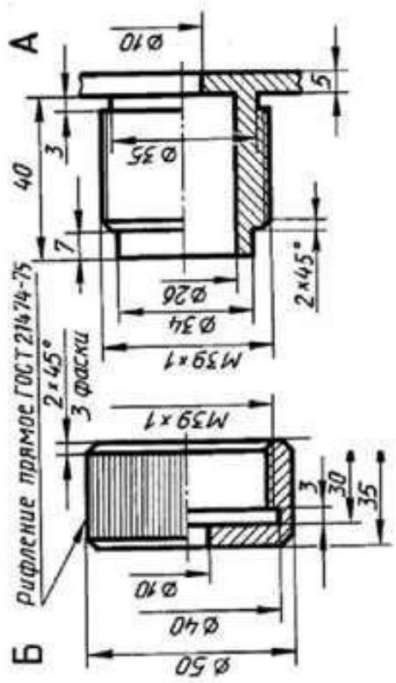


Вариант 4

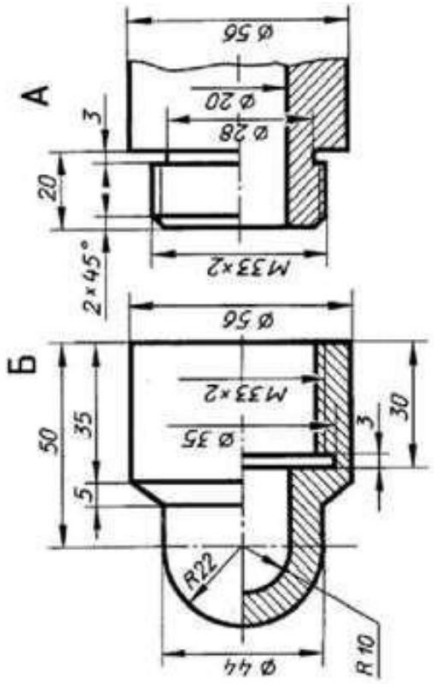


Продолжение таблицы 27

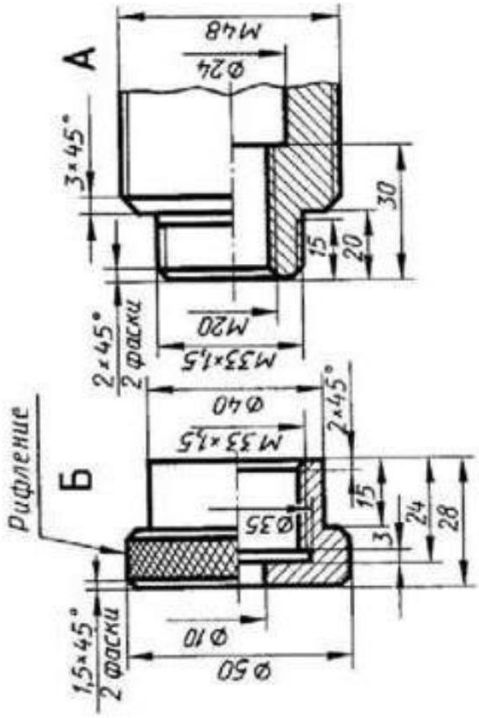
Вариант 5



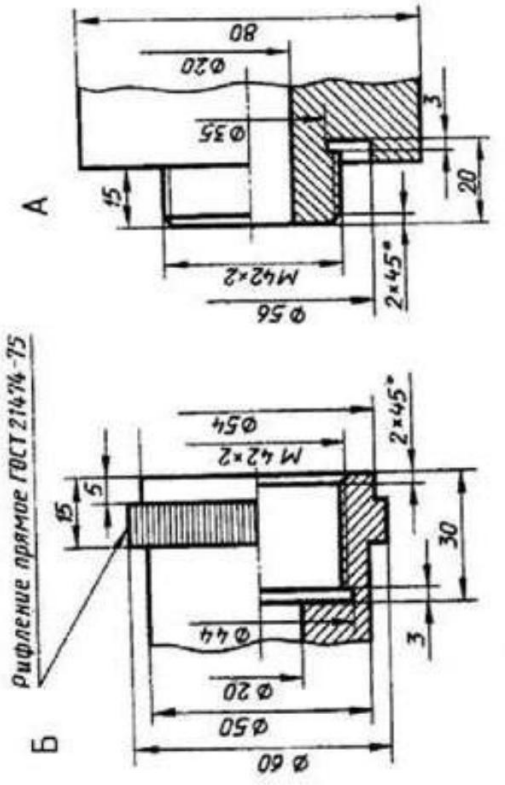
Вариант 6



Вариант 7

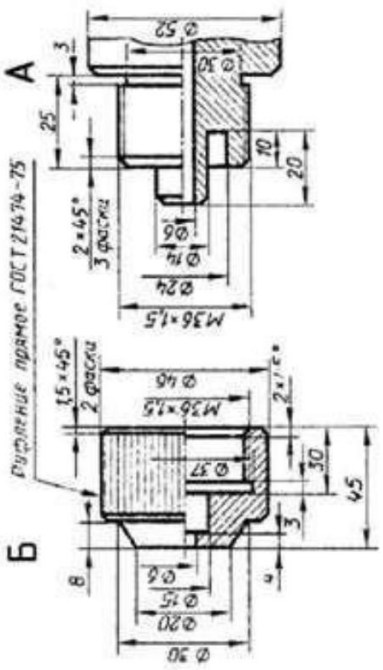


Вариант 8

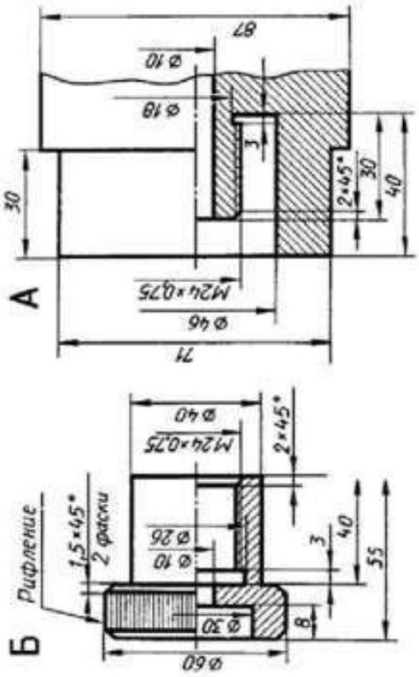


Продолжение таблицы 27

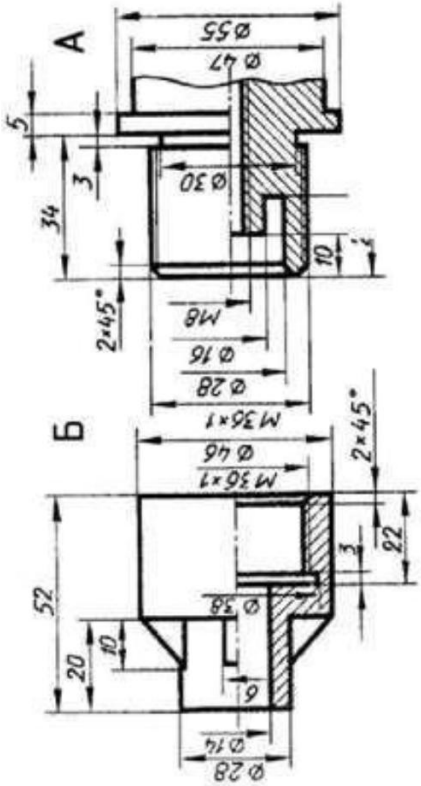
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

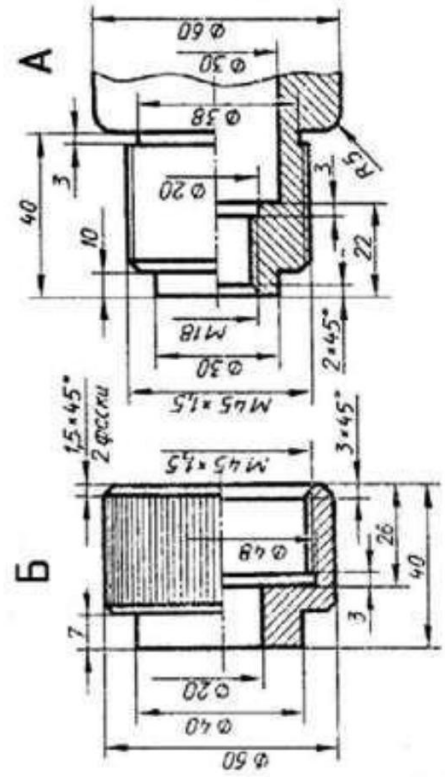
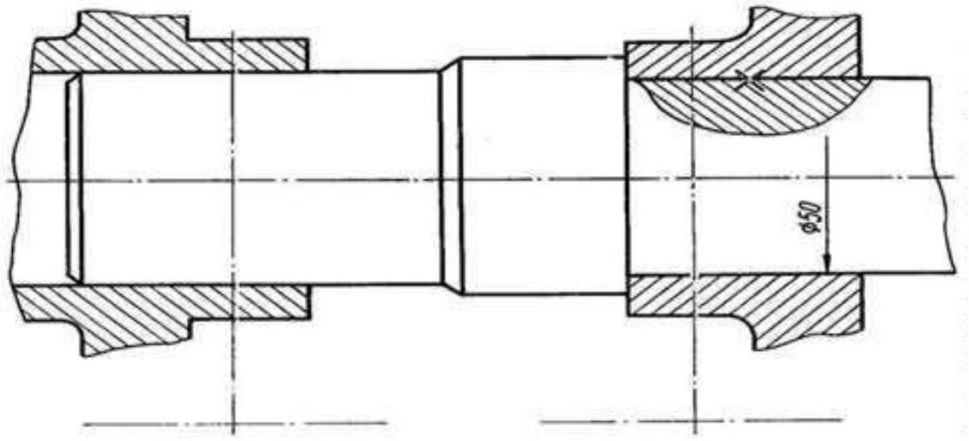


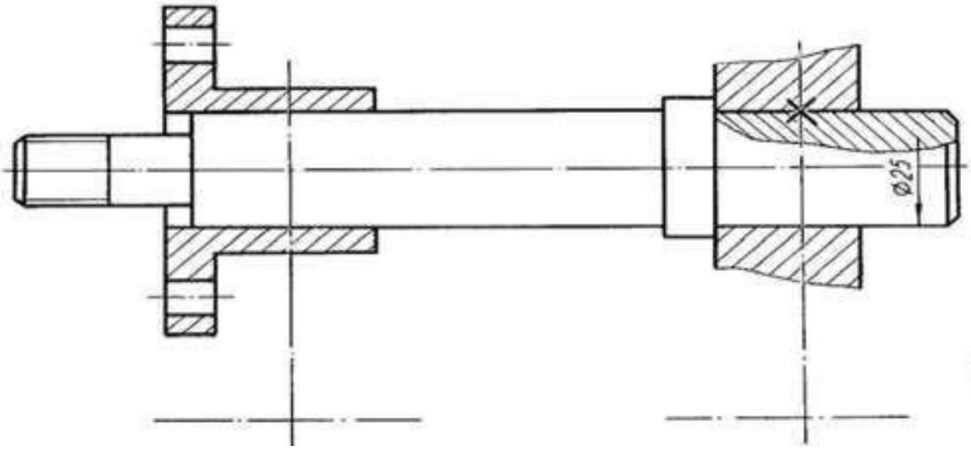
Таблица 28- Данные для практического занятия 26

Вариант 1



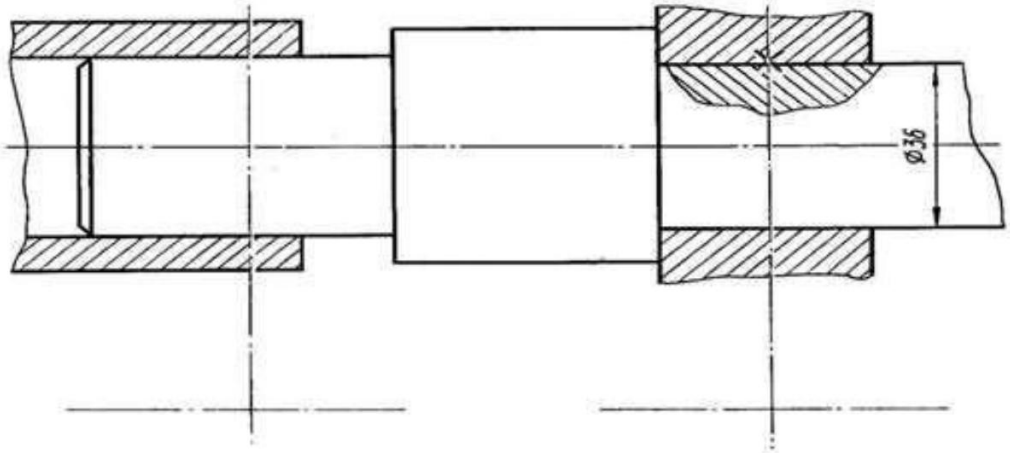
1. **Выполнить шлицевое соединение D–8 х 46 х 54х 7ГОСТ 1139–80***
2. **Выполнить соединение шпонкой 16 х 10 х 35 ГОСТ 23360–78***

Вариант 2



1. **Выполнить шлицевое соединение b–6 х 21 х 25х6 ГОСТ 1139–80***
2. **Выполнить соединение шпонкой 8 х 7 х 36 ГОСТ 23360–78***

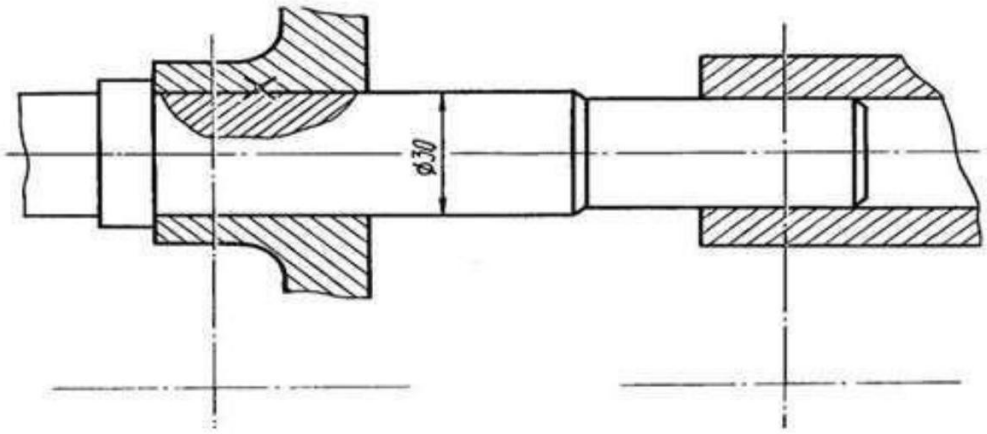
Вариант 3



1. **Выполнить шлицевое соединение D–8 х 32 х 38х6 ГОСТ 1139–80***
2. **Выполнить соединение шпонкой 10 х 8 х 25 ГОСТ 23360–78***

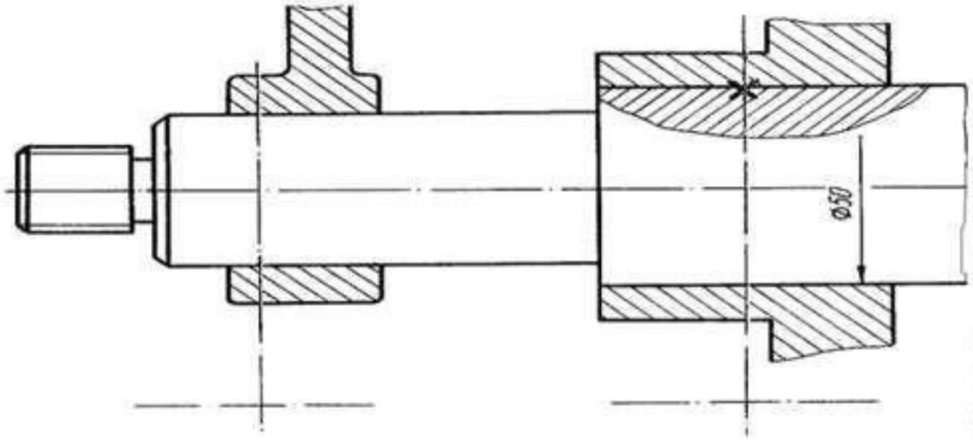
Продолжение таблицы 28

Вариант 4



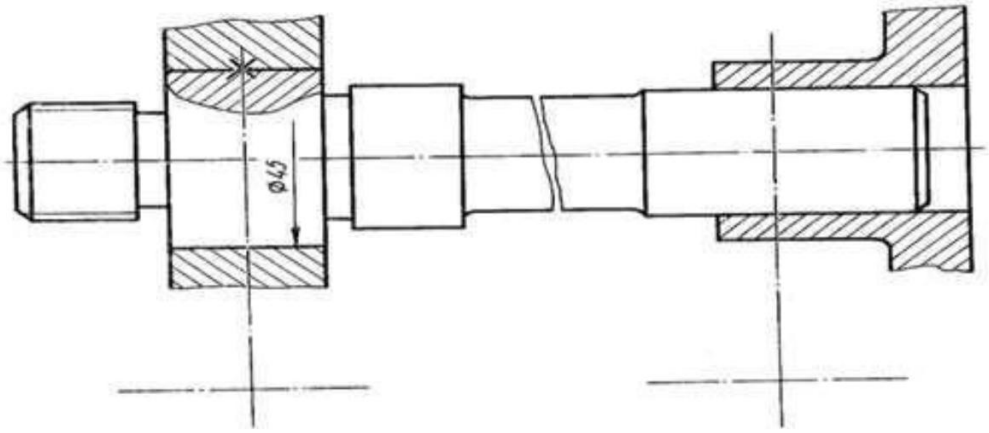
1. **Выполнить соединение шпонкой 10 х 8 х 30 ГОСТ 23360–78***
2. **Выполнить шлицевое соединение b–6 х 23 х 28х6 ГОСТ 1139–80***

Вариант 5



1. **Выполнить шлицевое соединение d–8 х 32 х 38 х6ГОСТ 1139–80***
2. **Выполнить соединение шпонкой 14 х 9 х 40 ГОСТ 23360–78***

