

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

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «Начертательная геометрия»
для студентов специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»

Ставрополь 2026 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Практическое занятие №1. Задание точки на комплексном чертеже (эпюре Монжа). Точка в четвертях и октантах пространства. Обратимость чертежа

Практическое занятие №2. Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения и углов наклона его к плоскостям проекций. Следы прямой.. Теорема о проецировании прямого угла

Практическое занятие №3. Принадлежность прямой и точки заданной плоскости. Главные линии плоскости (фронталь, горизонталь)

Практическое занятие №4. Построение линии пересечения двух плоскостей.

Построение точки пересечения прямой и плоскости

Практическое занятие №5. Параллельность и перпендикулярность двух объектов. Параллельность прямой и плоскости. Параллельность двух плоскостей. Перпендикулярность прямой и плоскости. Перпендикулярность плоскостей

Практическое занятие №6. Способ перемены плоскостей проекций. Способ плоскопараллельного перемещения.

Практическое занятие №7. Пересечение многогранников плоскостью и прямой.

Практическое занятие №8. Пересечение тел вращения плоскостью

Пересечение тел вращения прямой линией.

Практическое занятие №9. Метод вспомогательных секущих плоскостей. Метод сфер.

Практическое занятие №10. Правила оформления чертежей.

Практическое занятие №11. Виды. Аксонометрические проекции

Практическое занятие №12. Разрезы простые. Совмещение части вида и части разреза

Практическое занятие №13. Разрезы сложные. Обозначение разрезов

Практическое занятие №14. Сечения

Практическое занятие №15. Резьбы. Их условное изображение и обозначение

Практическое занятие №16. Соединения сварные

Практическое занятие №18. Оформление конструкторских документов с помощью графических редакторов

Приложение А

Приложение Б

Введение

Дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная компьютерная графика» относится к профессиональному циклу дисциплин (базовой части). Ее освоение происходит в 1-ом семестре.

Изучение дисциплины способствует формированию у выпускников специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии следующих профессиональных компетенций:

ОПК-4 Способен использовать рациональные методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород

Дисциплина «Начертательная геометрия» состоит из 2-х разделов.

Практические занятия по разделу

«Начертательная геометрия» основаны на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению 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 специалистов, 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. ЗАДАНИЕ ТОЧКИ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ (ЭПЮРЕ МОНЖА). ТОЧКА В ЧЕТВЕРТЯХ И ОКТАНТАХ ПРОСТРАНСТВА. ОБРАТИМОСТЬ ЧЕРТЕЖА

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (точки) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4);

- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач *Цель:* развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (точки) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4);

- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)

- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)

- владеть навыками моделирования (ОПК-4);

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 Π_3 .

$Y_A = OA_y$ - ордината точки А, или глубина точки А, или расстояние точки А от плоскости Π_2 .

$Z_A = OA_z$ - аппликата точки А, или высота точки А, или расстояние точки А от плоскости Π_1

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

Таблица 1.1 - Знаки координат точек по октантам

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

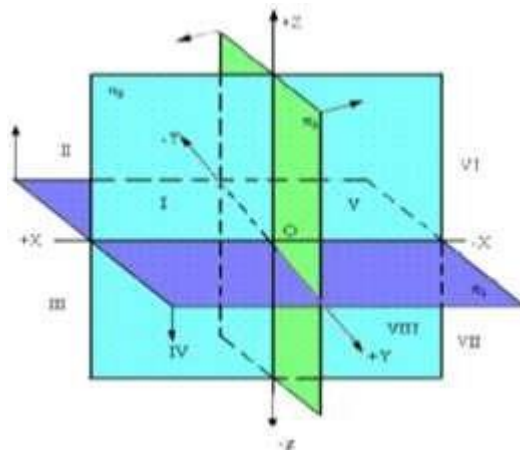
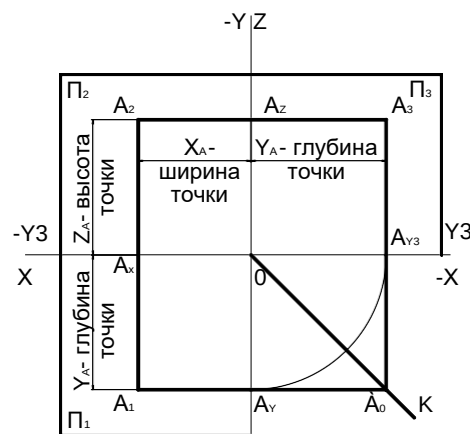


Рисунок 1.1 – Октанты пространства

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 A в первом октанте по произвольным положительным координатам X_A, Y_A, Z_A . (рисунок 3.1). Сначала строим оригинал точки A по этим координатам в системе . Откладываем отрезок $OX_x=X_A$ по оси абсцисс, затем $A_xA_2=Z_A$ параллельно оси Z . Из полученных точек A_1 и A_2 восстанавливаем перпендикуляры $A_1A \perp \Pi_1, A_2A \perp \Pi_2$,

Рисунок 1.2 – Эпюр точки A с указанием координат

Построим комплексный чертеж (эпюр) точки A (рисунок 1.2). При совмещении плоскости проекций Π_1 с Π_2 линия связи A_1A_2 будет перпендикулярна оси X , т. е. фронтальная и горизонтальная проекции точки A расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси X .

При совмещении плоскости проекций Π_3 с Π_2 линия связи A_2A_3 будет перпендикулярной к оси Z , т. е. фронтальная и профильная проекции точки A расположатся на одной прямой, перпендикулярной к оси Z .

Оси абсцисс и аппликат на чертеже располагаются так же, как и на плоскости Π_2 оригинала точки A , а ось ординат на комплексном чертеже указывается дважды (рисунок 1.2).

C_2 прямую перпендикулярно оси OZ и откладываем вправо отрезок C_2C_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 проводя 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 .

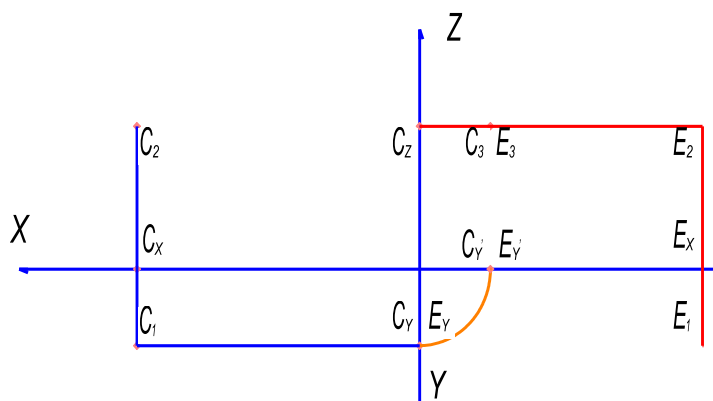


Рисунок 1.4 –Эпюр симметричных точек

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?

Задача1.1. 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.

Задача1.2. Построить три проекции и наглядное изображение точки D по заданным двум координатам и третьей координате, соответствующей условию $Z = Y - 30$. Данные для задачи взять в Приложении А, таблица 1.

Задача1.3. По данным таблицы 1, Приложения А определить: какая из трех точек (A , B или C) расположена левее всех, выше всех и ближе всех по отношению к наблюдателю, находящемуся в первом октанте.

Задача1.4. Построить три проекции и наглядное изображение точки C (координаты взять из в Приложения А, (таблица 1) и точки E 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. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ И УГЛОВ НАКЛОНА ЕГО К ПЛОСКОСТЯМ ПРОЕКЦИЙ. СЛЕДЫ ПРЯМОЙ.. ТЕОРЕМА О ПРОЕКЦИРОВАНИИ ПРЯМОГО УГЛА

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (прямой) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4)
- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

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).

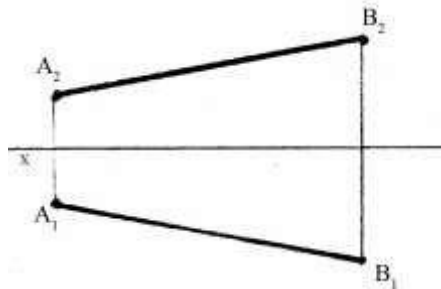


Рисунок 2.1 – Прямая общего положения

Прямые частного положения делятся на проецирующие и уровня. Проецирующие прямые перпендикулярны к одной из плоскостей проекций (рисунок 2.2).

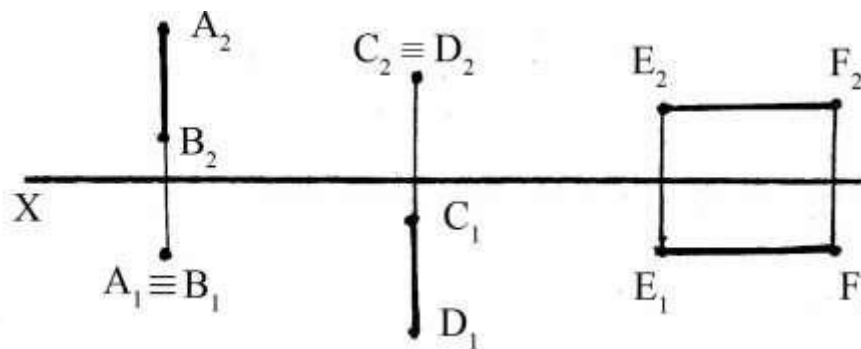


Рисунок 2.2 - Прямые частного положения

Прямые уровня параллельны одной из плоскостей проекций.

Прямая, параллельная плоскости Π_1 называется **горизонталью**. Ее фронтальная проекция A_2B_2 параллельна оси X , а горизонтальная равна натуральной величине (НВ) отрезка $A_1B_1 = AB$ (рисунок 2.3). Если же проекция A_2B_2 совпадает с осью X , то отрезок AB расположен в плоскости Π_1 .

Прямая, параллельная плоскости Π_2 , называется **фронталью**. Ее горизонтальная проекция C_1D_1 параллельна оси X , а фронтальная равна НВ отрезка $C_2D_2 = CD$ (рисунок 2.4). Если же проекция C_1D_1 совпадает с осью X , отрезок CD расположен в плоскости Π_2 .

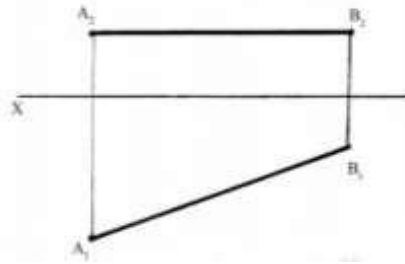


Рисунок 2.3- Горизонталь

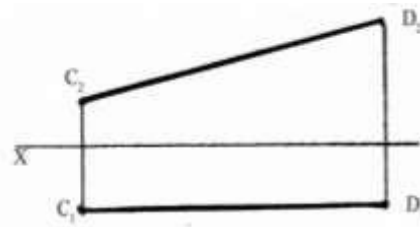


Рисунок 2.4 -Фронталь

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).

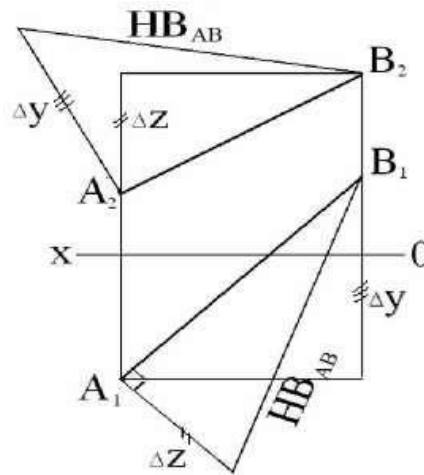


Рисунок 2.5 – Определение натуральной величины отрезка АВ

Решение. Строим прямоугольный треугольник по двум катетам. За один катет принимаем горизонтальную проекцию отрезка A_1B_1 , за другой катет-отрезок, длина которого равна Δz . Гипотенуза этого прямоугольного треугольника выражает натуральную величину отрезка (NB_{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.

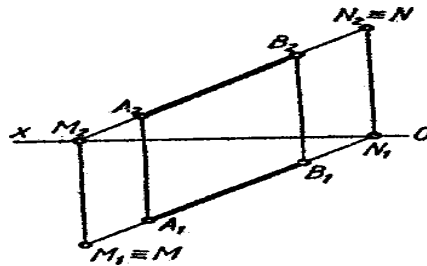


Рисунок 2.6 – Следы прямой АВ

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?

Задача2.1. Построить три проекции и наглядное изображение отрезка прямой АВ, заданного координатами точек (Приложение А, таблица 3).

Задача2.2. Определить проекции точки F, принадлежащей прямой ВС и удаленной от точки С на расстояние 30 мм. (Приложение А, таблица 3).

Задача2.3. Определить натуральную величину и углы наклона отрезка прямой СВ к плоскостям проекций Π_1 , Π_2 (Приложение А, таблица 3).

Задача2.4. 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. ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ПРЯМОЙ И ТОЧКИ ЗАДАННОЙ ПЛОСКОСТИ. ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПЛОСКОСТИ (ФРОНТАЛЬ, ГОРИЗОНТАЛЬ)

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (плоскости) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4)
- знать алгоритмы решения метрических и (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

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 3.1 а) или она имеет с плоскостью две общие точки (рисунок 3.1 б).

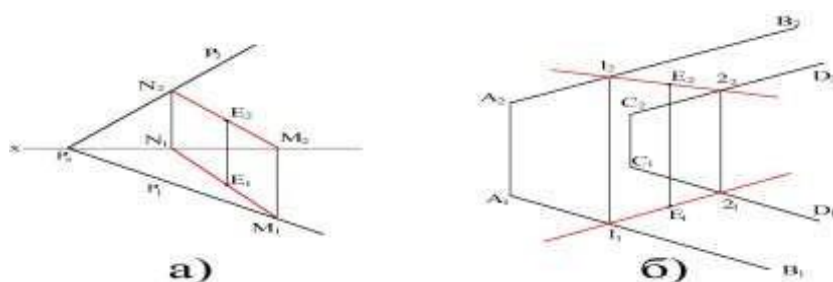


Рисунок 3.1 – Прямая линия принадлежит плоскости

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 Π_1 ?
5. Как провести на эпюре через заданную прямую проецирующую плоскость?

Задача 3.1. По заданным координатам, построить проекции треугольника ABC и точки K. Достроить недостающую проекцию точки K, принадлежащей плоскости треугольника (Приложение А, таблица 5).

Задача 3.2. В плоскости треугольника ABC построить горизонталь, проходящую через точку А, и фронталь, проходящую через точку В. Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Задача 3.3. В плоскости треугольника ABC построить линию наибольшего ската и определить угол наклона заданной плоскости к плоскости проекций Π_1 . Данные для построения взять в в Приложении А, таблица 5.

Задача 3.4. Определить, принадлежит ли точка D плоскости P. Данные для построения взять в Приложении 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. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ. ПОСТРОЕНИЕ ТОЧКИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (плоскости) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4)
- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

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 Π_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 Π_2 .

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 4.1), удобно пользоваться *вспомогательной* плоскостью (чаще плоскостью уровня).

На рисунке (рисунок 4.1, 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 эюре (рисунок 4.1,б) одноименные проекции этих точек, получим проекции линии пересечения плоскостей.

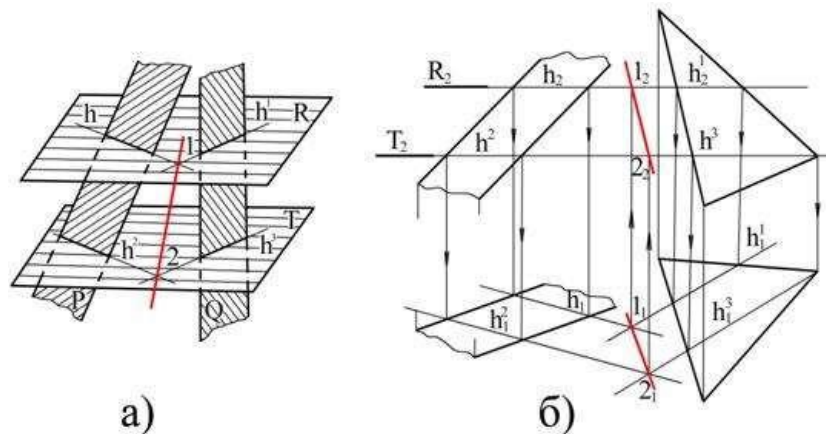


Рисунок 4.1 – Пересечение двух плоскостей общего положения

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 Π которая, как известно, пересекает каждую из данных плоскостей по горизонтали. На их пересечении получаем вспомогательную точку $(K_1;K_2)$, общую для данных плоскостей. Найдя эту вторую точку $(K_1;K_2)$ прямой, проводим её проекцию: горизонтальную – через точки M_1 и K_1 и фронтальную через точки M_2 и K_2 .