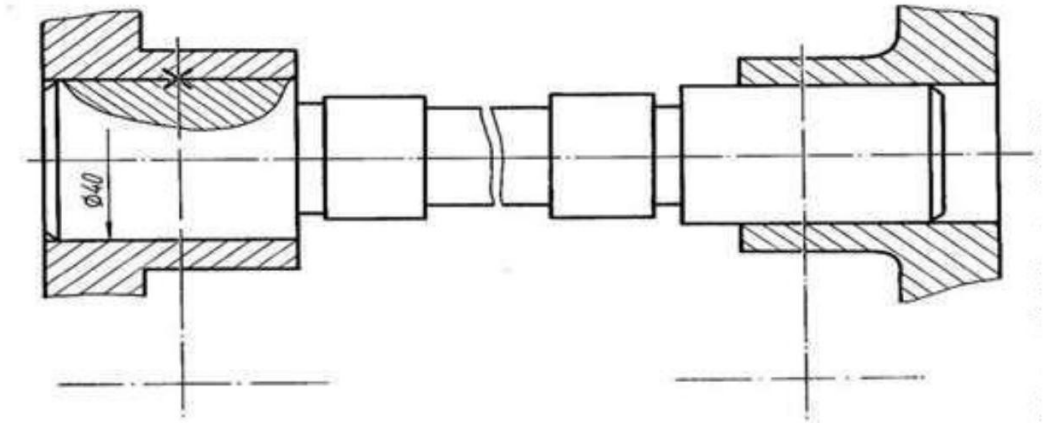
Вариант 6



1. **Выполнить соединение шпонкой 14 х 9 х 20х6 ГОСТ 23360–78***
2. **Выполнить шлицевое соединение D–6 х 26 х 32 ГОСТ 1139–80***

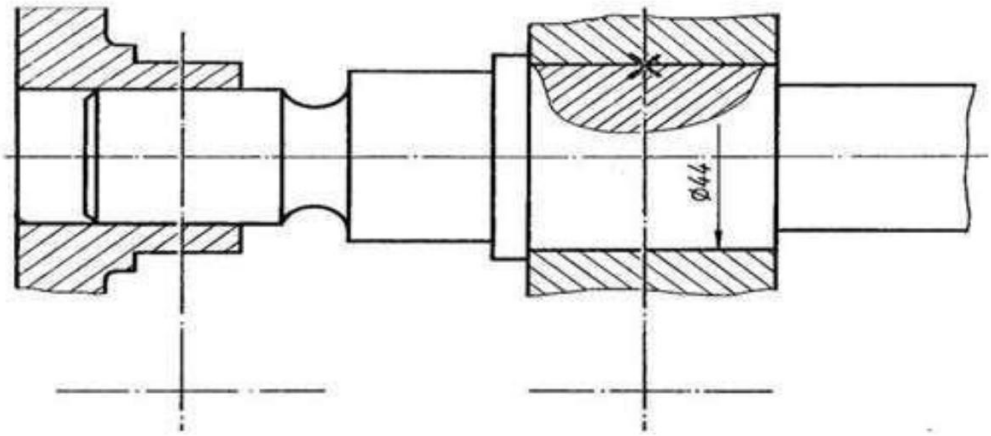
Продолжение таблицы 28

Вариант 7



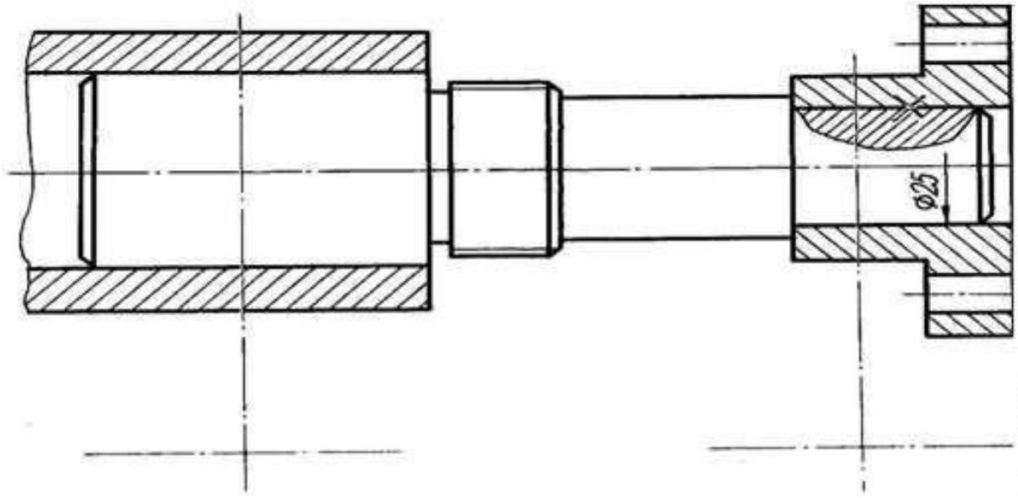
1. **Выполнить соединение шпонкой 12 х 8 х 36 ГОСТ 23360–78***
2. **Выполнить шлицевое соединение d–6 х 28 х 36х6 ГОСТ 1139–80***

Вариант 8



1. **Выполнить шлицевое соединение D–6 х 26 х 32х6 ГОСТ 1139–80***
2. **Выполнить соединение шпонкой 12 х 8 х 32 ГОСТ 23360–78***

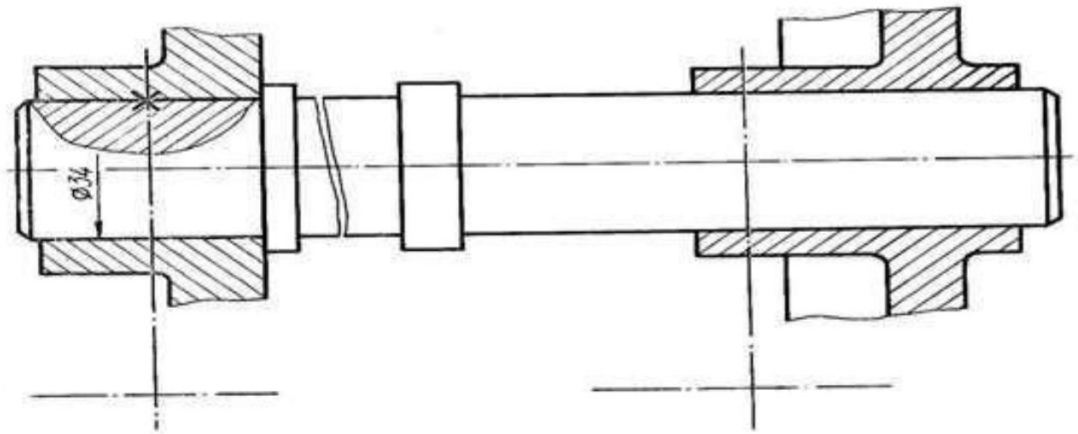
Вариант 9



1. **Выполнить шлицевое соединение d–8 х 36 х 42х7 ГОСТ 1139–80***
2. **Выполнить соединение шпонкой 8 х 7 х 20 ГОСТ 23360–78***

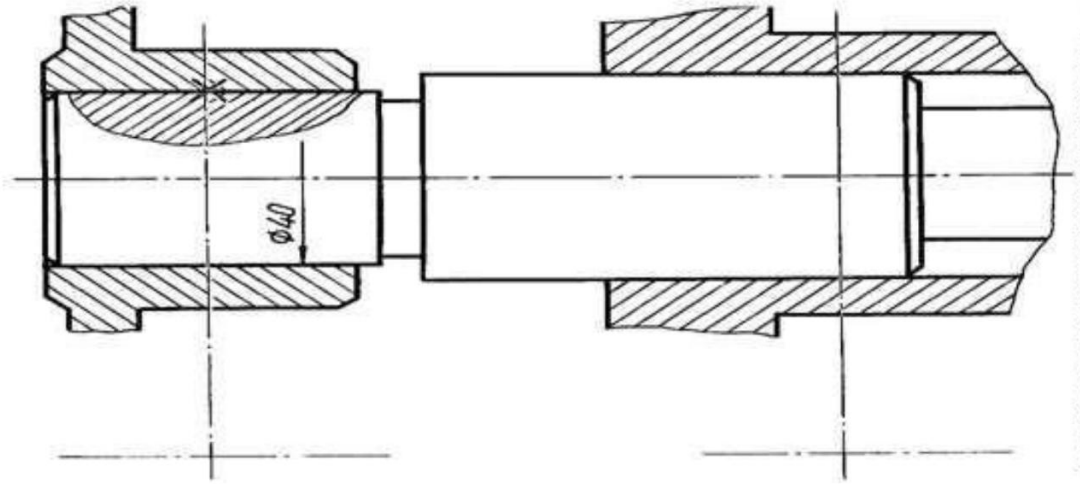
Продолжение таблицы 28

Вариант 10



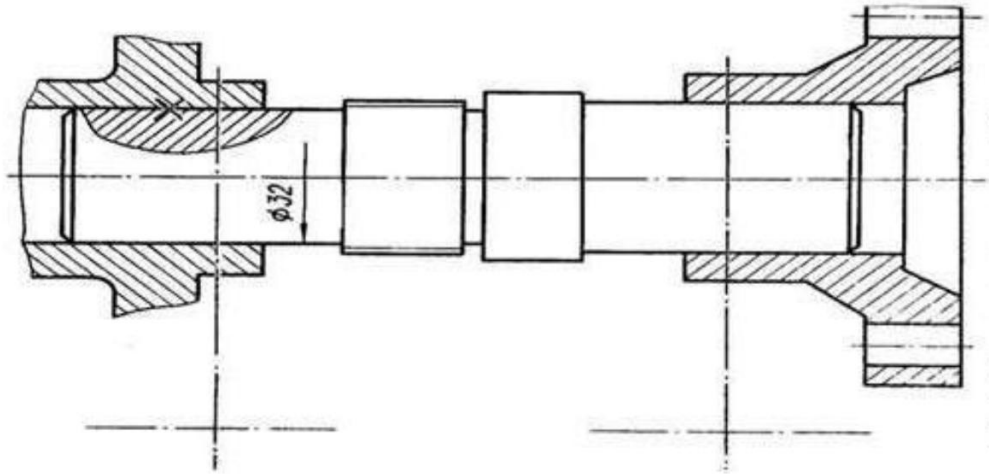
1. Выполнить соединение шпонкой 10 х 8 х 30 ГОСТ 23360–78*
2. Выполнить шлицевое соединение d–6 х 28 х 34 х6ГОСТ 1139–80*

Вариант 11



1. Выполнить соединение шпонкой 12 х 8 х 35 ГОСТ 23360–78*
2. Выполнить шлицевое соединение d–8 х 42 х 48 х7ГОСТ 1139–80*

Вариант 12



1. Выполнить соединение шпонкой 10 х 8 х 30 ГОСТ 23360–78*
2. Выполнить шлицевое соединение d–6 х 28 х 34 х6ГОСТ 1139–80*

Таблица 29 - Данные для практического занятия 27

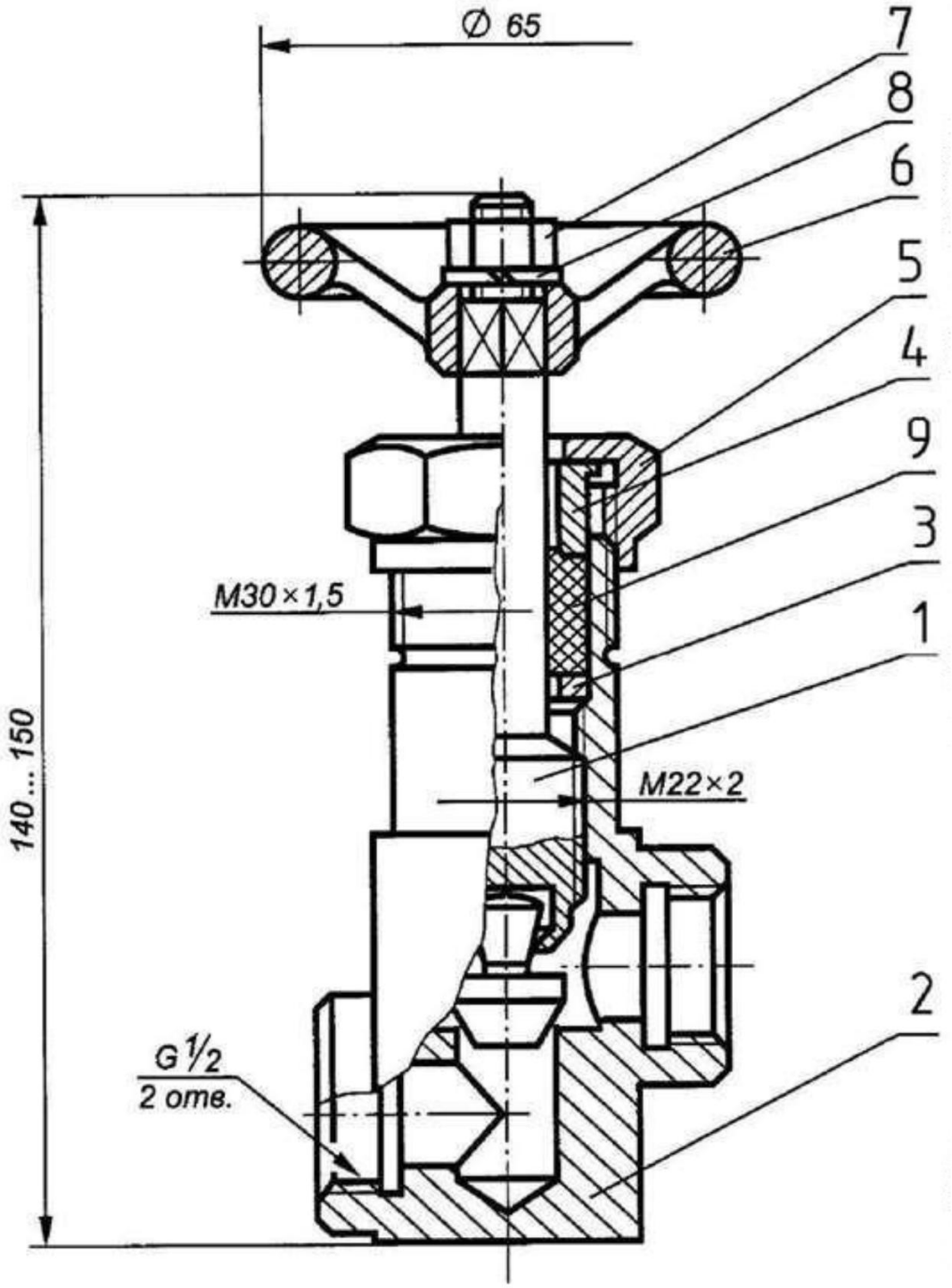
Вариант 1	Вариант 2
Вариант 3	Вариант 4
Вариант 5	Вариант 6

Продолжение таблицы 29

Вариант 7	Вариант 8
Вариант 9	Вариант 10
Вариант 11	Вариант 12

Таблица 30 - Данные для практического занятия 31

Вариант 1

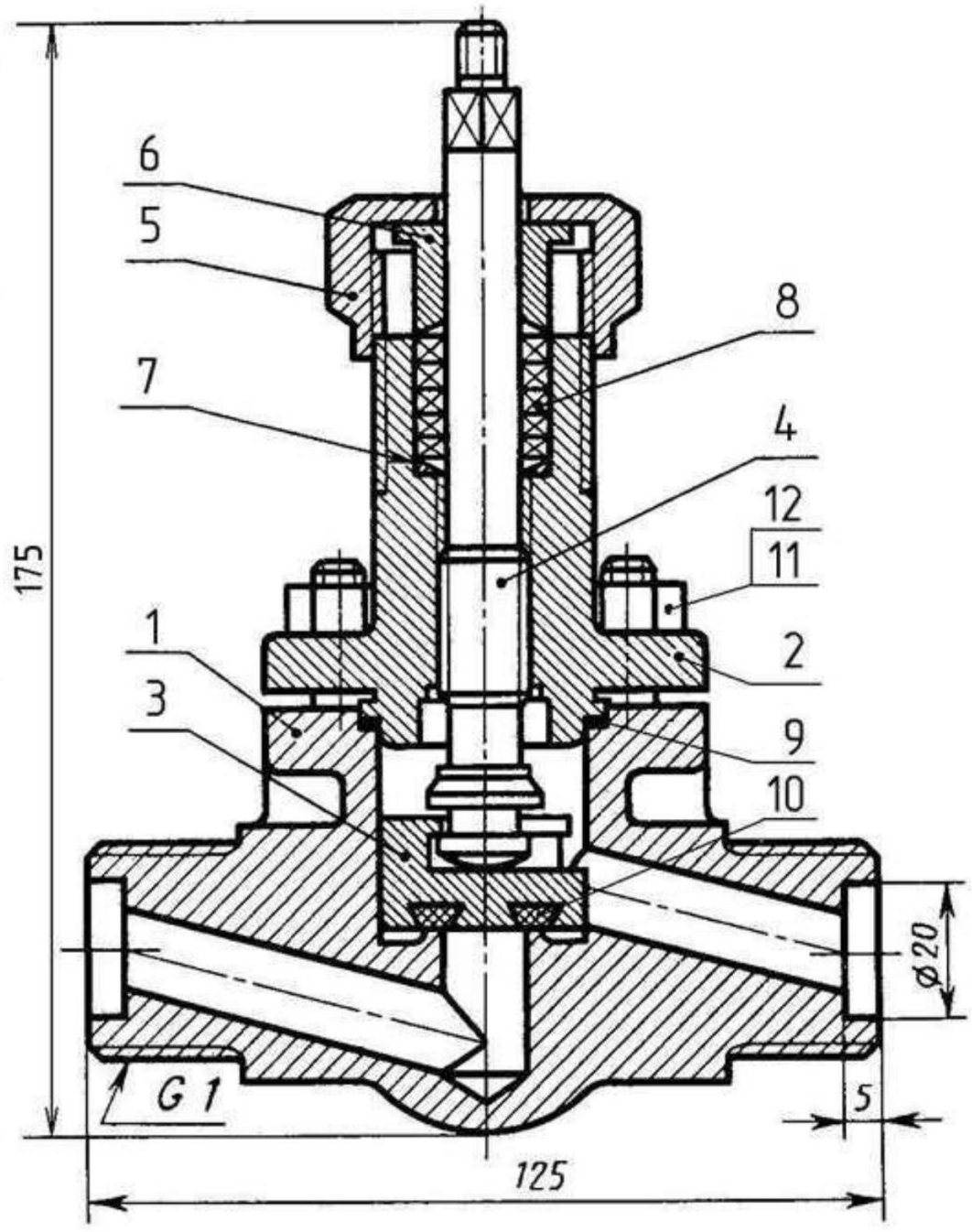


ПНЕВМОАППАРАТ КЛАПАННЫЙ

Наименование деталей:1 – шпиндель в сборе, 2 – корпус, 3 – кольцо, 4 – втулка, 5 – гайка,, 6 – маховик, 7 – гайка М8 по ГОСТ 5915–70, 8 – Шайба 8 по ГОСТ 6402–70, 9 – пенька