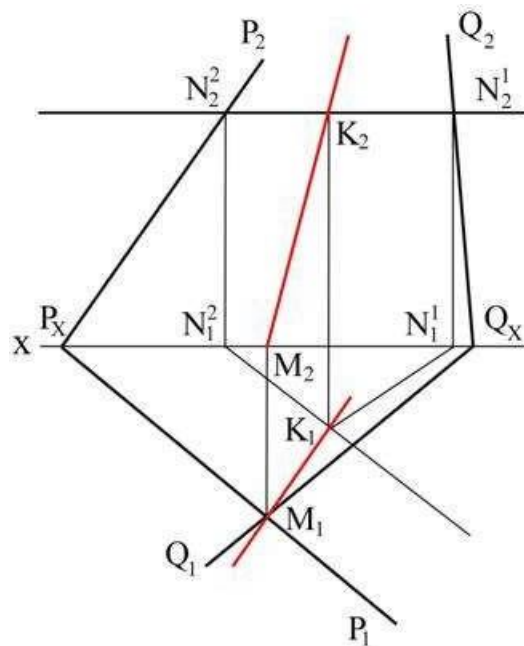


Рисунок 4.2 – Построение прямой пересечения плоскостей P и Q

Для того чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью следует выполнить следующие построения (рисунок 4.3).

- 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;

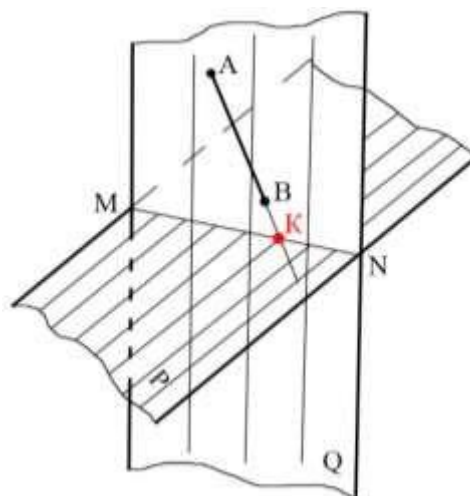


Рисунок 4.3 – Пересечение прямой AB с плоскостью P

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 4.4 показано построение точки пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения Р.

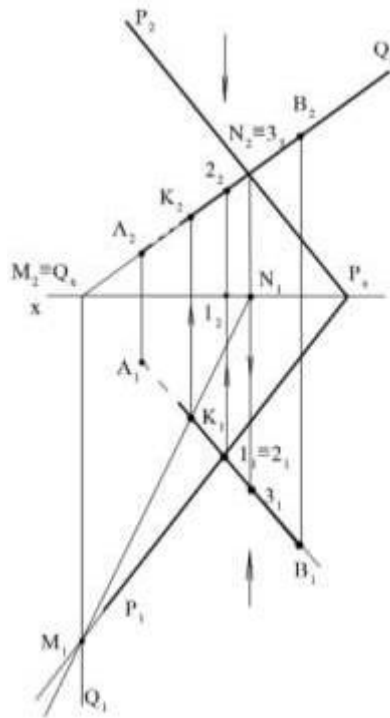


Рисунок 4.4 – Построения точки пересечения

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 4.1. Построить линию пересечения треугольника ABC с плоскостью общего положения P. Определить видимость плоскостей (данные из Приложения А, таблица 3)

Задача 4.2. По заданным координатам найти точку пересечения прямой АВ с плоскостью общего положения P. Определить видимость прямой. Данные для построения взять в Приложении 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 №5. ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ДВУХ ОБЪЕКТОВ. ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ. ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ. ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ. ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОСТЬ ПЛОСКОСТЕЙ

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (плоскости) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4);
- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4).

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 5.1).

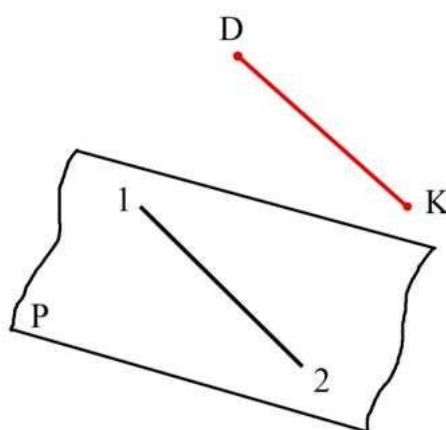


Рисунок 5.1 – Параллельность прямой и плоскости

Параллельность плоскостей можно проверить и при помощи произвольных прямых.

Пример. Построить горизонтальную проекцию прямой DK, которая параллельна плоскости треугольника ABC (рисунок 5.2).

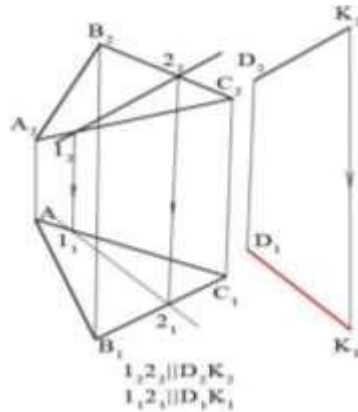


Рисунок 5.2 - Построение параллельной прямой

Решение. Используя известное направление фронтальной проекции прямой DK, строят в плоскости треугольника прямую 1_22_2 , параллельную заданной D_2K_2 . По линиям связи достраивают горизонтальную проекцию 1_12_1 и параллельно ей проводят искомую проекцию D_1K_1 .

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, принадлежащим этой плоскости (рисунок 5.3).

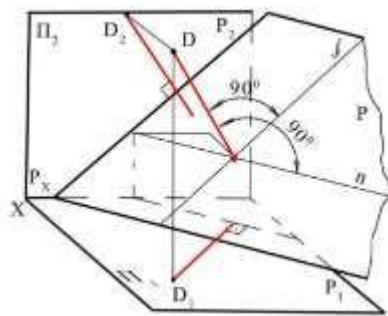


Рисунок 8.3 – Перпендикуляр к плоскости

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

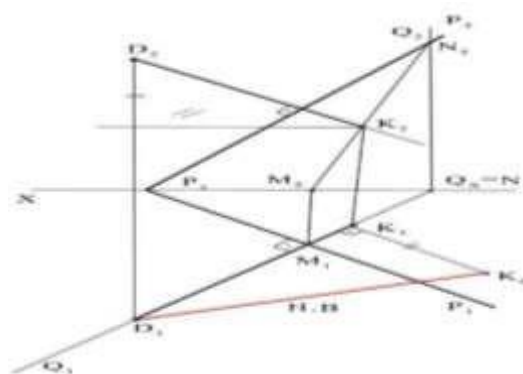
фронтالي. На рисунке 8.1 проекции перпендикуляра из точек D_1 и D_1 проведены под прямыми углами к следам плоскости P .

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 5.4)

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 K пересечения построенного перпендикуляра с плоскостью P . Затем определяют натуральную величину полученного отрезка DK методом прямоугольного треугольника.



Рисунок

5.4 – Расстояние от точки

до плоскости

Вопросы и задания.

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

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

5. Как определить на эпюре перпендикулярность прямой и плоскости?

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

Задача 5.1 По заданным координатам, построить горизонтальную проекцию прямой DK, параллельной плоскости треугольника ABC. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 5.2. Даны прямые АВ и CD. Провести через прямую АВ плоскость, параллельную прямой CD. Данные для построения взять в Приложении А, таблица 5.

Задача 5.3. Через точку А провести плоскость R, параллельную плоскости треугольника DBC, и задать ее следами. Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 5).

Задача 5.4. Определить расстояние от точки А до плоскости общего положения R, заданной следами. Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 5).

Задача 5.5. Построить следы плоскости Т, проходящей через точку С перпендикулярно прямой АВ. Данные для построения взять в (Приложении А, таблица 3).

Задача 5.6. Определить недостающую проекцию точки К, отстоящей от плоскости треугольника ABC на расстоянии 30 мм. Данные для построения взять в (Приложении 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 №6. СПОСОБ ПЕРЕМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ. СПОСОБ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (точки, прямой, плоскости, геометрического тела) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4)

- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)

- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)

- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

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 Π_2 сохраняются координаты Z объекта, а при замене горизонтальной плоскости Π_1 сохраняются координаты Y . Новые плоскости проекций Π_4 , Π_5 и Π_6 , Π_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 Π_4 должна быть преобразована в прямую уровня, а второй заменой плоскости Π_5 в проецирующую прямую;

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

Пример А). Прямую CD преобразовать в проецирующую (рисунок 6.1).

Решение. Для преобразования прямой CD во фронтально- проецирующую необходимо произвести две замены плоскостей. Сначала вводим дополнительную горизонтальную плоскость Π_4 параллельно прямой CD , чтобы она стала горизонталью. Для этого проводим ось Π_4/Π_2 (в любом месте) параллельно проекции C_2D_2 и переносим постоянные координаты Y (отрезки, отмеченные / и //) в новую систему плоскостей. Получим новую горизонтальную проекцию C_4D_4 . Вторую дополнительную фронтальную плоскость Π_5 вводим перпендикулярно горизонтали. Для этого проводим ось Π_5/Π_4 (в любом месте) перпендикулярно проекции C_4D_4 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.