Продолжение таблицы 30

Вариант 2

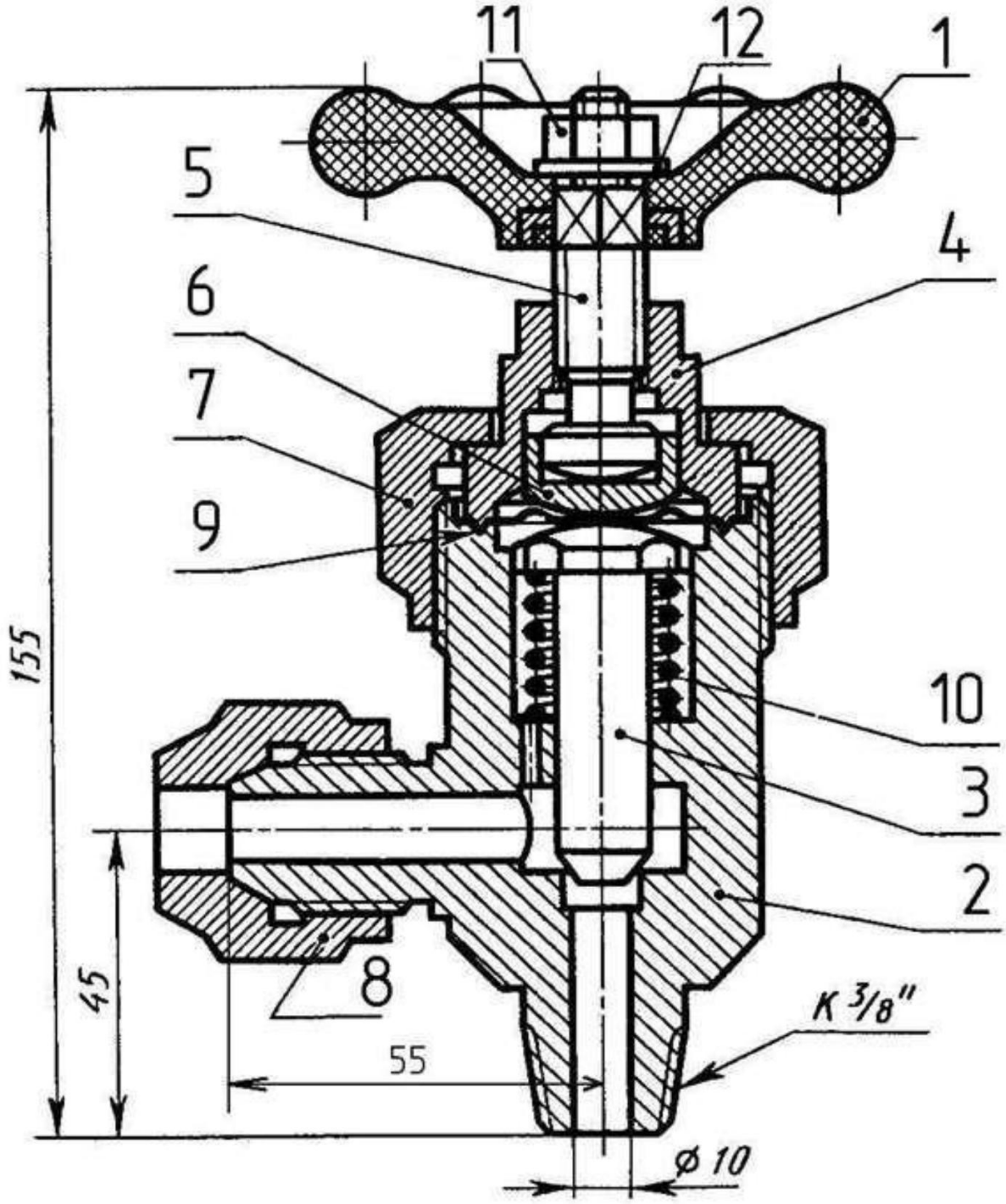


ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали , 2 – крышка, 3 – золотник, 4 – шпиндель с резьбой М14, 5 – гайка накидная с резьбой М33, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба специальная, 8 – асбест, 9 – прокладка паронитовая, 10 – уплотнение из баббита, 11 – шпилька М10 по ГОСТ 22032–76 (4 шт.), 12 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70

Продолжение таблицы 30

Вариант 3

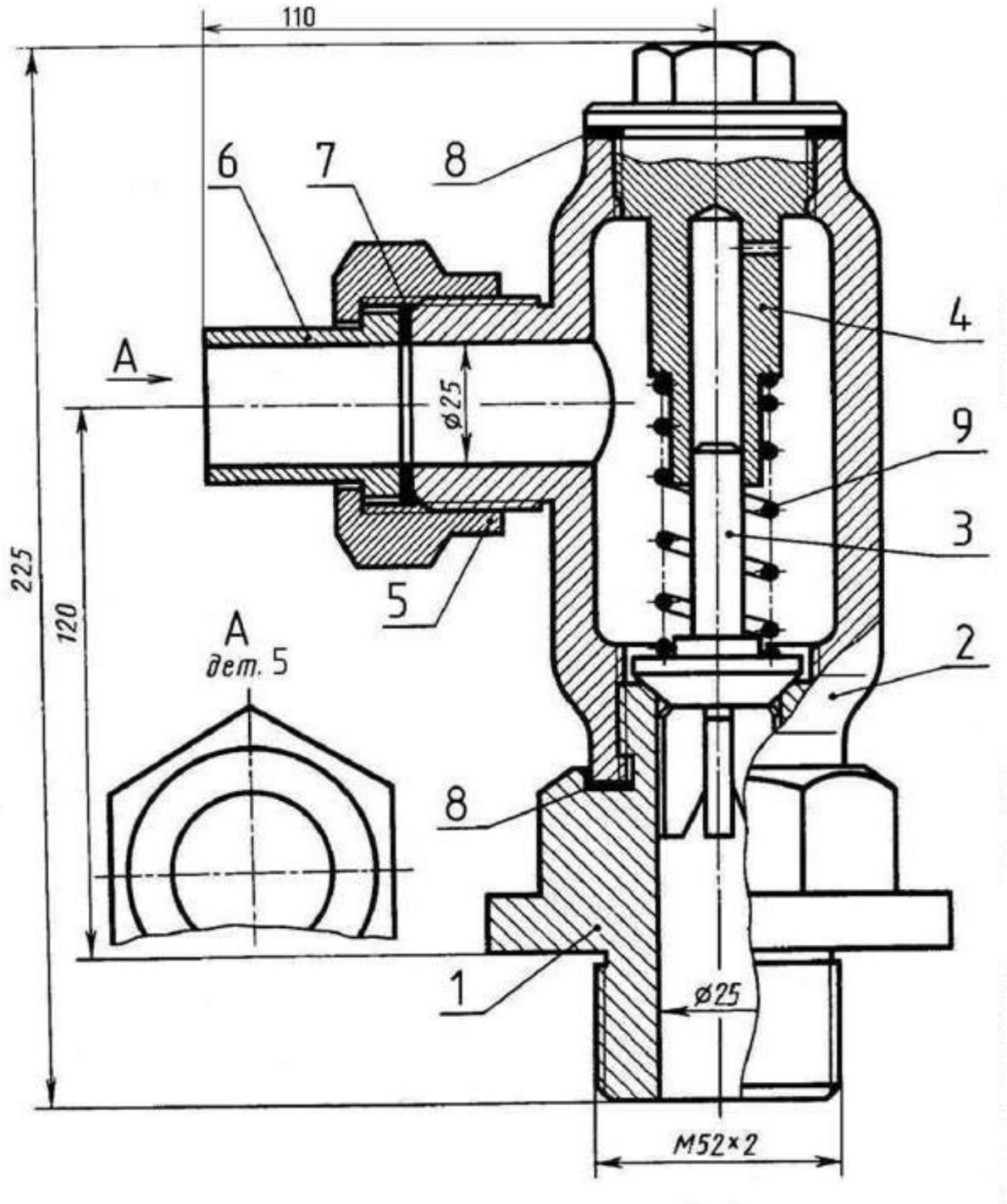


ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус из латуни, 3 – шток, 4 – крышка, 5 – шпиндель с резьбой М14, 6 – подпятник , 7 – гайка накидная с резьбой М52, 8 – гайка накидная с резьбой М24, 9 – мембрана, 10 – пружина, 11 – гайка М8 по ГОСТ 5915–70, 12 – шайба 8 по ГОСТ 1137178

Продолжение таблицы 30

Вариант 4

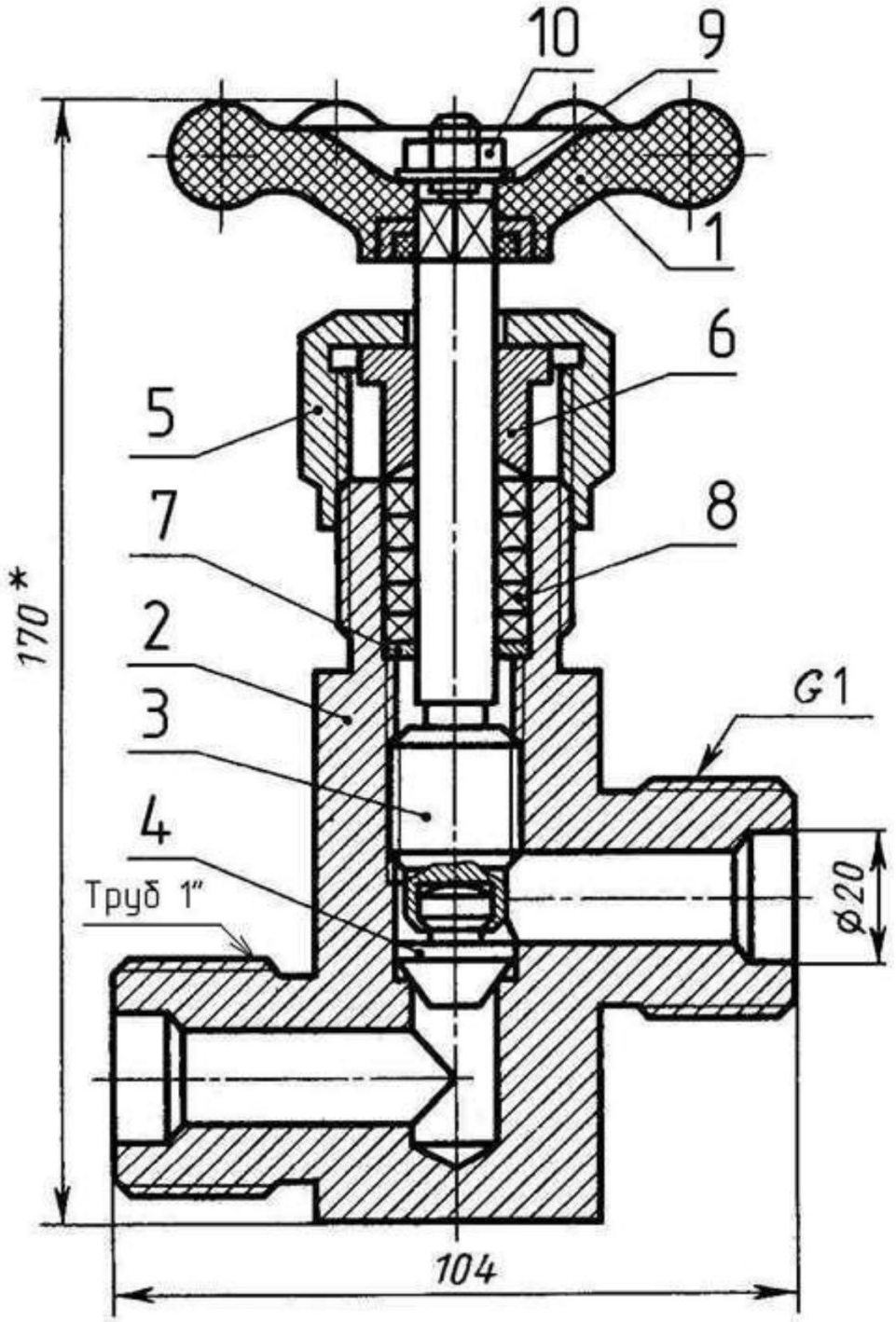


КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – штуцер, 2 – корпус из стали с резьбовыми отверстиями М42х2, 3 – золотник, 4 – крышка, 5 – гайка накидная с резьбой М42х2, 6 – патрубок, – прокладка резиновая, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина

Продолжение таблицы 30

Вариант 5

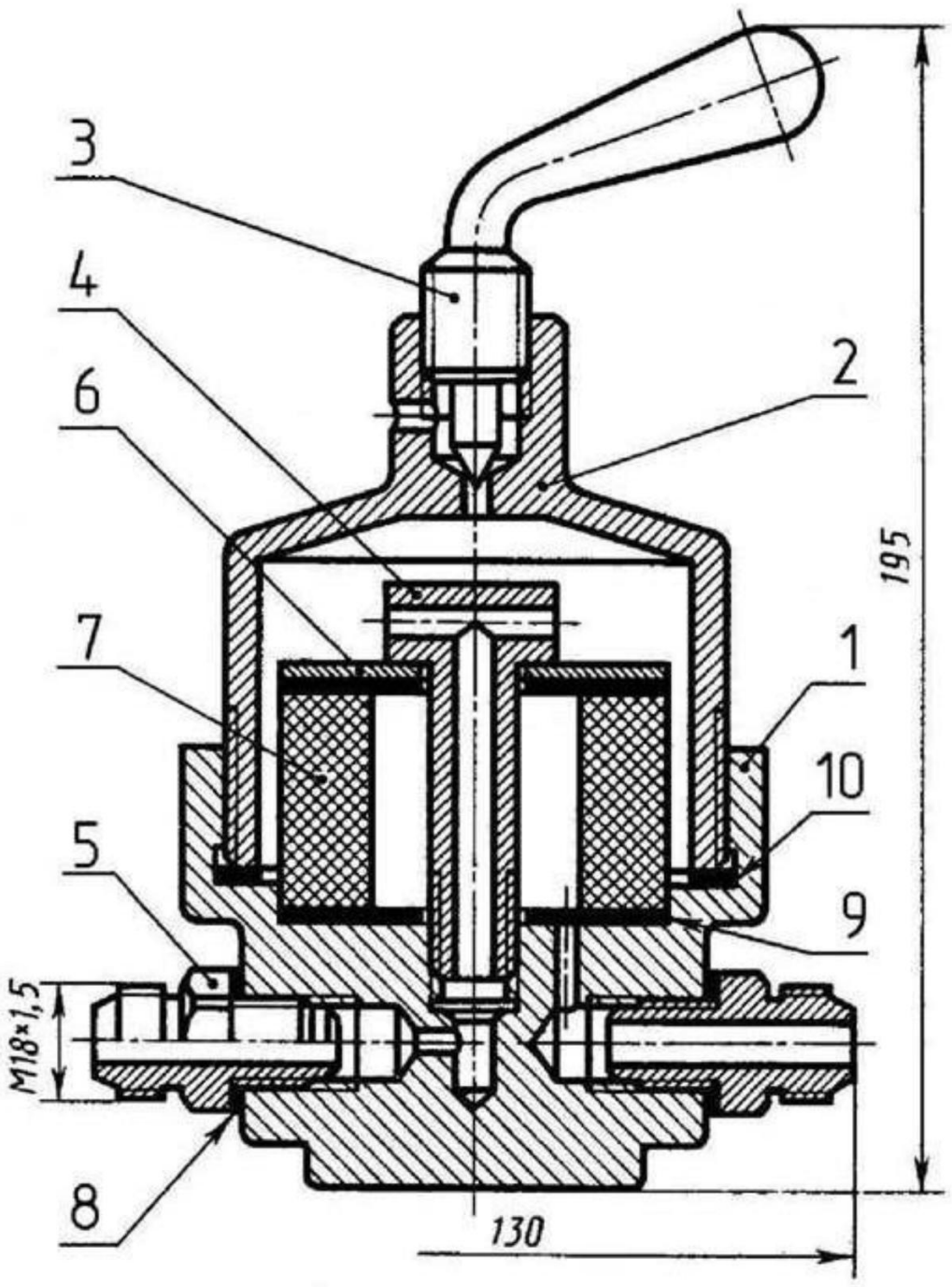


ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус стальной, 3 – шпиндель, 4 – золотник, 5 – гайка накидная с резьбой М36 х1,5, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба, 8 – набивка асбестовая, 9 – шайба 6 по ГОСТ 11371–78, 10 – гайка М6 по ГОСТ 5915–70