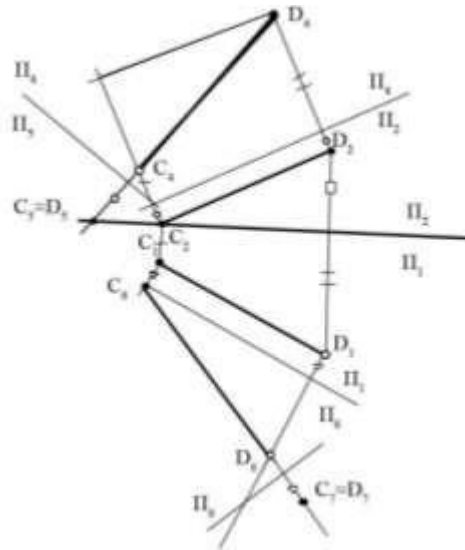


Рисунок 6.1 – Преобразования прямой

Пример В). Преобразовать плоскость общего положения, заданную ΔABC , в проецирующую (рисунок 6.2).

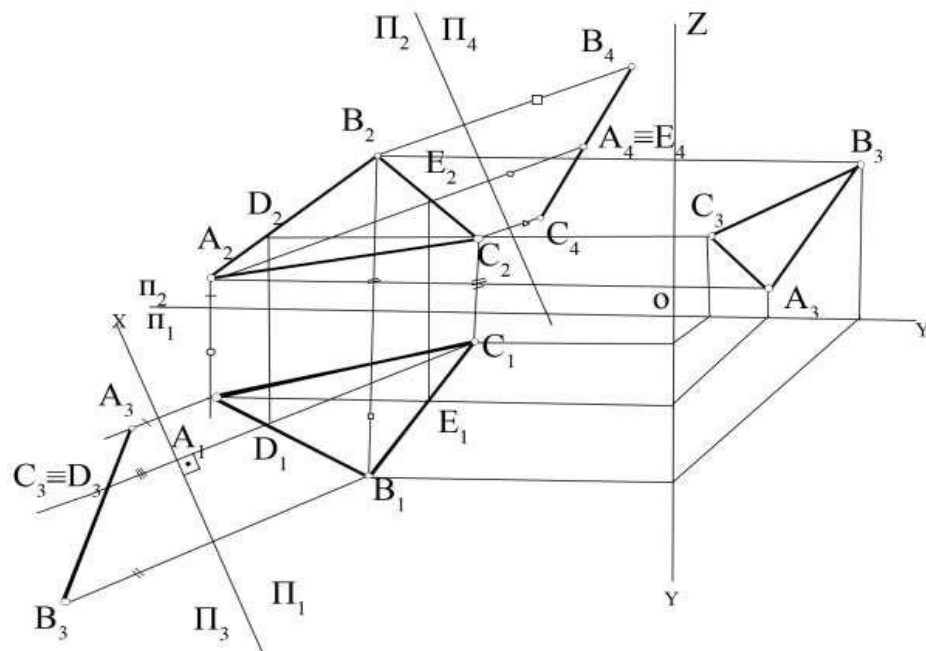


Рисунок 6.2 – Преобразования плоскости

Решение. Плоскость становится проецирующей, если ее главная линия (фронталь или горизонталь) будет проецирующей. Поэтому, сначала проводим фронталь AE . Затем вводим дополнительную горизонтальную плоскость Π_4 перпендикулярно фронтالي. Для этого проводим ось Π_2/Π_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 ΔABC стала горизонтально-проецирующей. В нижней части рисунка 9.2 показано преобразование плоскости треугольника во фронтально-проецирующую.

Вопросы и задания.

1. Как изображается на эюре 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 6.1. Прямую CD преобразовать в горизонтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в (Приложении А, таблица 6).

Задача 6.2. Прямую CD преобразовать во фронтально-проецирующую. Координаты точек C и D взять в (Приложении А, таблица 6).

Задача 6.3. Преобразовать плоскость ΔABC в горизонтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в (Приложении А, таблица 7).

Задача 6.4. Преобразовать плоскость ΔABC во фронтально-проецирующую. Построить третью проекцию ΔABC . Координаты вершин ΔABC взять в (Приложении А, таблица 7).

Задача 6.5. Определить натуральную величину треугольника ABC методом перемены плоскостей проекций. Координаты вершин ΔABC взять в Приложении А, таблица 7.

Задача 6.6. Преобразовать плоскость общего положения P в горизонтально-проецирующую (следы P_2 и P_5 на рисунке 6.3). Углы наклона следов α и β плоскости P взять в Приложении А, таблица .

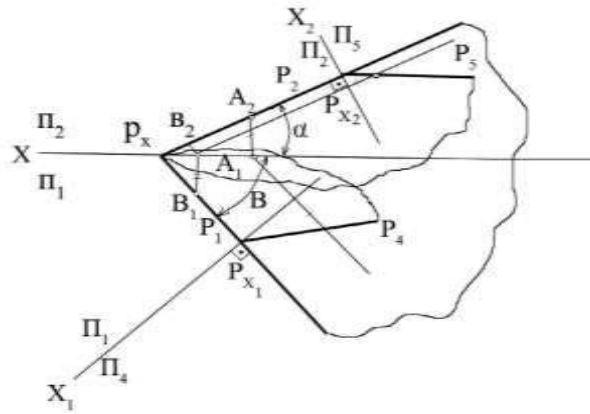


Рисунок 6.3 - Способы преобразования

Способ плоскопараллельного перемещения

Теоретическая часть

Плоскопараллельным перемещением называется такое перемещение, при котором все точки объекта движутся в плоскостях, параллельных одной из плоскостей проекций Π_1 или Π_2 .

Сущность этого способа преобразования эпюра состоит в следующем:

- 1) система плоскостей проекций Π_1 и Π_2 остается неизменной, а изменяется положение самого объекта;
- 2) при всяком перемещении точки A в плоскости P , параллельной плоскости проекций Π_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 Π_1 , фронтальные проекции точек объекта (две или три) перемещаются по прямым параллельным оси X (т. е. в горизонтальных плоскостях);
- 4) вследствие этого наклон объекта к плоскости Π_1 не меняется и, поэтому, размер горизонтальной проекции остается неизменным, а размер фронтальной проекции непрерывно меняется;
- 5) неизменность проекции объекта на плоскости Π_1 в сочетании с направлениями перемещения точек объекта на плоскости Π_2 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 6.4).

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 X , 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 X . В пересечении горизонтальных и вертикальных линий связи определяем новые фронтальные проекции A_2^0 и B_2^0 . Соединив их, получим натуральную величину фронтали (НВ).

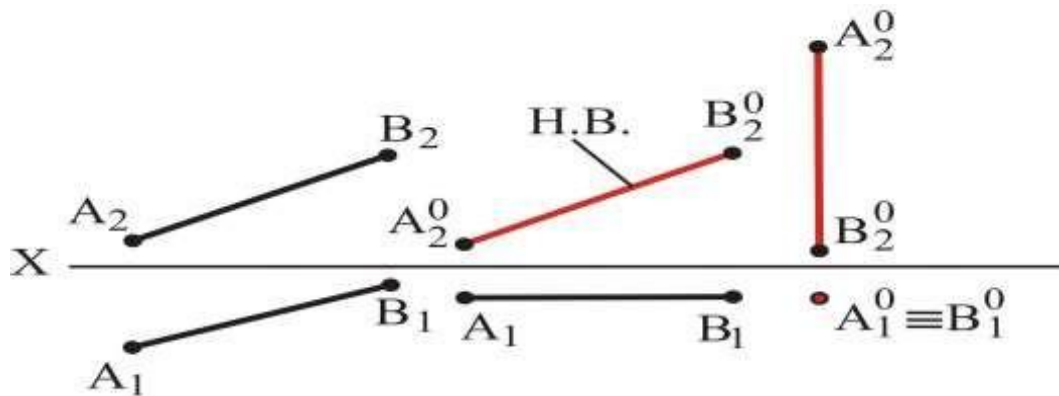


Рисунок 6.4 – Перемещения прямой

2. На втором этапе преобразуем в прямую перпендикулярную горизонтальной плоскости проекций Π_1 при помощи фронтальной плоскости перемещения. Для этого располагаем в любом месте эпюра фронтальную проекцию $A_2^0 B_2^0$ перпендикулярно оси X , не изменяя ее размера. Находим горизонтальную проекцию $A_1^0 B_1^0$ в виде точки.

Пример Б). Плоскость Р, заданную следами, преобразовать во фронтально-проецирующую (рисунок 6.5).

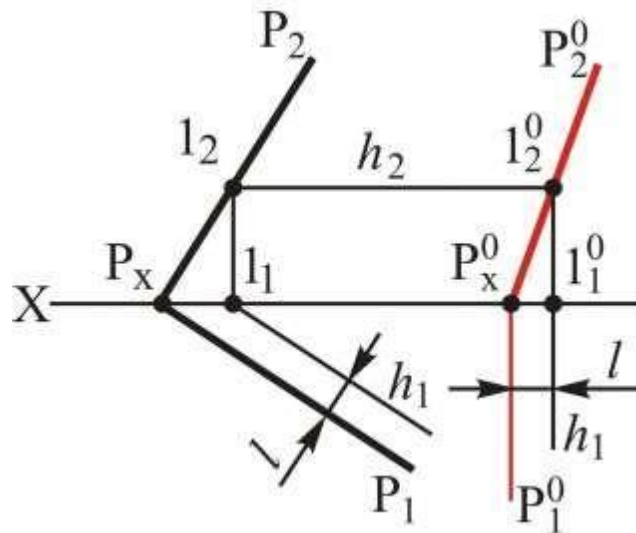


Рисунок 6.5 – Перемещение следов плоскости

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_1^0 и проводим через нее проекцию h_1 перпендикулярно оси X , а фронтальная проекция горизонтали сливается в точку 1_2^0 (фронтальный след). При таком перемещении размер l не изменяется. Отложив это расстояние, проводим горизонтальный след P_x^0 параллельно h_1 , а затем проводим фронтальный след P_2^0 через точки P_x^0 и 1_2^0 .

Пример В) Плоскость общего положения, заданную треугольником ABC , преобразовать в горизонтальную (рисунок 6.6).

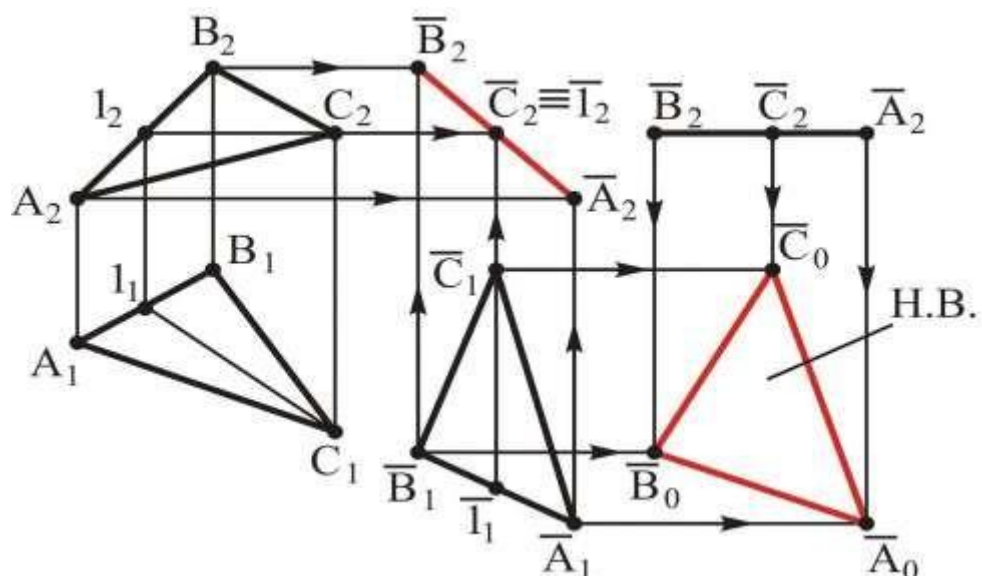


Рисунок 6.6 – Перемещение фигуры

Решение. Необходимо выполнить два перемещения.

1. На первом этапе треугольник ABC преобразуем во фронтально-проецирующий при помощи горизонтальных плоскостей перемещения. Для этого в плоскости треугольника проводим горизонталь C_1 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 Π_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 Π_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 6.1. Определить натуральную величину отрезка АВ и углы наклона его к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 (Приложение А, таблица).

Задача 6.2. Отрезок АВ переместить во фронтально-проецирующее положение (Приложение А, таблица 9).

Задача 6.3. Определить угол наклона плоскости Р, заданной следами, к фронтальной плоскости проекций Π_2 (Приложение А, таблица 10).

Задача 6.4. 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 №7. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ ПЛОСКОСТЬЮ И ПРЯМОЙ.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (точки, прямой, плоскости, геометрического тела) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-1)
- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)
- знать методы построения разверток различных поверхностей (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- уметь решать разнообразные инженерно-геометрические задачи для изделий, имеющих сложные формы поверхностей (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

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 7.1, а - горизонтальной плоскостью R (дважды проецирующей), а на рисунке 7.1, б - фронтально-проецирующей плоскостью T .

Решение. Так как секущие плоскости R и T 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 $D_1 C_1 F_1$.

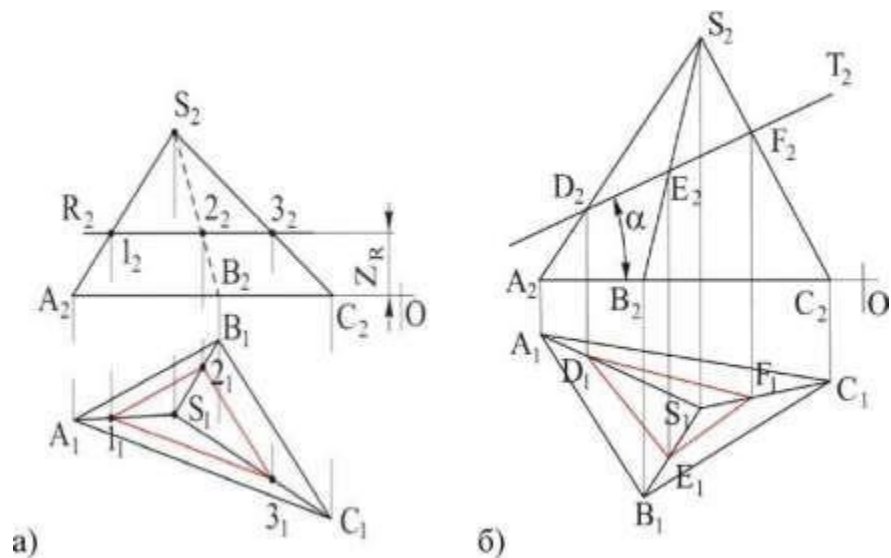


Рисунок 7.1 — Сечение пирамиды плоскостями частного положения

Пример Б) Построить сечение прямой призмы ABC плоскостью общего положения P , заданной параллельными прямыми $K//L$ (рисунок 7.2).

Решение. Так как грани призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций Π_1 то можно использовать способ граней. Через грань AC проводим горизонтально-проецирующую плоскость T (горизонтальный след T_1 совпадает с проекцией A_1C_1). Плоскость T пересекает плоскость P ($K//L$) по линии l_2 (построение показано стрелками). Соединив точки 1_2 и 2_2 прямой от ребра A до верхнего основания, получим невидимую линию пересечения грани AC с заданной плоскостью P . Выполнив аналогичные построения для грани BC , получим фигуру сечения.

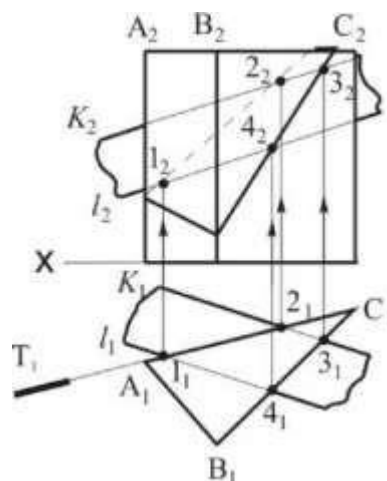


Рисунок 7.2 — Прямая призма (способ граней)

В) Построить сечение наклонной призмы плоскостью общего положения P , заданной следами (рисунок 7.3).