Продолжение таблицы 30

Вариант 6

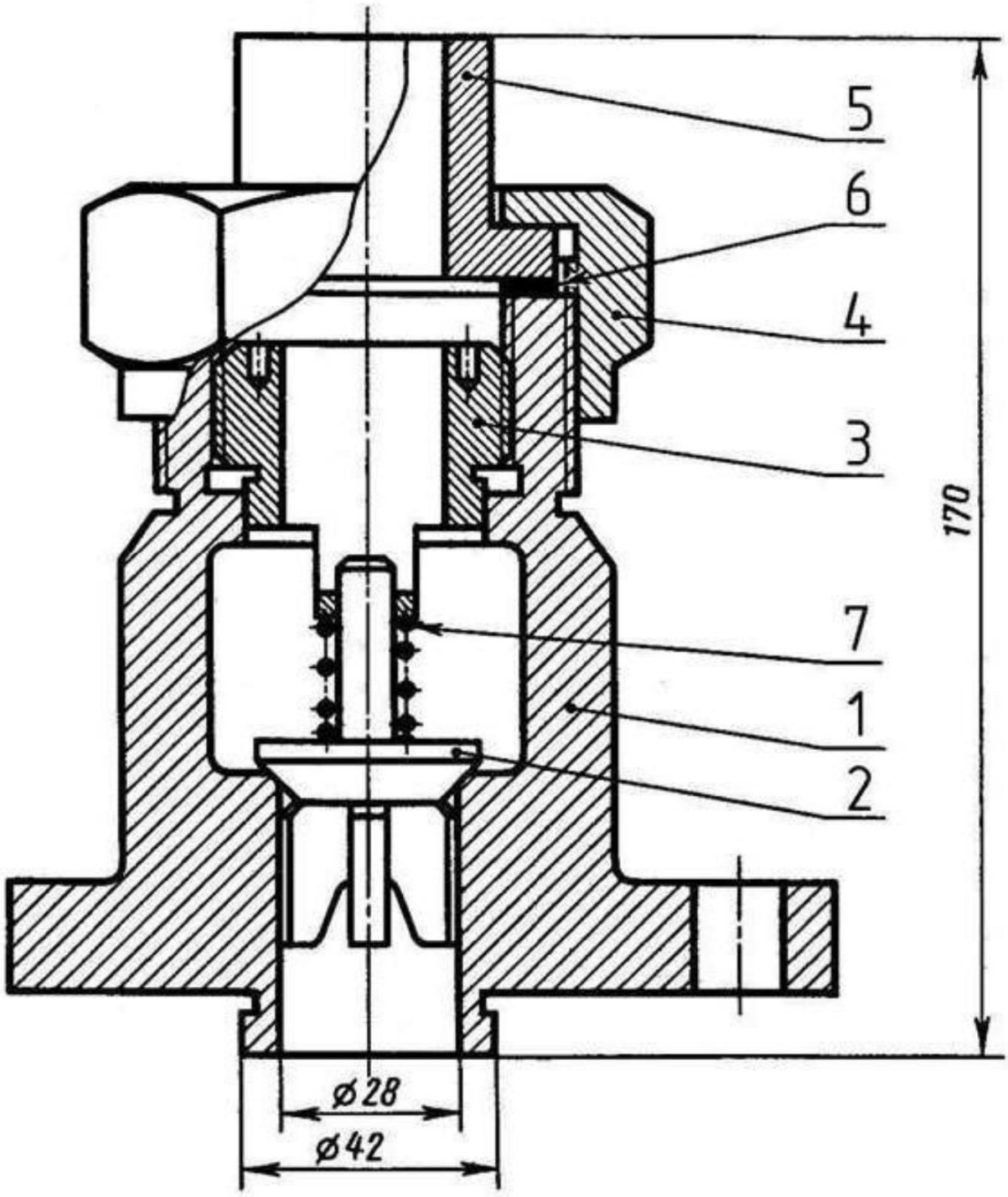


ФИЛЬТР ВОЗДУШНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой М80х3, 3 – рукоятка с резьбой М18, 4 – штуцер из латуни с резьбой М14х1, 5 – штуцер из стали (2шт.), 6 – шайба, 7 – фильтр, 8 – прокладка резиновая (2 шт.), 9 – прокладка резиновая (2 шт.) 10 – прокладка резинова

Продолжение таблицы 30

Вариант 7

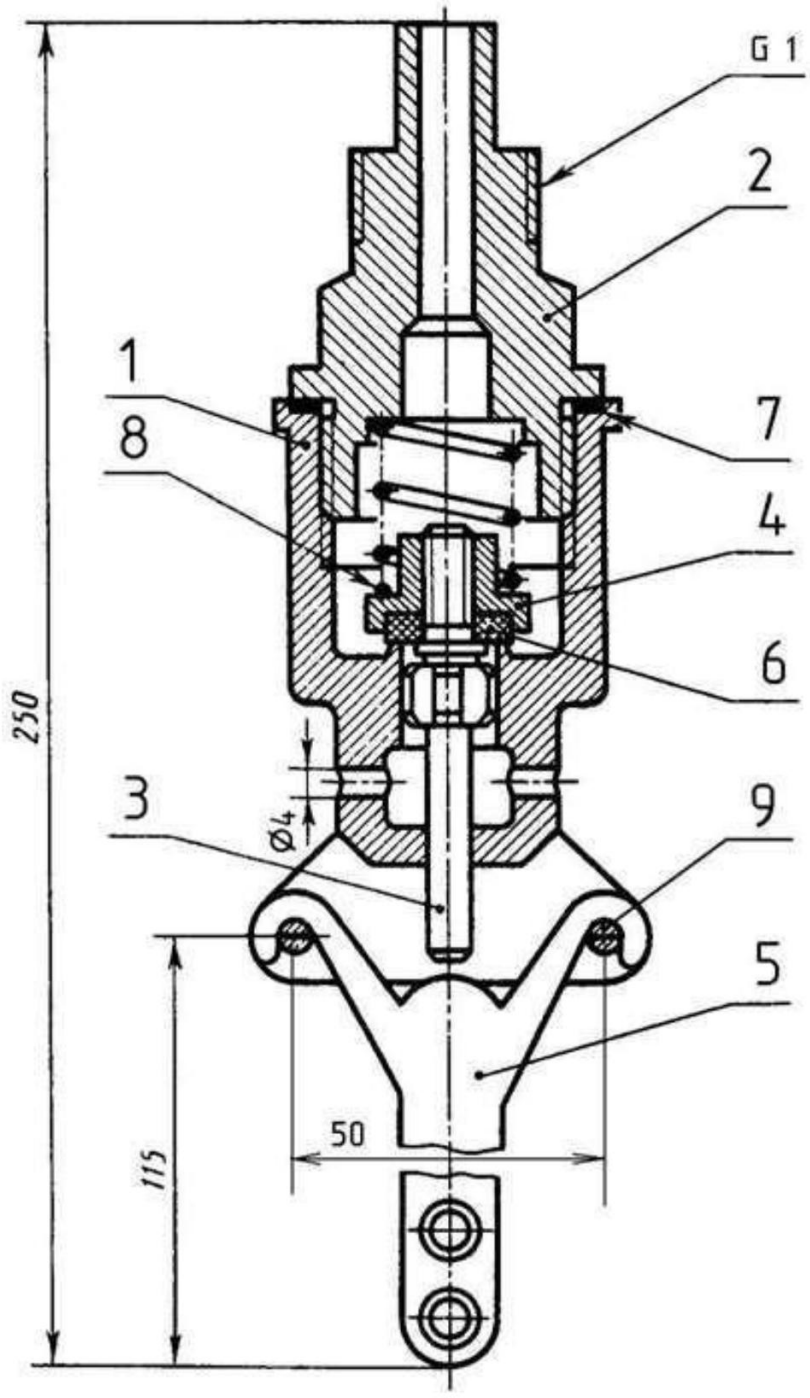


КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – золотник из латуни, 3 – втулка с резьбой М50, 4 – гайка накидная с резьбой М72х4, 5 – патрубок, 6 – прокладка из резины, 7 – пружина

Продолжение таблицы 30

Вариант 8

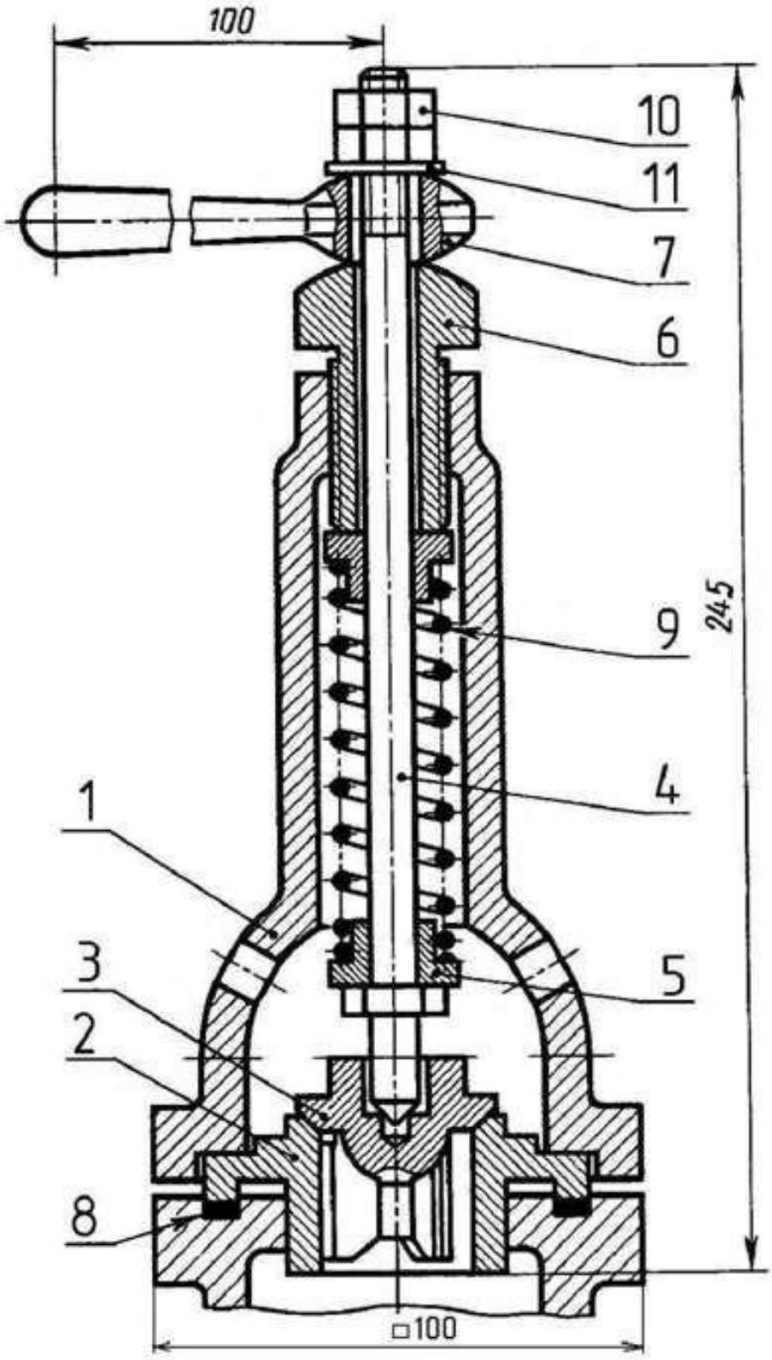


КЛАПАН ВЫПУСКНОЙ

Наименование деталей:1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой М40х1,5, 3– клапан из латуни с резьбой М6, 4 – гайка специальная, 5 – рукоятка, 6 – прокладка резиновая, 7 – прокладка резиновая, 8 – пружина, 9 – шплинт 6х30 по ГОСТ 397–79

Продолжение таблицы 30

Вариант 9

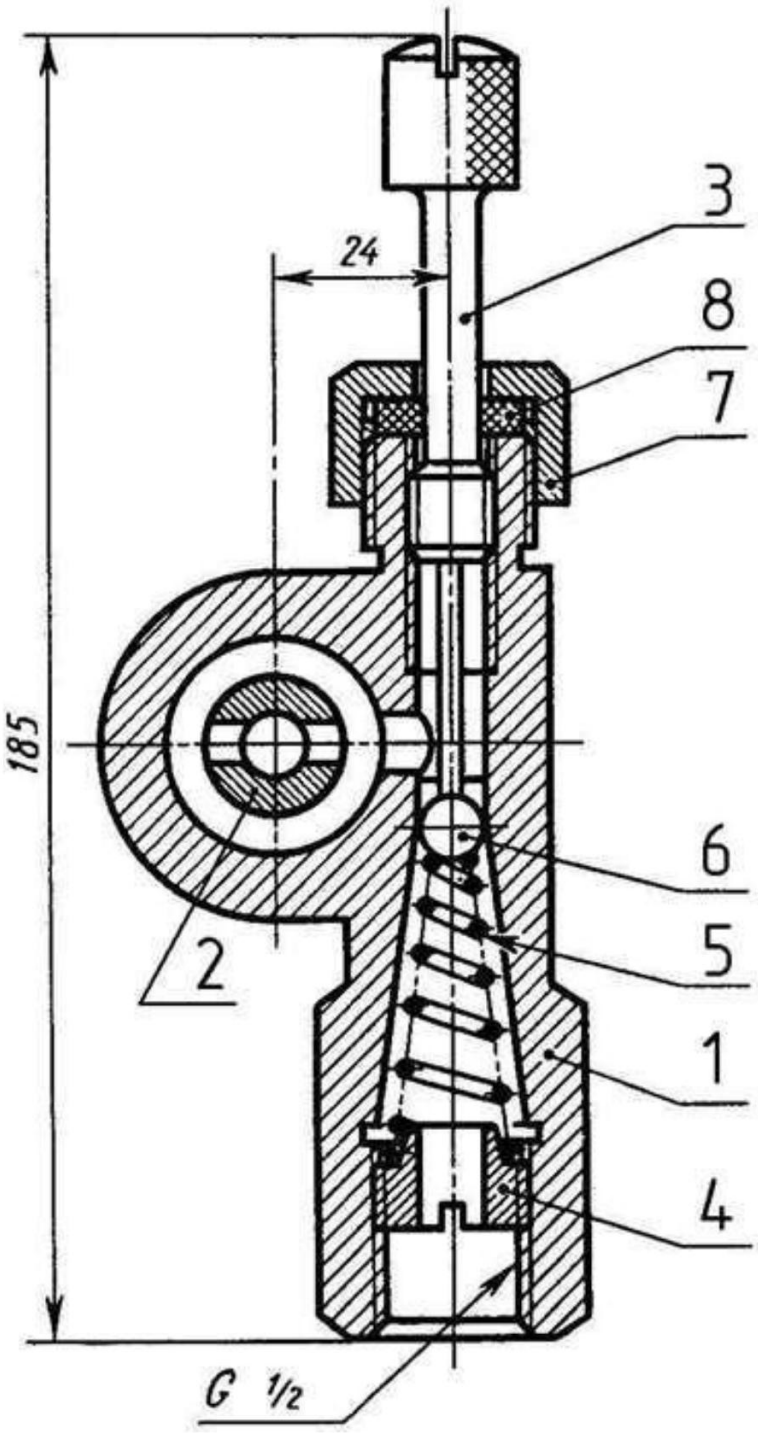


КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – седло, 3 – золотник из латуни, 4 – шток, 5 – тарелка пружины, 6 – втулка с резьбой М24, 7 – рукоятка, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина, 10 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70 (2 шт.), 11 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78

Продолжение таблицы 30

Вариант 10

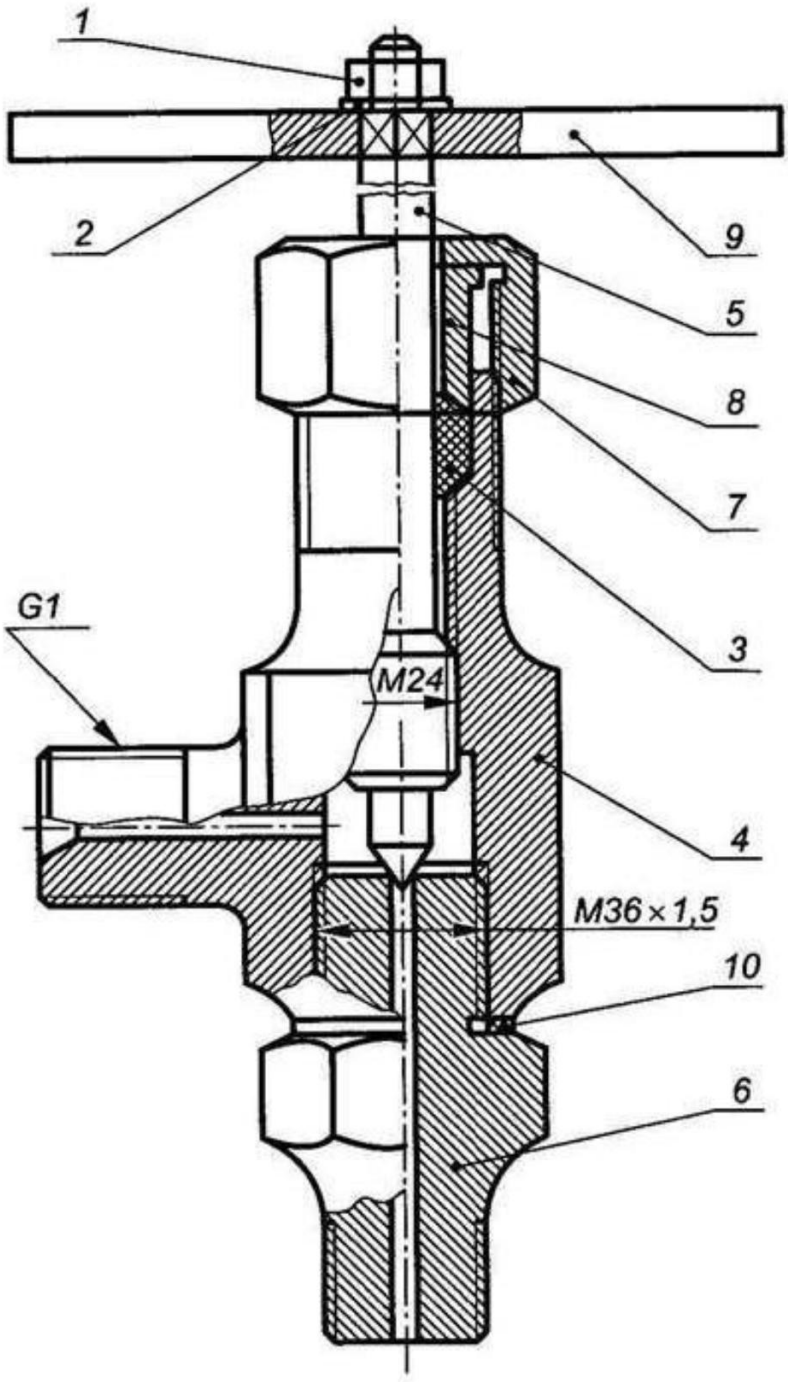


КЛАПАН РЕГУЛИРУЕМЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – штуцер, 3 – игла регулирующая с резьбой М14, 4 – гайка специальная, 5 – пружина, 6 – шарик, 7 – гайка накидная с резьбой М26, 8 – прокладка резиновая