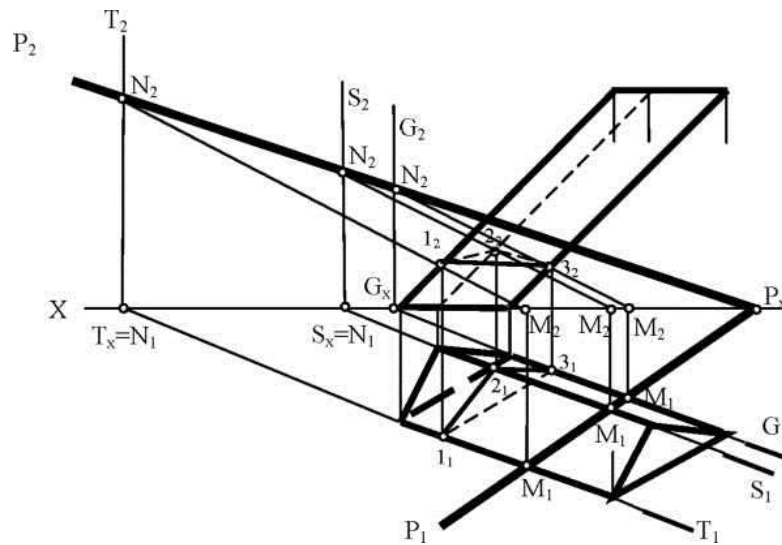


Рисунок 7.3 - Призма наклонная (способ ребер)

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 P . 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 $1_1, 2_1$ и 3_1 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 7.1. На рисунке 13.4 построить линию пересечения пирамиды $SABC$ плоскостью T (Приложение А, таблица, 13).

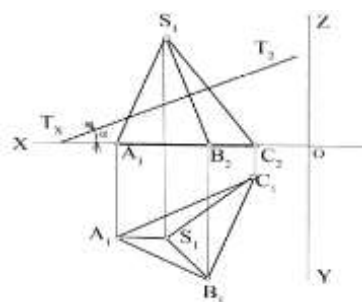


Рисунок 7.4 — Наклонная пирамида и секущая плоскость

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 №8. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТЬЮ. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ПРЯМОЙ ЛИНИЕЙ.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (точки, прямой, плоскости, геометрического тела) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4)
- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)
- знать методы построения разверток различных поверхностей (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- уметь решать разнообразные инженерно (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

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 8.1): **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).

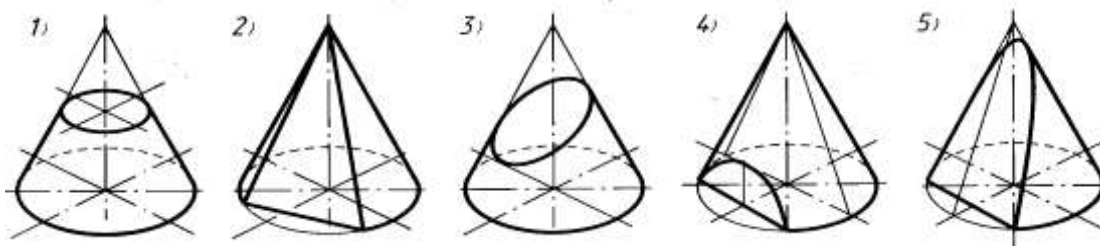


Рисунок 8.1. — Сечения конуса

Построение кривых начинают всегда с определения *характерных* точек: *вышей* и *нижней*, 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 P (рисунок 8.2).

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 Π_1 (вращение вокруг

горизонтального следа; смотри пример 16 части 1). Точки, C_1, D_1, E_1, 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.

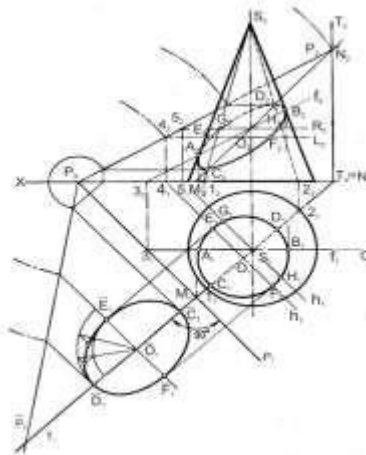


Рисунок 8.2. — Пересечение конуса плоскостью

Построение сечения цилиндра и сферы плоскостью 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 8.3).

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 эюре (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).

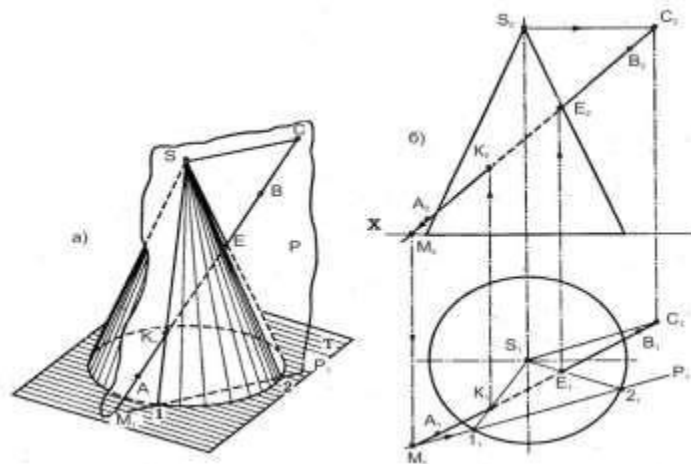


Рисунок 8.3 — Пересечение конуса прямой

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 (K_1, K_2) и Е (E_1, E_2). Если бы след P_1 не пересек основание, то следует вывод, что прямая не пересекает конус.

Пример. Найти точки пересечения прямой АВ с поверхностью наклонного цилиндра (рисунок 8.4).

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 P задана двумя пересекающимися прямыми AB и BC .

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 P пересекает цилиндр (прямоугольник сечения). Пересечение этих образующих с прямой AB определяет искомые точки K и E .

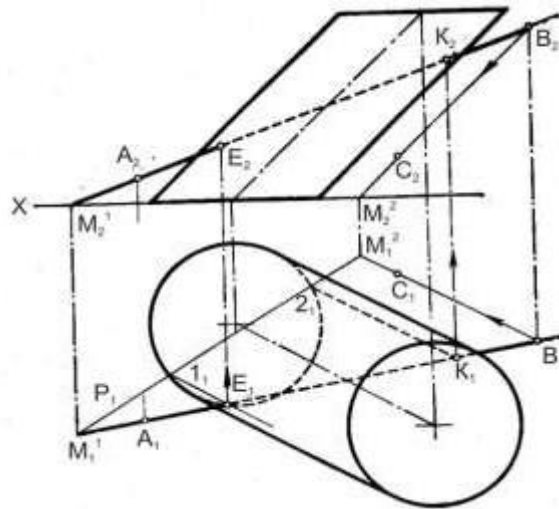


Рисунок 8.4 — Пересечение цилиндра прямой

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 8.1. На рисунке 8.5 построить сечение цилиндра плоскостью P и найти натуральную величину фигуры сечения (данные из таблицы).

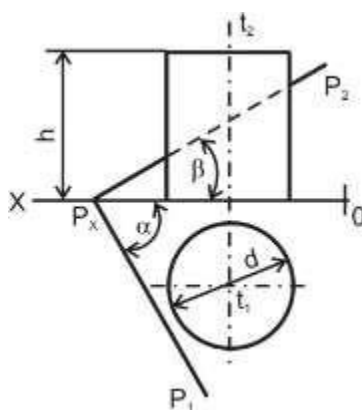


Рисунок 8.5 — Сечение цилиндра плоскостью

Задача 8.2. На рисунке 8.6 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 приложения А).

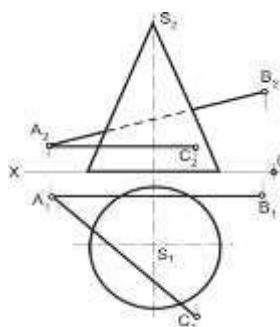


Рисунок 8.6 — Сечение конуса плоскостью

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».

Практическое занятие №9. МЕТОД ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЕКУЩИХ ПЛОСКОСТЕЙ. МЕТОД СФЕР.

Цель: развитие пространственного представления и воображения.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать элементы начертательной геометрии: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов (точки, прямой, плоскости, геометрического тела) и отображения на чертеже их взаимного положения в пространстве (ОПК-4)
- знать алгоритмы решения метрических и позиционных задач (ОПК-4)
- знать методы построения разверток различных (ОПК-4)
- уметь изображать пространственные объекты на плоскости (ОПК-4)
- уметь решать разнообразные инженерно-геометрические задачи для изделий, имеющих сложные формы поверхностей (ОПК-4)
- владеть навыками моделирования пространства (ОПК-4)

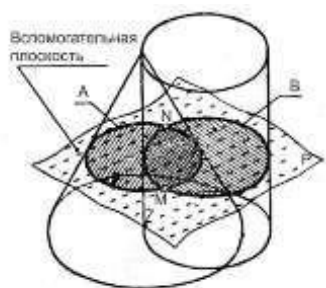
Актуальность темы: Многие пространственные фигуры представлены в виде многогранников и кривых поверхностей. Они широко распространены в строительстве, технике. Вследствие, этого получение практических навыков в построении линии пересечения геометрических тел и решению задач на эту тему является важнейшей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

Теоретическая часть

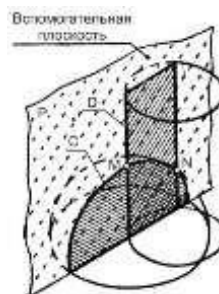
Линией пересечения двух кривых поверхностей второго порядка является пространственная кривая четвертого порядка. Для ее построения нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и соединить их плавной кривой с учетом видимости. При построении точек сначала находят **характерные** точки.