Продолжение таблицы 30

Вариант 11

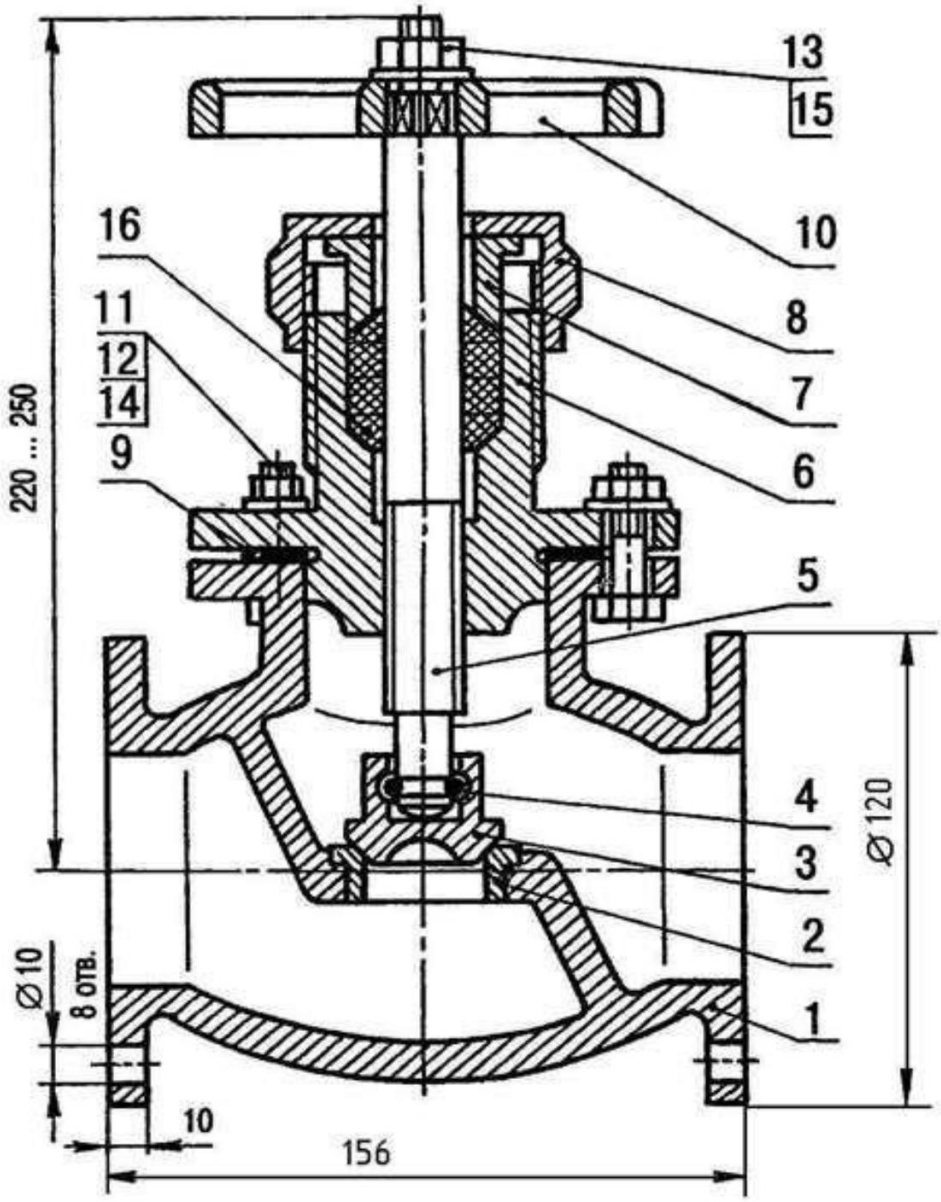


ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 2 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78, 3 – пенька ПП по ГОСТ 9993–74, 4 – корпус из стали, 5 – шпиндель с резьбой М24, 6 – штуцер с резьбой М36х1,5, 7 – гайка накидная с резьбой М42х2, 8 – втулка, 9 – рукоятка, 10 – прокладка

Продолжение таблицы 30

Вариант 12



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус чугунный, 2 – втулка стальная, 3 – золотник бронзовый, 4 – скоба , 5 – шпиндель с резьбой М14, 6 – крышка , 7 – втулка нажимная, 8 – гайка накидная с резьбой М60, 9 – прокладка, 10 – маховик 120х14 по ГОСТ 5260–75, 11– болт М8 по ГОСТ 7798–70, 12–гайка М8 по ГОСТ 5919–70, 13–гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 14–шайба 8 по ГОСТ 11971–78, 15–шайба 10 по ГОСТ 11971–78, 16–пенька по ГОСТ 9993–74; 0,017 кг

Приложение Б

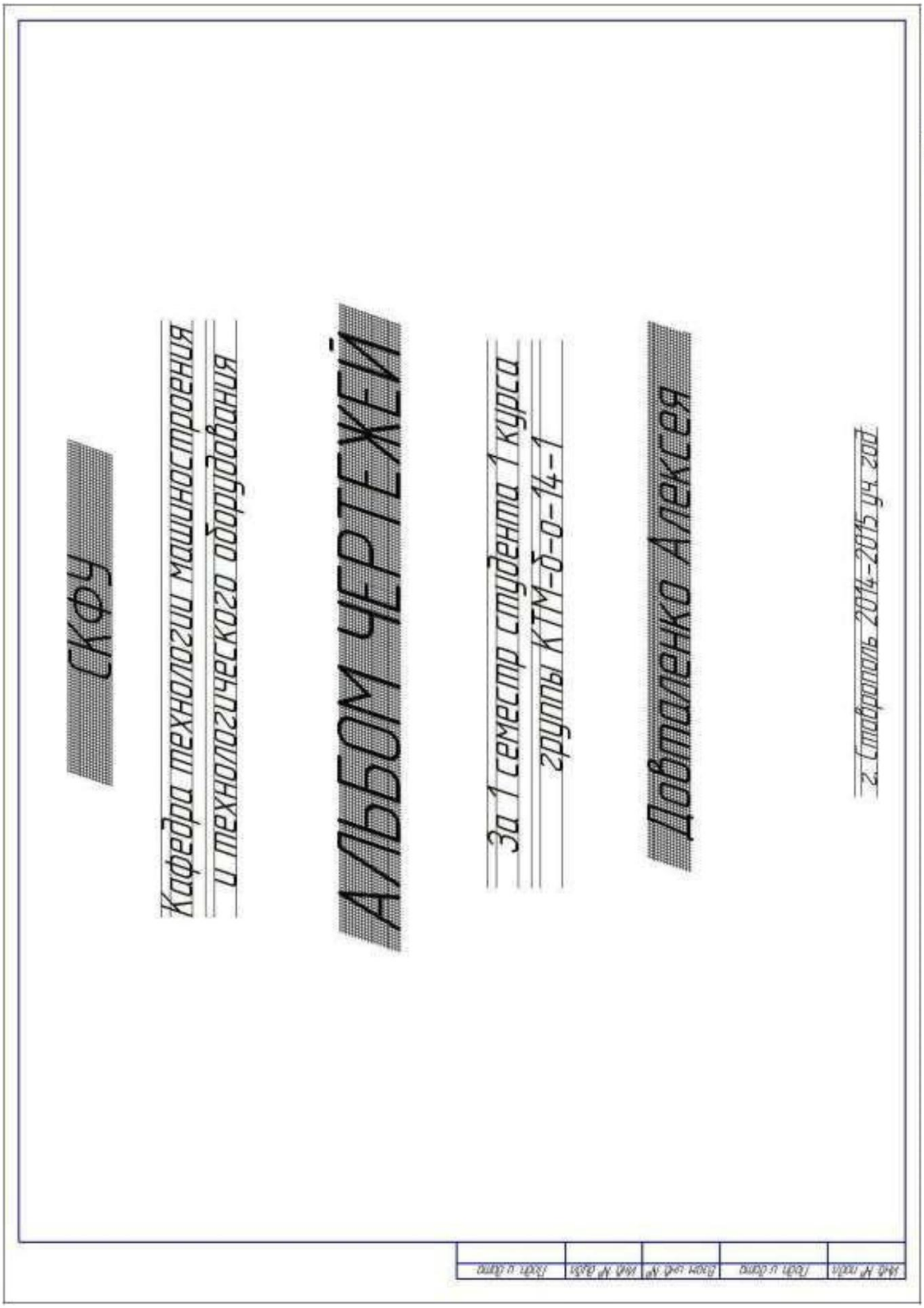


Рисунок 1 – Пример оформления титульного листа.

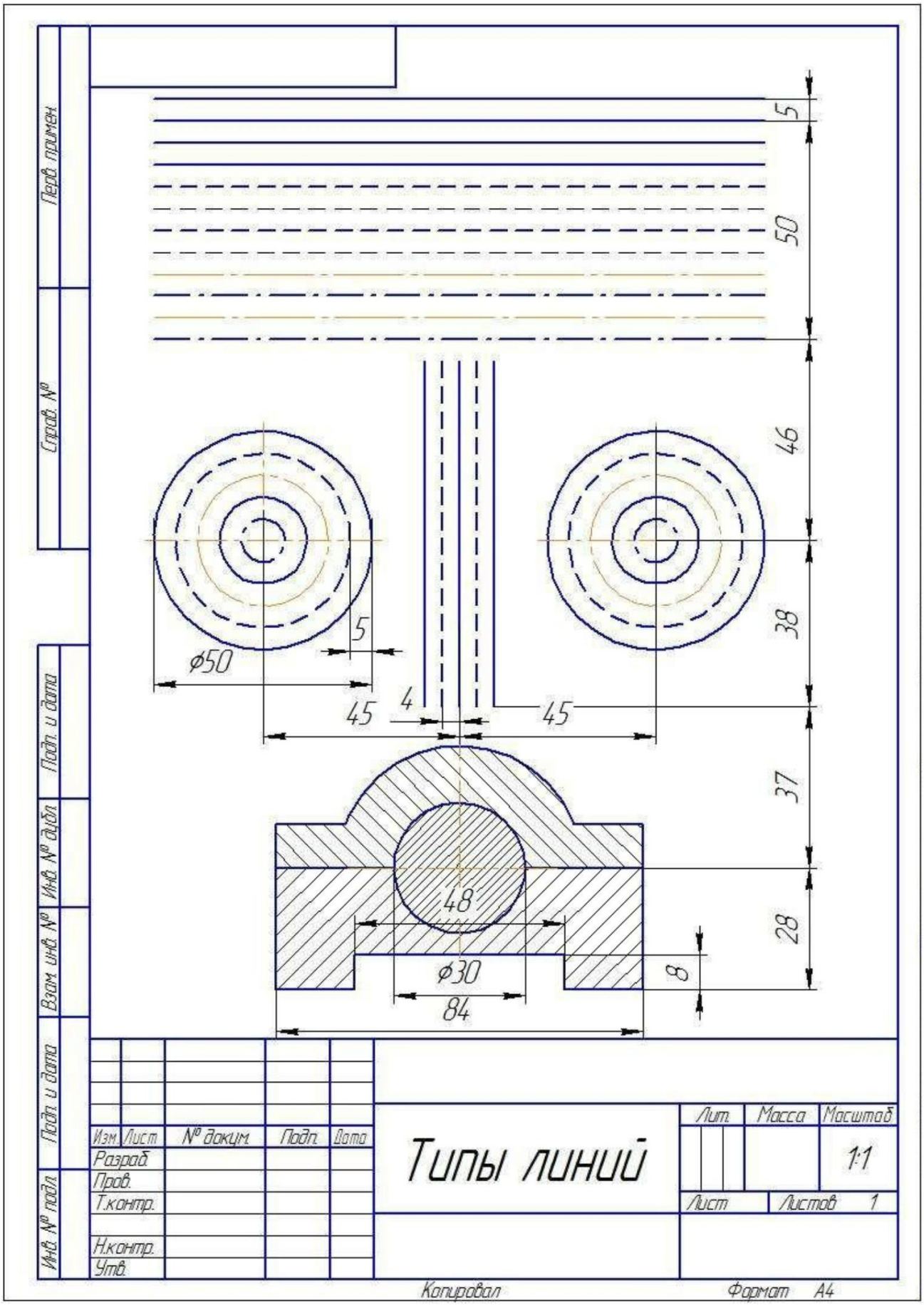


Рисунок 2 – Пример выполнения практического занятия 2

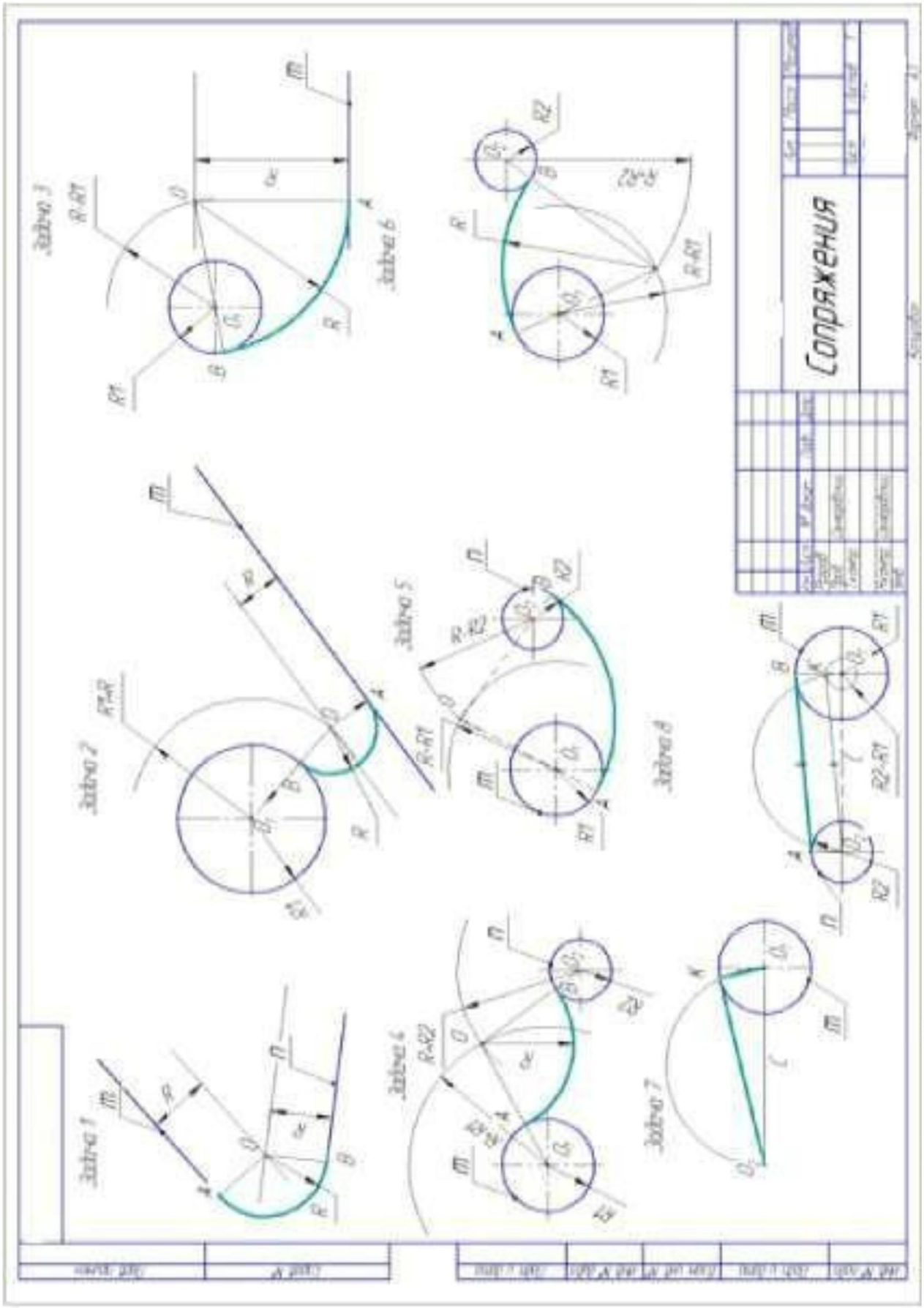


Рисунок 3 – Пример выполнения практического занятия 20

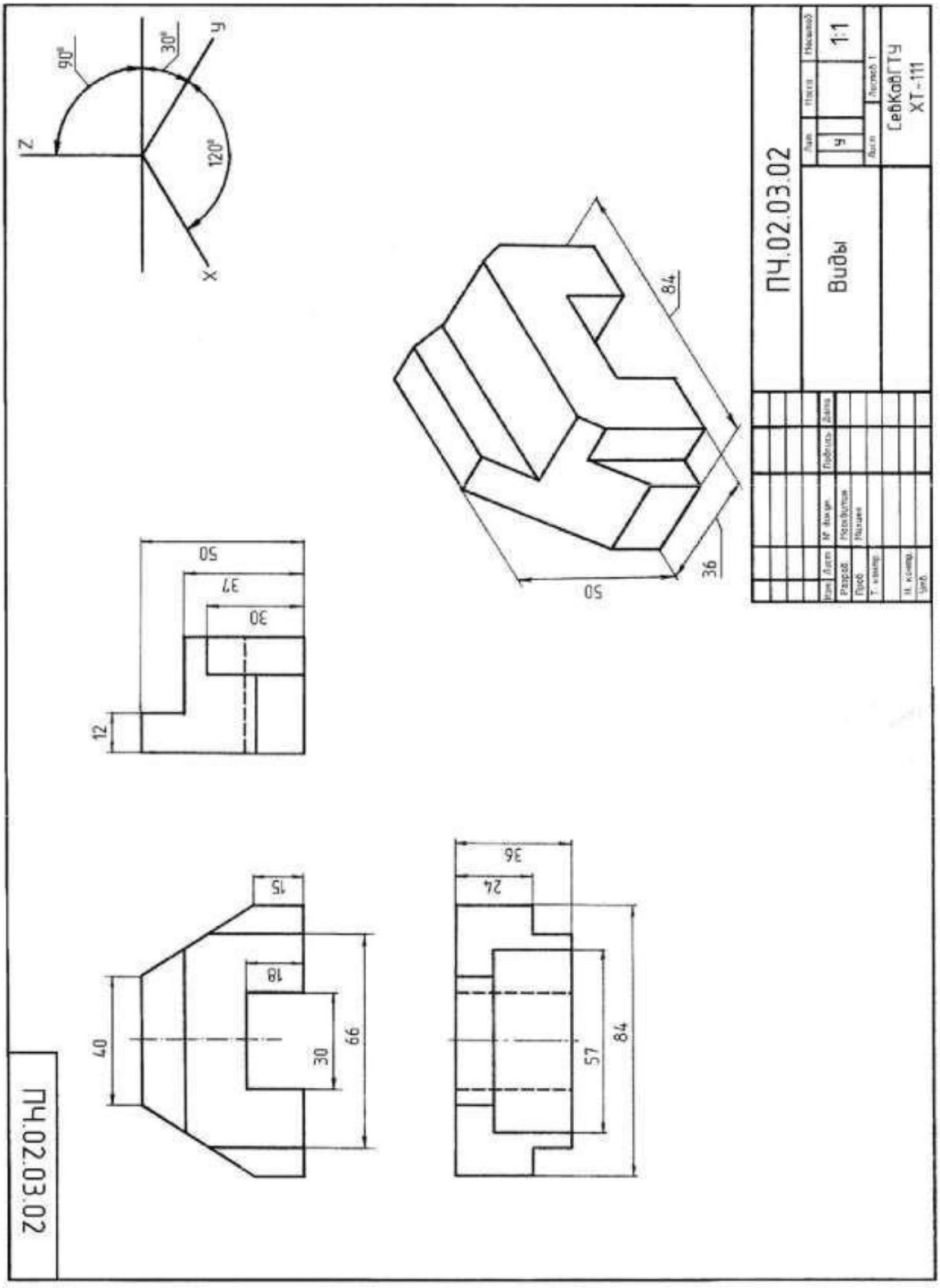


Рисунок 4 – Пример выполнения практического занятия 21

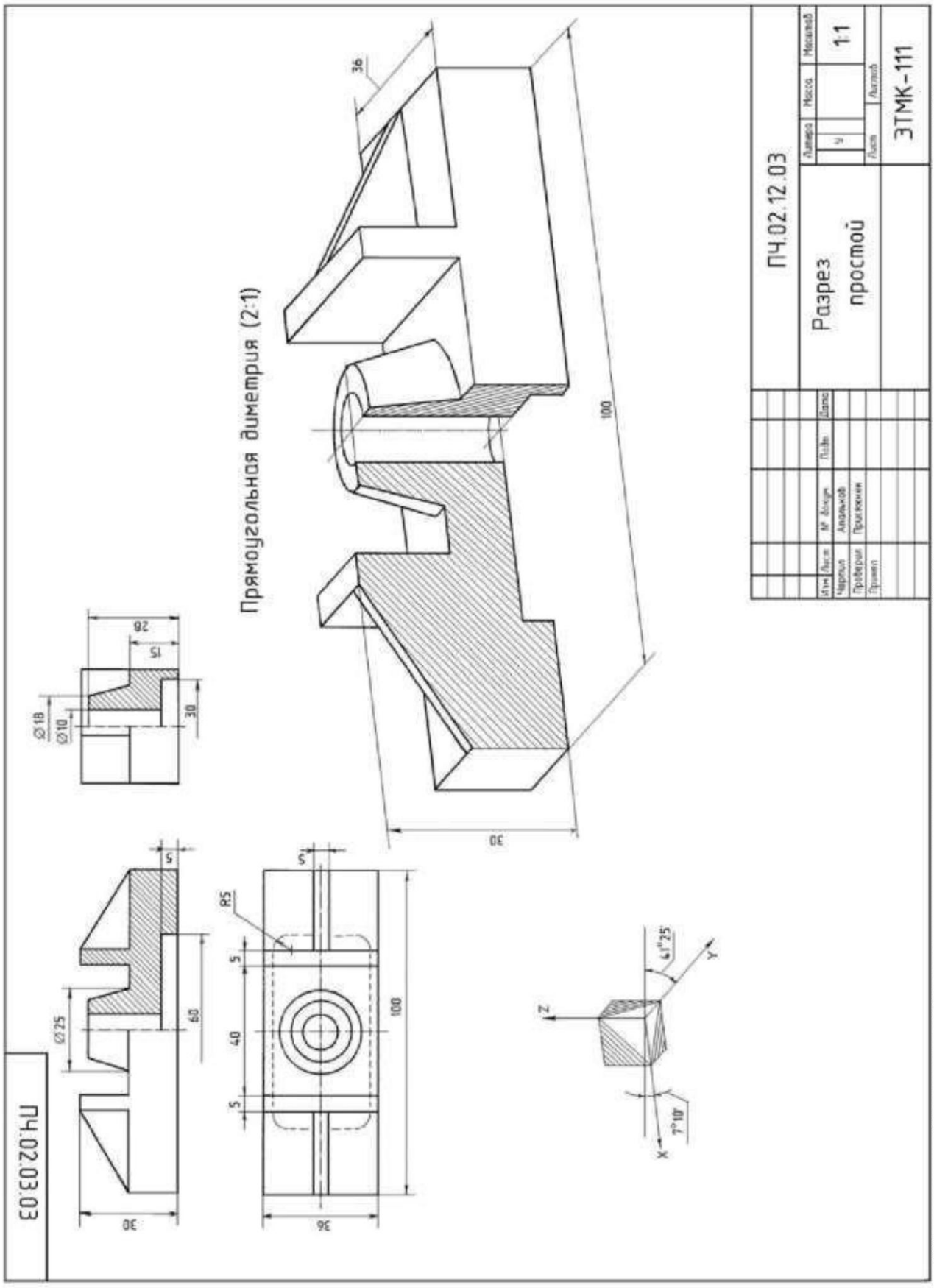


Рисунок 5 – Пример выполнения практического занятия 22

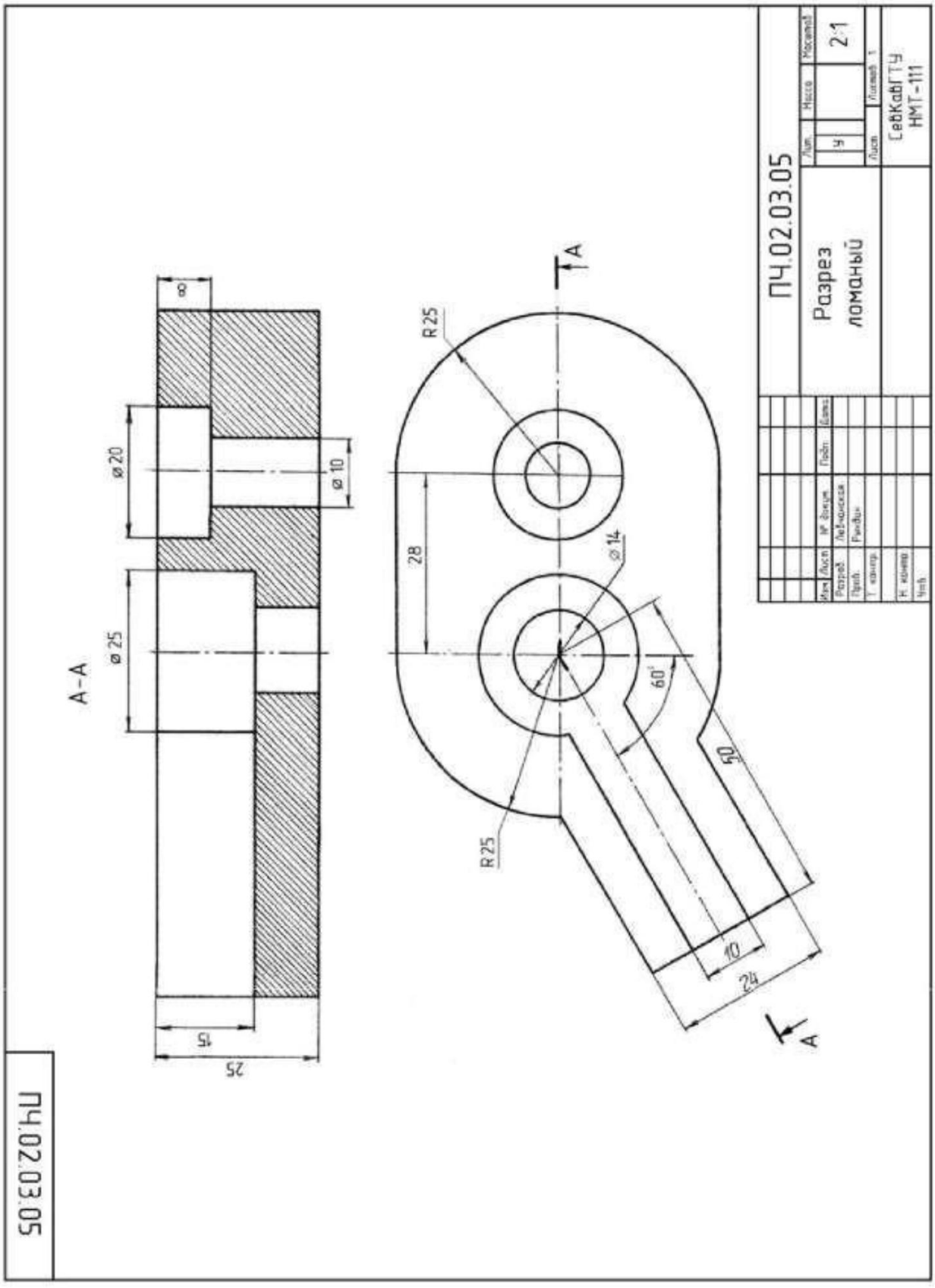


Рисунок 6 – Пример выполнения практического занятия 23

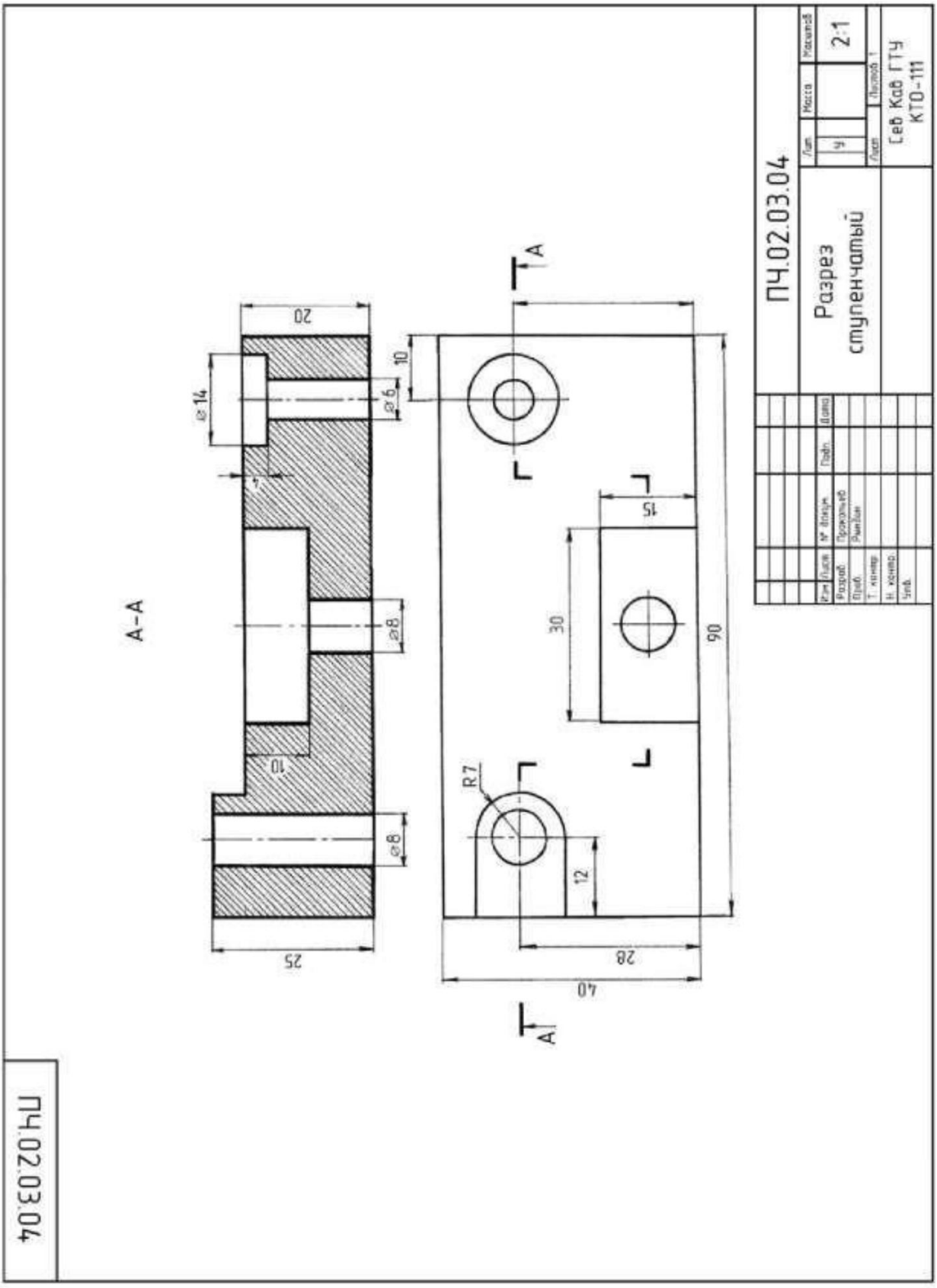


Рисунок 7 – Пример выполнения практического занятия 23

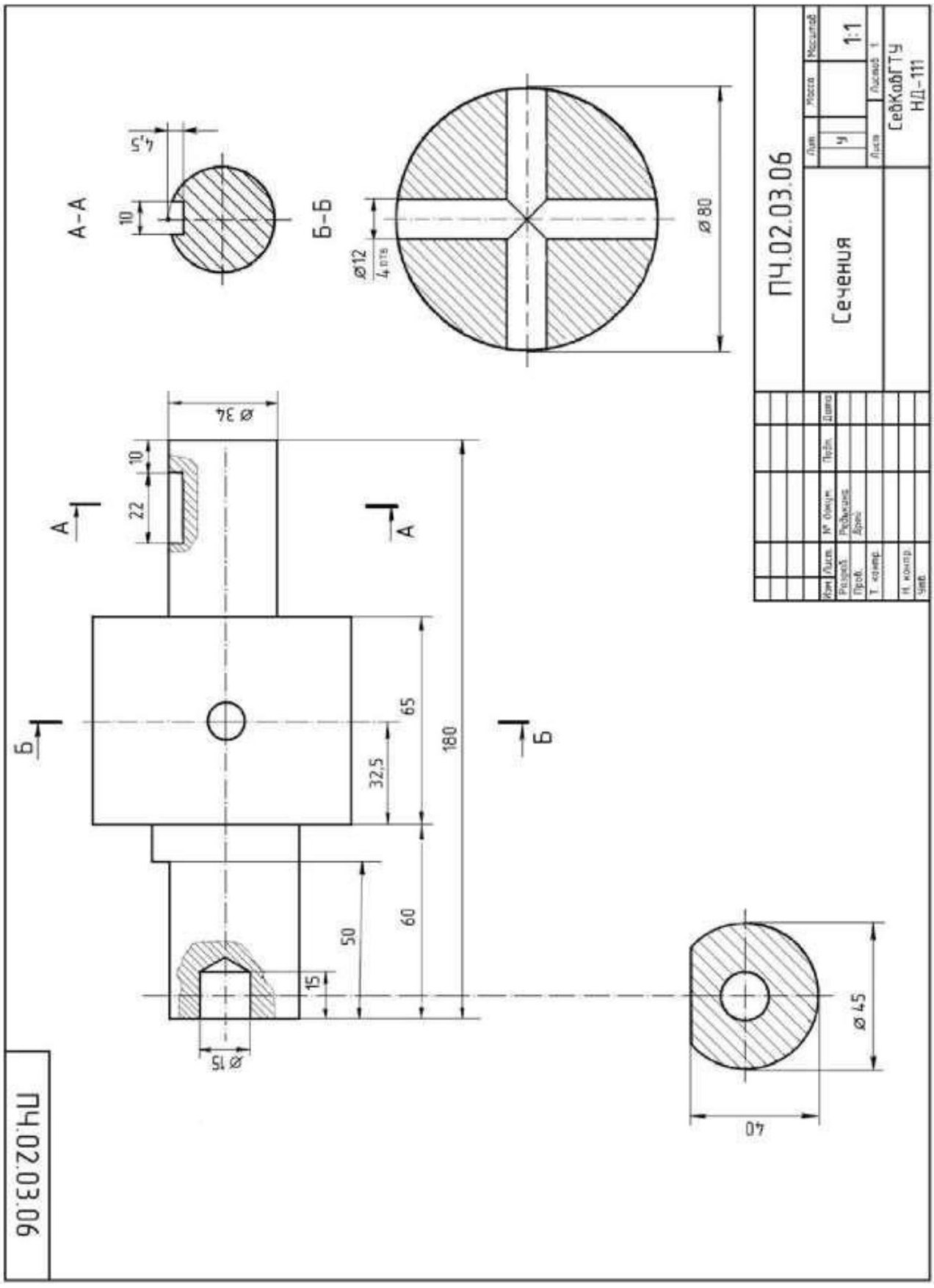


Рисунок 8 – Пример выполнения практического занятия 24

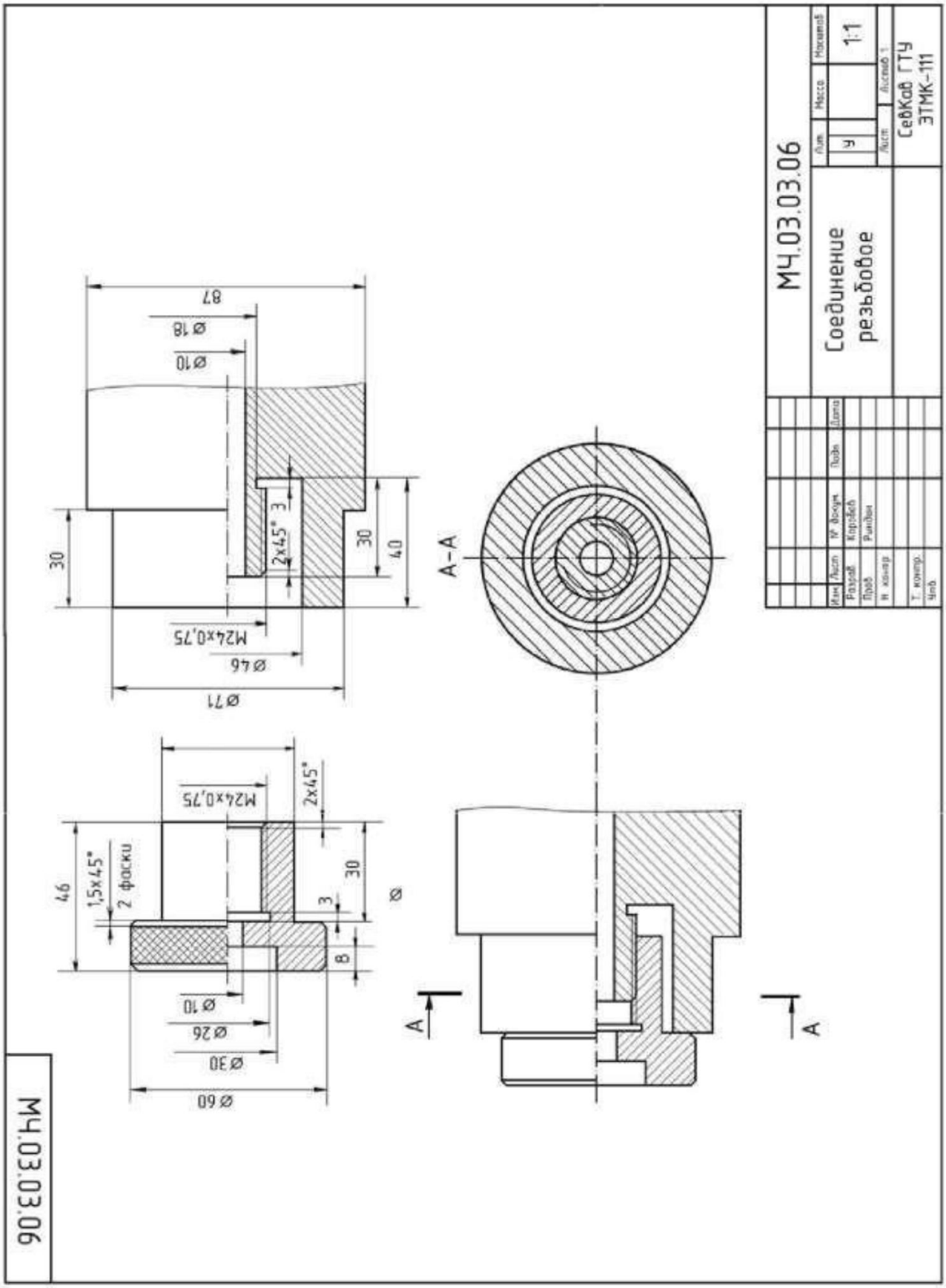


Рисунок 9 – Пример выполнения практического занятия 25

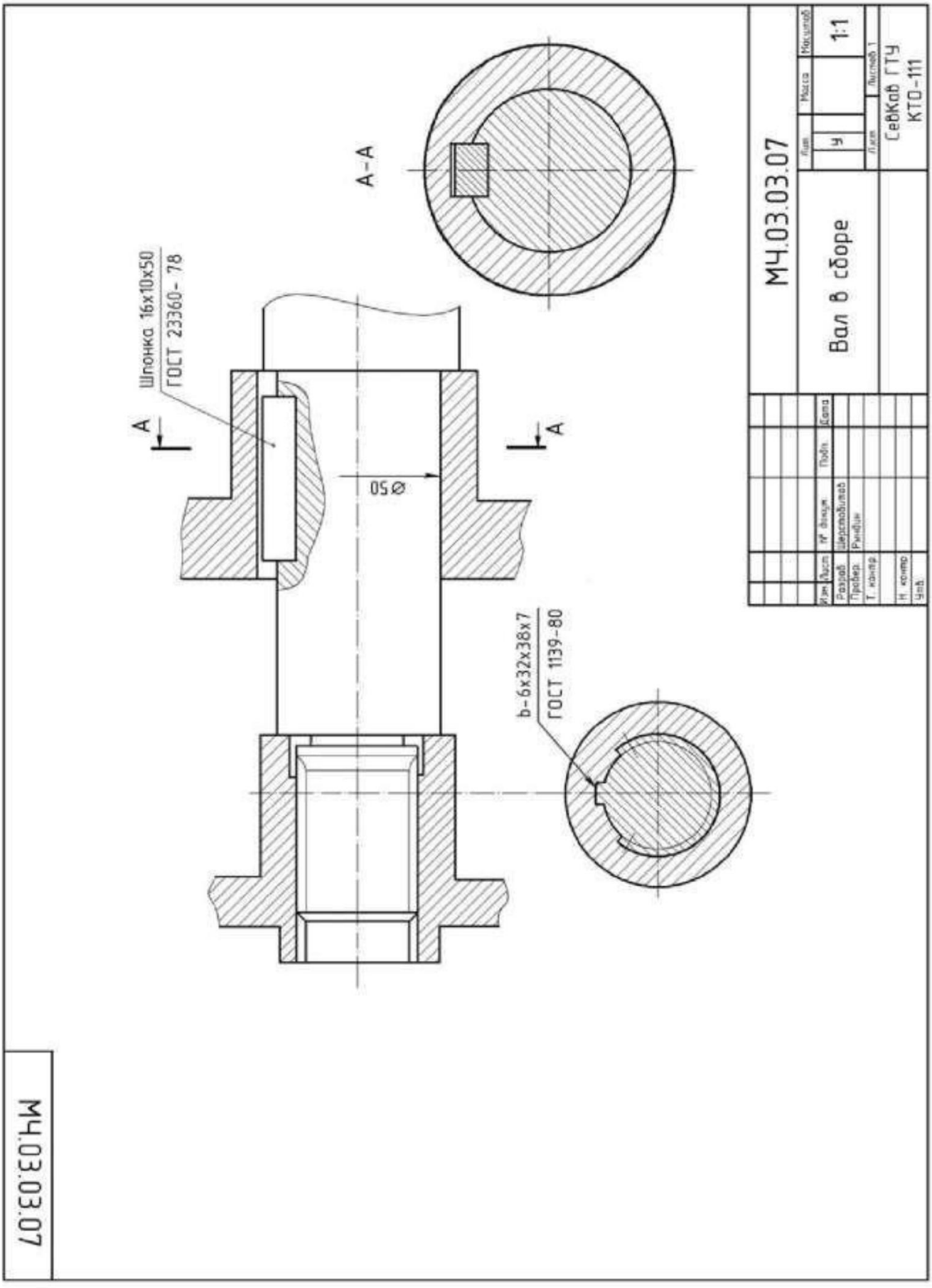


Рисунок10 – Пример выполнения практического занятия 26

Рисунок 11 – Пример выполнения практического занятия 27

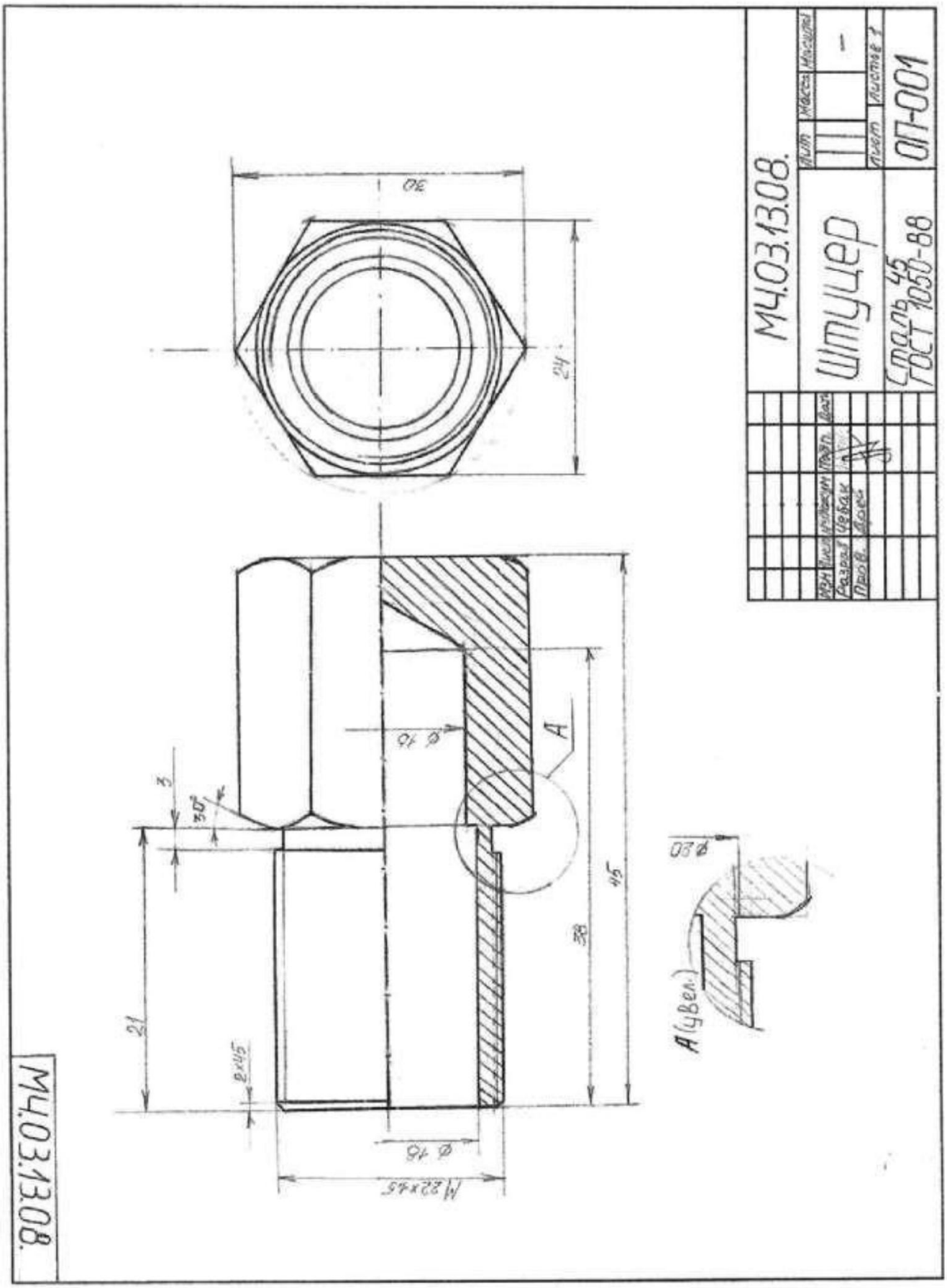


Рисунок 12 – Пример выполнения практического занятия 28

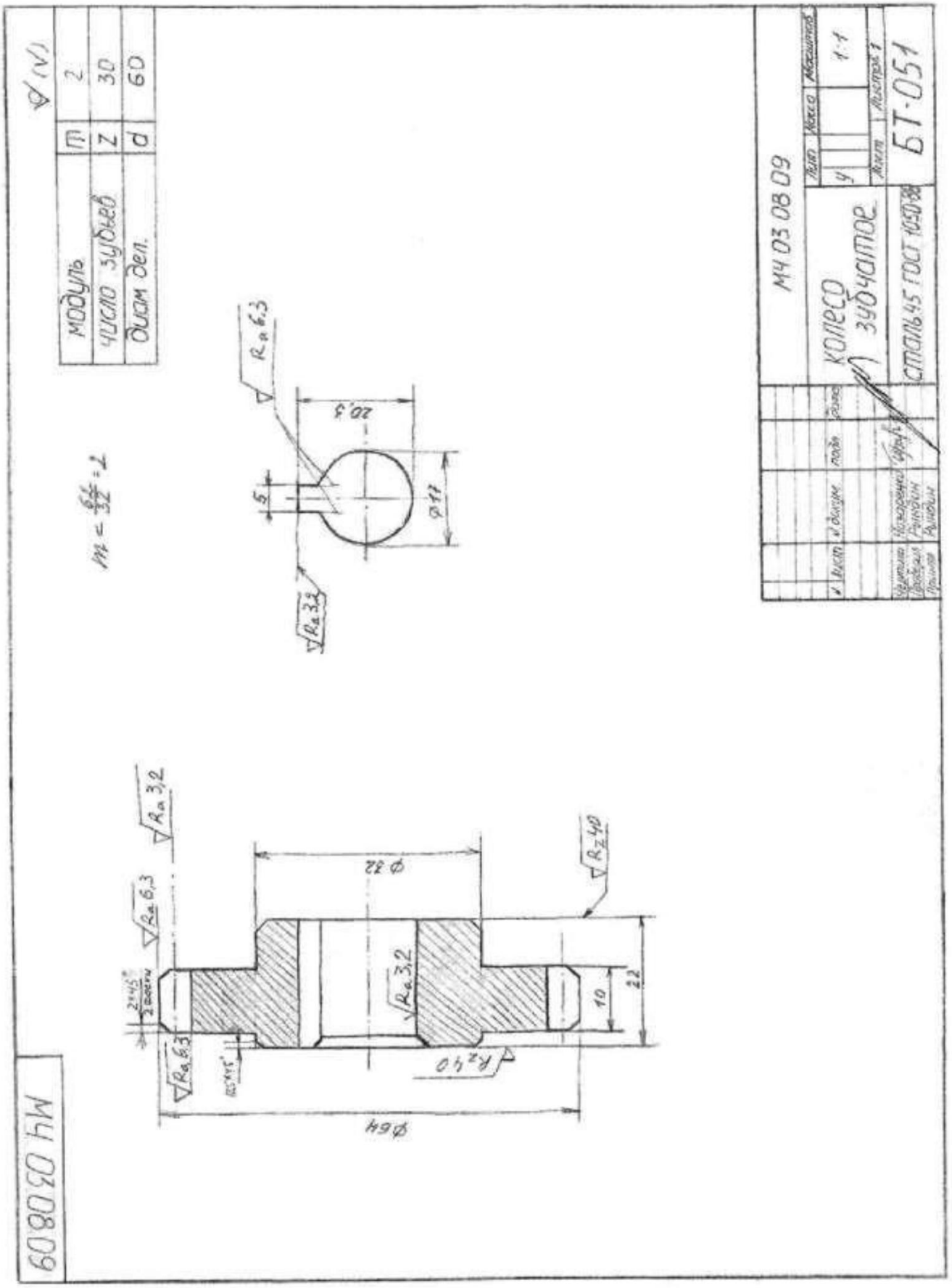


Рисунок 13 – Пример выполнения практического занятия 29

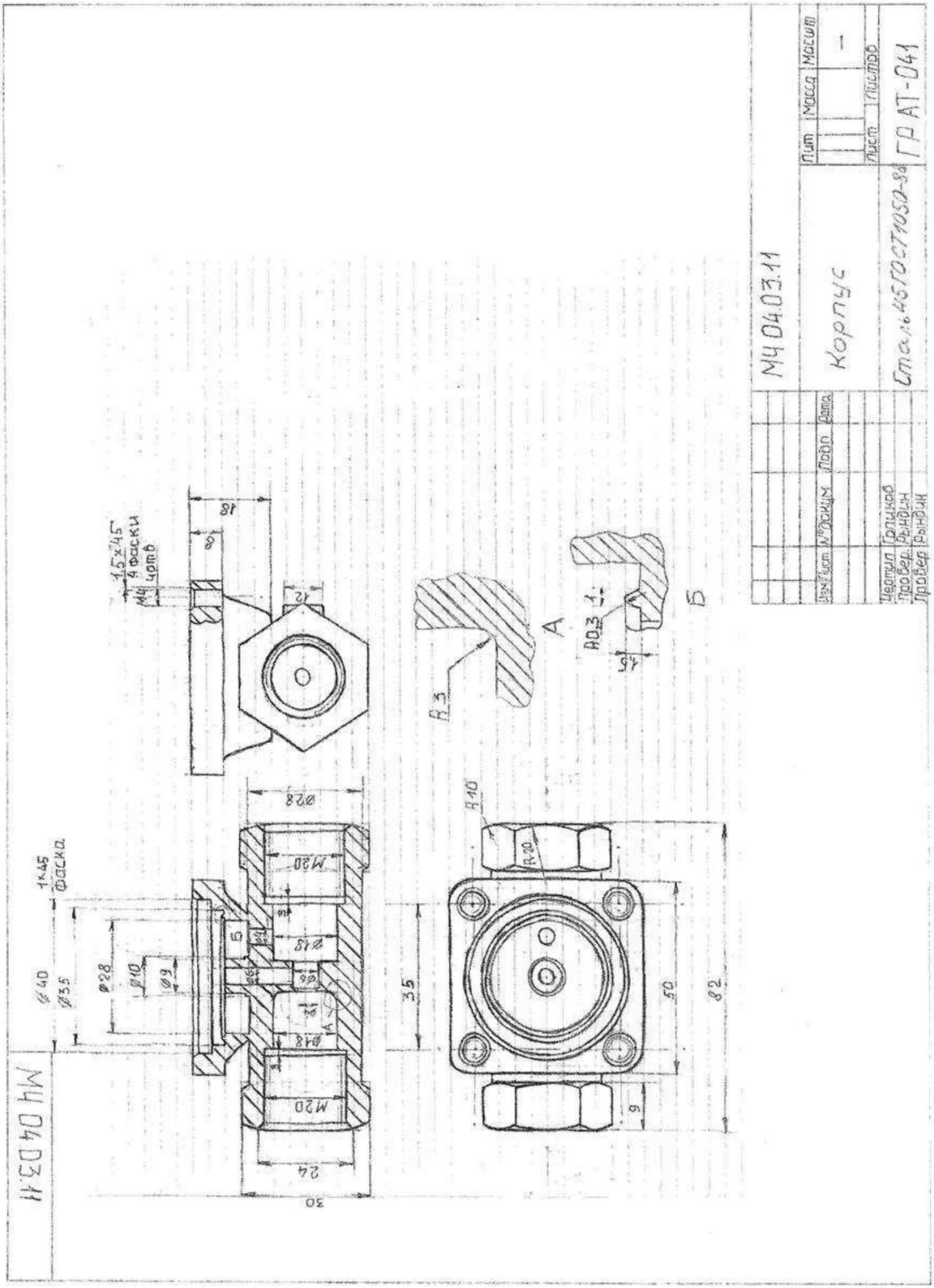


Рисунок 14 – Пример выполнения практического занятия 30

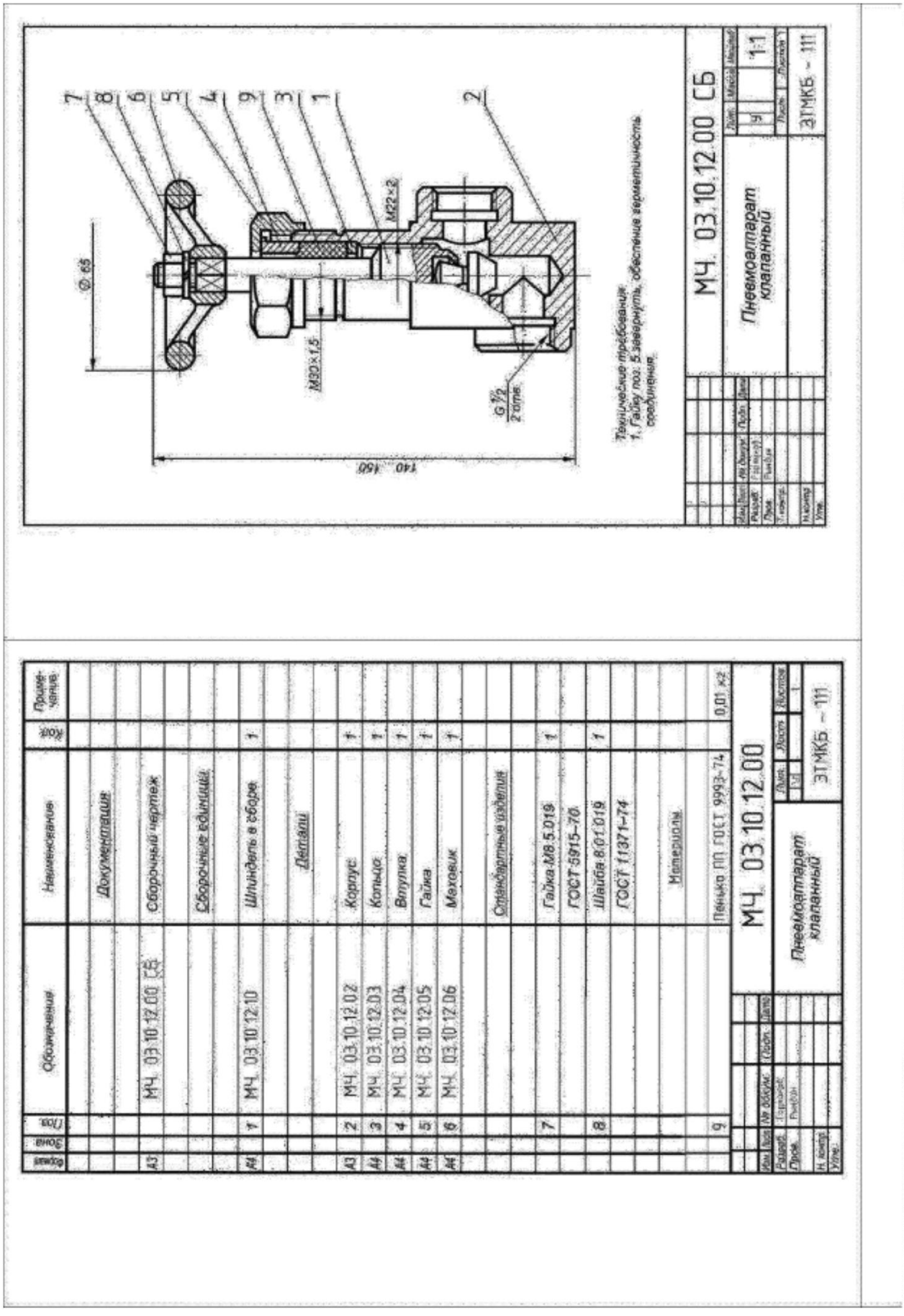


Рисунок 15 – Пример выполнения практического занятия 31,32,33

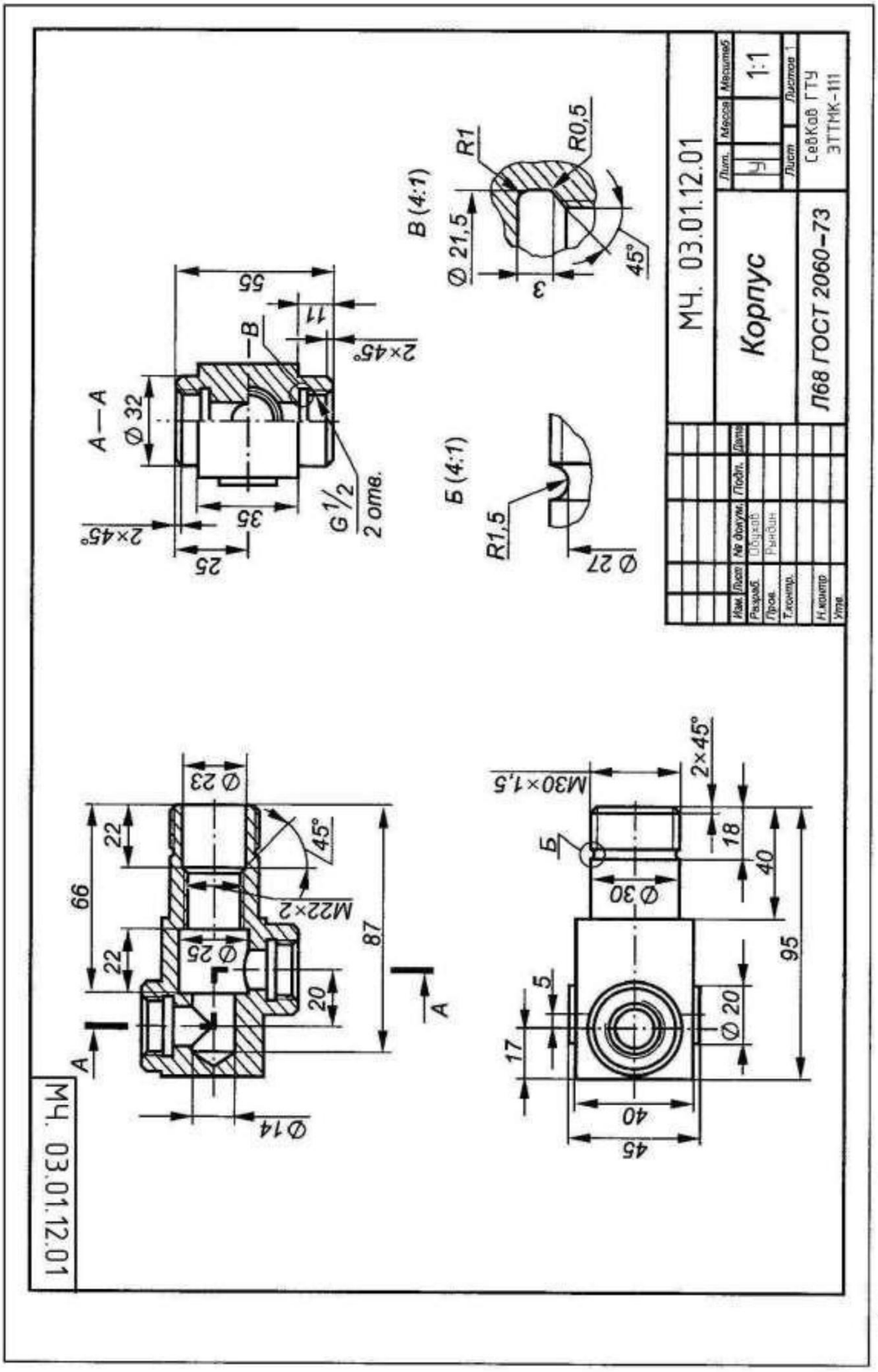


Рисунок 16 – Пример выполнения практического занятия 34

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ (ПРАКТИКУМ)

к практическим занятиям по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная компьютерная графика» для студентов направления подготовки 21.03.01 – Нефтегазовое дело

Составители: Врублевская С.С..
Дрей Л.С.,
Владыкина Ю.А.

Редактор:

_____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Ставрополь, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....2
2. Функции, задачи и виды самостоятельной работы студентов 2
3. Планирование и организация самостоятельной работы студента 5
4. Требования к организации внеаудиторной самостоятельной работ…....6
5. Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов…...6
6. Виды самостоятельной работы и средств технологии оценки.....8
7. Критерии оценки.....8
8. Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения.....9
9. Список рекомендуемой литературы 11

Введение

В связи с введением в образовательный процесс нового Федерального государственного образовательного стандарта все более актуальной становится задача организации самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа студентов (СРС) является одной из основных форм внеаудиторной работы при реализации учебных планов и программ.

Этот вид работы студентов в ВУЗе является одним из важных этапов в реализации и раскрытии соответствующих компетенций в изучении дисциплин.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студента предполагает, прежде всего, его научно-исследовательскую и практическую деятельность, поскольку именно эти виды учебной работы, в первую очередь, готовят к самостоятельному выполнению профессиональных задач. Конечной целью самостоятельной работы является организация самостоятельной познавательной деятельности, формирование умения самостоятельно анализировать информацию, выделять главное и второстепенное.

Функции, задачи и виды самостоятельной работы студентов

Необходимость организации со студентами разнообразной самостоятельной деятельности определяется тем, что удается разрешить противоречие между трансляцией знаний и их усвоением во взаимосвязи теории и практики. Самостоятельная работа выполняет ряд функций, к которым относятся:

Развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);

Информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной); •

Ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация);

Воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста);

Исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления). В основе самостоятельной работы студентов лежат следующие принципы: развития творческой деятельности, целевого планирования, личностного подхода.

Задачи самостоятельной работы студентов:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную 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.

В учебном процессе высшего учебного заведения выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Внеаудиторная самостоятельная работа включает такие формы работы, как:

- индивидуальные занятия (домашние занятия):
- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником и конспектом лекции);
- изучение рекомендуемых литературных источников;
- конспектирование источников;
- работа со словарями и справочниками;
- использование аудио- и видеозаписи;
- работа с электронными информационными ресурсами и ресурсами Internet;

☐ составление плана и тезисов ответа на практическое или лабораторное занятие;

☐ составление схем, таблиц, для систематизации учебного материала;

☐ выполнение тестовых заданий;

☐ решение задач;

☐ подготовка презентаций;

☐ ответы на контрольные вопросы;

☐ аннотирование, реферирование текста;

☐ написание эссе, тезисов, докладов;

☐ работа с компьютерными программами;

☐ подготовка к экзамену.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины. Распределение объема времени на внеаудиторную самостоятельную работу в режиме дня студента не регламентируется расписанием. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента.