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 Π_1 , Π_2 или Π_3 , (при пересечении тел вращения с проецирующими осями).

Для того чтобы найти произвольную точку линии пересечения (рисунок 9.1) вводят горизонтальную вспомогательную плоскость P , перпендикулярную к их осям (рис.9.1 а), или им параллельную (рис.9.1 б). Плоскость P пересекает цилиндр и конус по окружностям A и B , а сферу и цилиндр по окружности C и прямым D . Точки M и N пересечения этих линий являются искомыми точками линии пересечения. Вводя несколько вспомогательных плоскостей, можно найти необходимое количество точек.



а)



б)

Рисунок 9.1 — Вспомогательные секущие плоскости

Построить проекции линии пересечения цилиндра и тора при их неполном проникании (*врезка*) (рисунок 9.2).

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 Р, Т 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 Р 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.

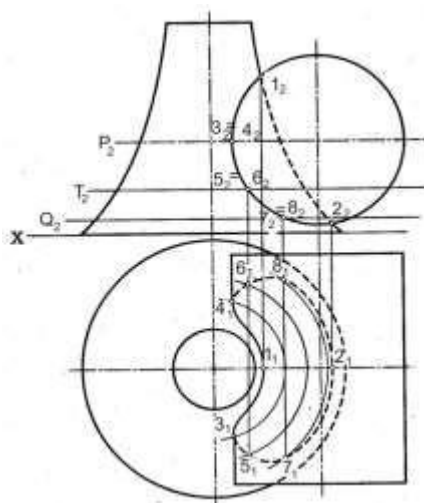


Рисунок 9.2 — Пересечение тора и цилиндра

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 9.1. На рисунке 9.3 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих плоскостей и определить их видимость (данные из таблицы приложения А).

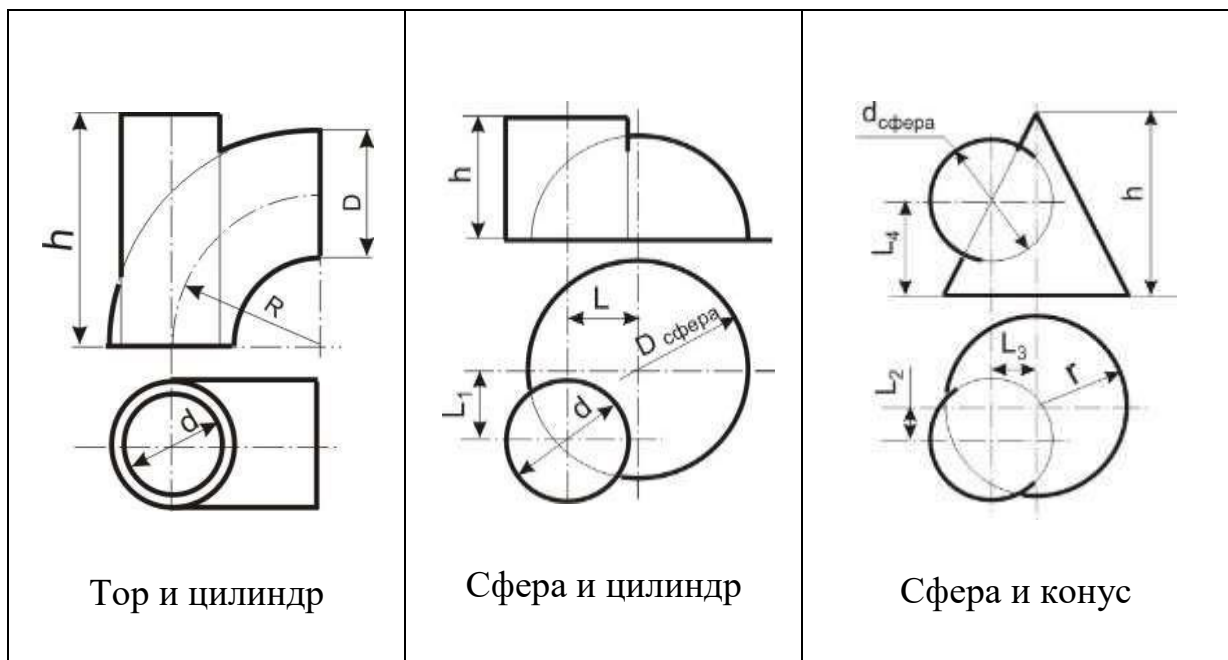


Рисунок 9.3 — Пересечение поверхностей вращения

Способ концентрических сфер.

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 9.4). 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 9.5 показан вариант неполного пересечения поверхностей Г и Ф, называемый *врезка*.

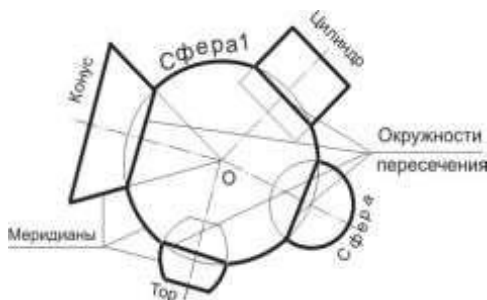


Рисунок 9.4 — Соосные тела

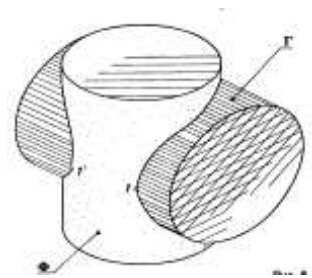


Рисунок 9.5 — Врезка

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 9.6).

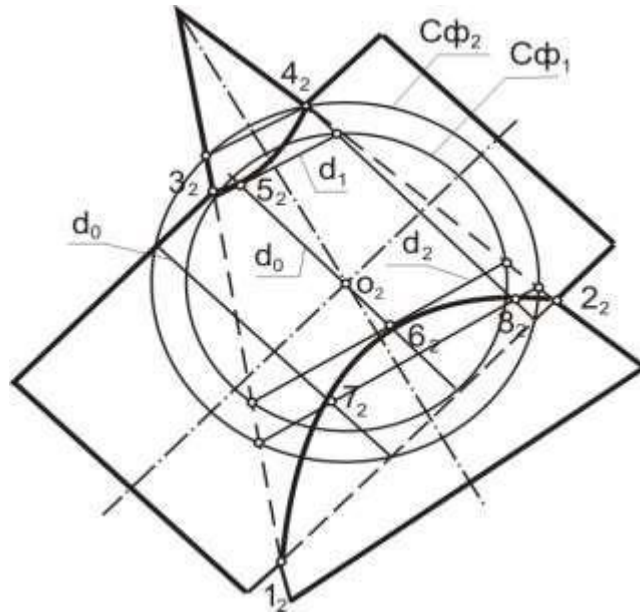


Рисунок 9.6 — Пересечение конуса и цилиндра

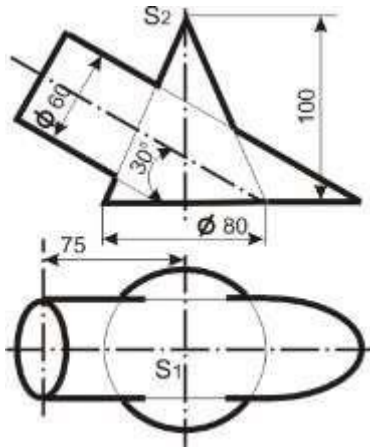
Решение. В данном примере плоскости, перпендикулярные к оси вращения одной из поверхностей, непригодны в качестве секущих вспомогательных: они пересекут другую поверхность по эллипсам. Задача решается путем сечения этих тел вспомогательными секущими концентрическими сферами с центром в точке O пересечения 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 $C\Phi_1$, касающуюся образующих цилиндра. Эта сфера касается цилиндра по окружности d_0 , 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 $C\Phi_2$ 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 9.1. На рисунках 9.7 – 9.8 построить проекции линии пересечения заданных поверхностей методом вспомогательных секущих концентрических сфер и определить их видимость. Оси тел пересекаются.