Планирование и организация самостоятельной работы студента Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня. *Задачи преподавателя по планированию и организации самостоятельной работы студента:*

1. Составление плана самостоятельной работы студента по дисциплине.

2. Разработка и выдача заданий для самостоятельной работы.

3. Обучение студентов методам самостоятельной работы

4. Организация консультаций по выполнению заданий (устный инструктаж, письменная инструкция).

5. Контроль за ходом выполнения и результатом самостоятельной работы студента.

Студент должен знать:

☐ какие разделы и темы дисциплины предназначены для самостоятельного изучения (полностью или частично);

☐ какие формы самостоятельной работы будут использованы в☐ соответствии с рабочей программой;

☐ какая форма контроля и в какие сроки предусмотрена.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу студентов являются:

☐ рабочая учебная программа дисциплины;

☐ учебно-методический комплекс по дисциплине (практикумы, методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины, примеры выполнения домашних заданий, оформления рабочих тетрадей, использования электронных информационных ресурсов);

☐ методические указания по выполнению контрольных, РГР, курсовых работ/проектов и т.д.

Требования к организации внеаудиторной самостоятельной работы.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Материально-техническое и информационно-техническое обеспечение самостоятельной работы студентов включает в себя:

☐ библиотеку с читальным залом, укомплектованную в соответствии с существующими нормами;

☐ учебно-методическую базу учебных кабинетов, лабораторий ;

☐ компьютерные классы с возможностью работы в Интернет;

☐ аудитории (классы) для консультационной деятельности;

☐ учебную и учебно-методическую литературу, разработанную с учетом увеличения доли самостоятельной работы студентов, и иные материалы.

Содержание самостоятельной внеаудиторной работы определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно рабочей программе каждой дисциплины.

Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Основной формой самостоятельной работы студента является:

- изучение и дополнение конспекта лекций, используя рекомендованную литературу, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.

Деятельность студента:

- читает материал источника, выбирает главное и определяет второстепенные моменты;
- устанавливает логическую связь между элементами темы;
- записывает только то, что хорошо уяснил;

- выделяет ключевые слова и понятия;
- заменяет сложные развернутые обороты текста более лаконичными (свертывание).

Подготовку к практическим и лабораторным занятиям осуществляется по вычитанному на лекциях материалу.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. 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.

При самостоятельной подготовке к практическому или лабораторному занятию студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических или лабораторных работ;
- изучает информационные материалы;
- проводит мини-исследование;
- подготавливает и оформляет материалы практических или лабораторных работ в соответствии с требованиями;

Подготовка сообщений и рефератов Реферат представляет собой итог самостоятельного изучения студентом одной (монографический реферат) или нескольких (обзорный реферат) научных работ и должен отражать их основное содержание. При его написании студент должен продемонстрировать умение выделять главное в научном тексте, видеть проблемы, которым посвящена работа, а также пути и способы их решения, используемые автором (или авторами). Реферат должен иметь четкую структуру. Монографический реферат обычно включает небольшое введение, в котором обосновывается важность данного исследования; основную часть, раскрывающую собственно содержание темы, и заключение, где студент кратко представляет выводы автора работы, если они есть в ней, или сам их формулирует. Рефераты могут быть обязательными для всех студентов или выполняться по желанию.

Создание материалов-презентаций – это вид самостоятельной работы студентов по созданию наглядных информационных пособий, выполненных с помощью мультимедийных компьютерных программ.

Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида

внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций.

Консультации. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам. Изучение многих обще профессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену или зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения, по конкретной учебной дисциплине.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Виды самостоятельной работы и средств технологии оценки.

Виды самостоятельной работы и средств технологии оценки представленны в фонде оценочных средств по учебной дисциплине.

Критерии оценки.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он в своих ответах демонстрирует знание основных понятий курса, умения и навыки самостоятельной аналитической работы с литературой и инновационными информационными источниками, аргументированно высказывает свою точку зрения, имеет конспекты по вопросам собеседования.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он в обсуждении вопросов демонстрирует знание основных понятий курса, умения и навыки работы с рекомендованной литературой и информационными источниками, имеет свою точку зрения на рассматриваемые вопросы, имеет конспекты по вопросам собеседования.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он допускает ошибки в определении осн6овных понятий, использует для подготовки только основную литературу, не умеет применить теоретические знания для анализа реальных социальных явлений, не имеет конспектов по вопросам собеседования.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает базовых понятий предмета обсуждения, не имеет конспектов по вопросам собеседования.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки или продемонстрированы навыки владения информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

Тематика докладов, портфолио, эссе а также критерии их оценки приведены в ФОС по учебной дисциплине.

Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения

Рейтинговая система обучения предполагает многобалльное оценивание студентов, но это не простой переход от пятибалльной шкалы, а возможность объективно отразить в баллах расширение диапазона оценивания индивидуальных способностей студентов, их усилий, потраченных на выполнение того или иного вида самостоятельной работы. Правильно организованная технология рейтингового обучения позволяет с самого начала уйти от пятибалльной системы оценивания и прийти к ней лишь при подведении итогов, когда заработанные студентами баллы переводятся в привычные оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, зачтено, не зачтено). Кроме того, в систему рейтинговой оценки включаются дополнительные поощрительные баллы за оригинальность, новизну подходов к выполнению заданий для самостоятельной работы или разрешению научных проблем. У студента имеется возможность повысить учебный рейтинг путем участия во внеучебной работе (участие в олимпиадах, конференциях; выполнение индивидуальных творческих заданий, рефератов; участие в работе научного кружка и т.д.). Вместе с тем, поощряется более быстрое прохождение программы отдельными студентами. Например, если учащийся готов сдавать

зачет или писать самостоятельную работу раньше группы, можно добавить ему дополнительные баллы.

Рейтинговая система – это регулярное отслеживание качества усвоения знаний и умений в учебном процессе, выполнения планового объема самостоятельной работы. Ведение многобалльной системы оценки позволяет, с одной стороны, отразить в балльном диапазоне индивидуальные особенности студентов, а с другой – объективно оценить в баллах усилия студентов, затраченные на выполнение отдельных видов работ. Так каждый вид учебной деятельности приобретает свою «цену».

Разработанная шкала перевода рейтинга по дисциплине в итоговую пятибалльную оценку доступна, легко подсчитывается как преподавателем, так и студентом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	**100**
Хороший	**80**
Удовлетворительный	**60**
Неудовлетворительный	**0**

При использовании рейтинговой системы:

- основной акцент делается на организацию активных видов учебной деятельности, активность студентов выходит на творческое осмысление предложенных задач;
- предполагается разнообразие стимулирующих, эмоционально-регулирующих, направляющих и организующих приемов вмешательства преподавателя в самостоятельную работу студентов;
- преподаватель выступает в роли педагога-менеджера и режиссера обучения, готового предложить студентам минимально необходимый комплект средств обучения;
- учебная информация используется как средство организации учебной деятельности, а не как цель обучения.

Рейтинговая система обучения обеспечивает наибольшую информационную, процессуальную и творческую продуктивность самостоятельной познавательной деятельности студентов при условии ее реализации через технологии личностно-ориентированного обучения.

Использование рейтинговой системы позволяет добиться более ритмичной работы студента в течение семестра, а так же активизирует

познавательную деятельность студентов путем стимулирования их творческой активности.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Киселев, Г.М. Информационные технологии в педагогическом образовании. Учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова. - М. : Дашков и Ко, 2012. - 306 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112219
2. Краевский, Володар Викторович. Основы обучения : дидактика и методика : учеб. пособие для вузов / В. В. Краевский, А. В. Хуторской. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2007. - 346, [2] с. : ил., табл. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Гриф: Рек. УМО. - Библиогр.: с. 337-347. - 2500 экз. - ISBN978-5-7695-5614-2
3. Панфилова, Альвина Павловна. Инновационные педагогические технологии : активное обучение учеб. пособие для вузов / А. П.Панфилова. - 4-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 191, [1] с. : табл. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование. Педагогическое образование). - Библиогр.: с. 186-189. - 1200 экз. - ISBN 978-5-4468-0167-1.

Дополнительная литература:

1. Айсмонтас Б.Б. Педагогическая психология: схемы и тексты. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004. – 208 с.
2. Дорофеева М. А., Самусенко Т.М. Самостоятельная работа студентов в высшем учебном заведении. – Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2006. – 132 с.