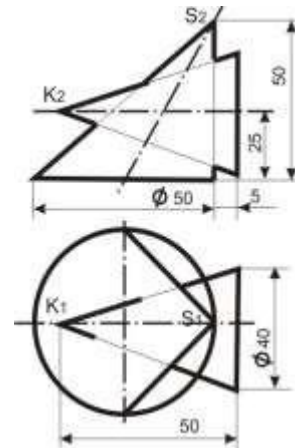
Таблица. – условия задачи 9.1

Варианты: 1,7,13,19,25



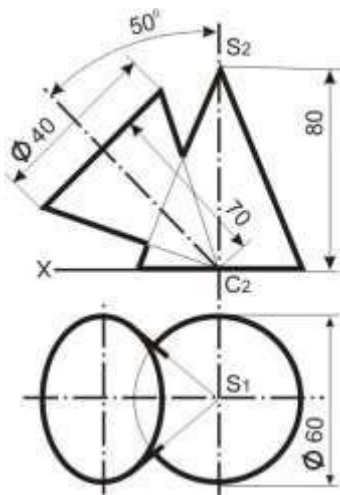
Рисунок— Цилиндр и конус

Варианты: 2,8,14,20,26



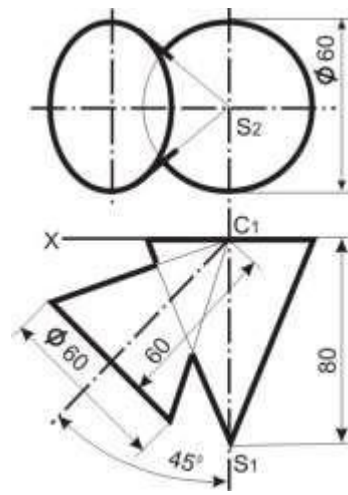
Рисунок— Два конуса

Варианты: 3,9,15,21,27



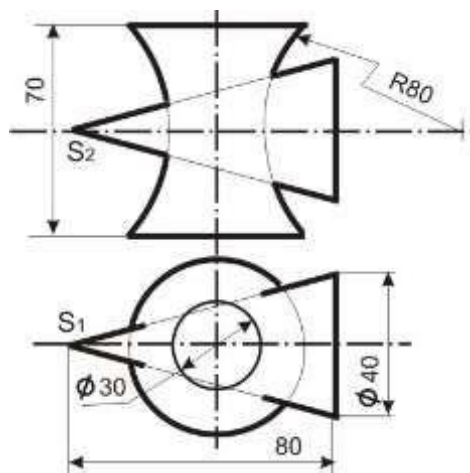
Рисунок— Оси конусов // Π_2

Варианты: 4,10,16,22,28



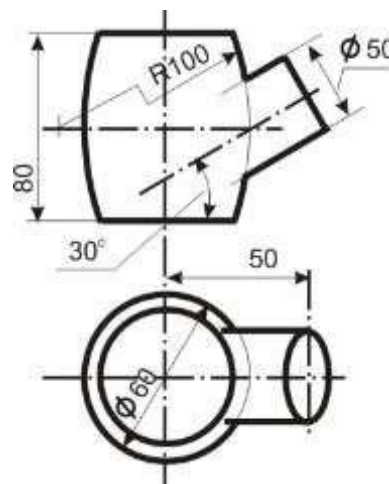
Рисунок— Оси конусов // Π_1

Варианты: 5,11,17,23,29



Рисунок— Тор (глобоид) и конус

Варианты: 6,12,18,24,30



Рисунок— 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 №10. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.

Цель: Ознакомление и изучение ЕСКД. Получение навыков и умений

при выполнении и оформлении чертежей деталей.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать требованиями ЕСКД, правила оформления чертежей (ОПК-4)
- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций (ОПК-4)
- уметь составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-4)
- владеть навыками технически грамотного выполнения эскизов и чертежей, таблиц, схем, графиков (ОПК-4)

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 10.1). 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.

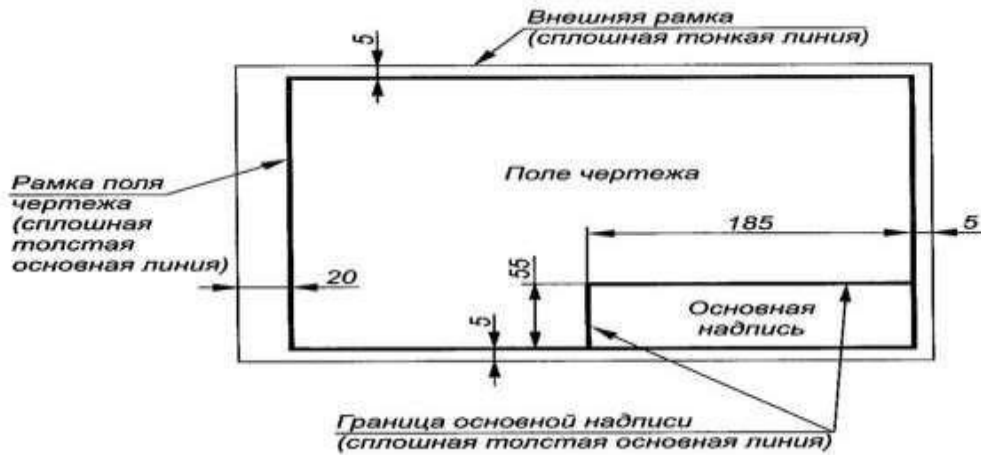


Рисунок 10.1 – Образование формата чертежа

Таблица 10.1 – Основные форматы

Обозначение	A4	A3	A2	A1	A0
Размеры сторон, мм	210x297	297x420	420x594	594x841	841x1189

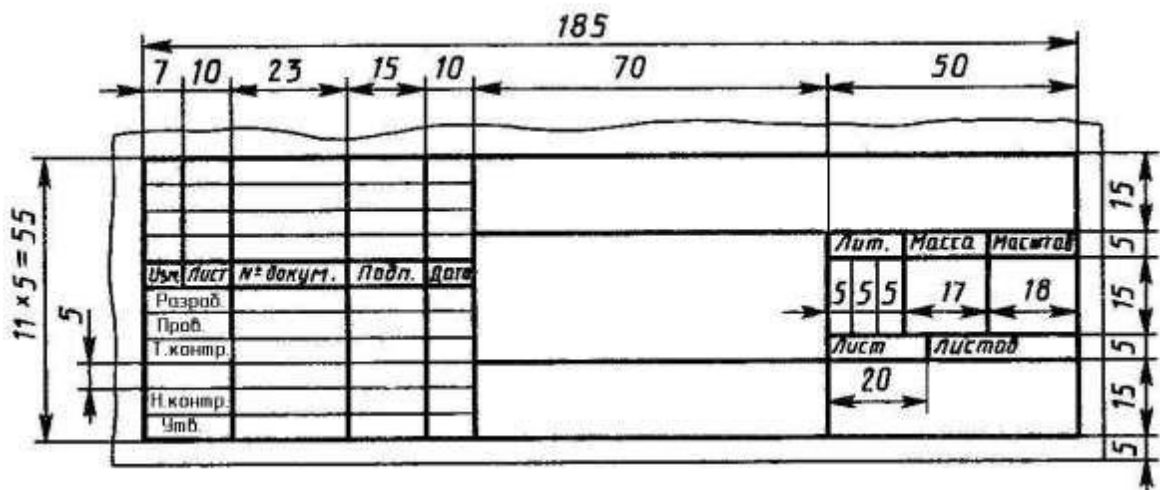


Рисунок 10.2 – Основная надпись

На листах формата **A4** основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа. А на листах формата **A3** 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 и др.

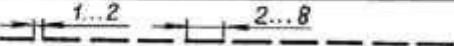
Масштабы увеличения 2:1 2,5:1 4:1 5:1 10:1 и др.

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 **A(1:5)** – для вида, или **B–B(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).

Таблица 10. 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
	— " —	Штриховая
	— " —	Штрих-пунктирная тонкая
	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
	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 вычерчивания каких линий начинают выполнение чертежа?

На формате А4 выполнить чертеж типов линий. Данные своего варианта взять в Приложении А, таблица 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 10.3 – 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-181 шрифт 10

Иванова И. И.

шрифт 14 в сетке

2018 – 2019уч. 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 №11. ВИДЫ. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

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

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей деталей (ОПК-4);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ОПК- 4);
- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-4);
- владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях работы машин (ОПК-4);

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.

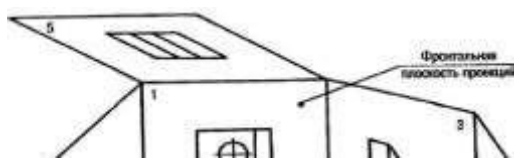


Рисунок 21.1 – Образование видов

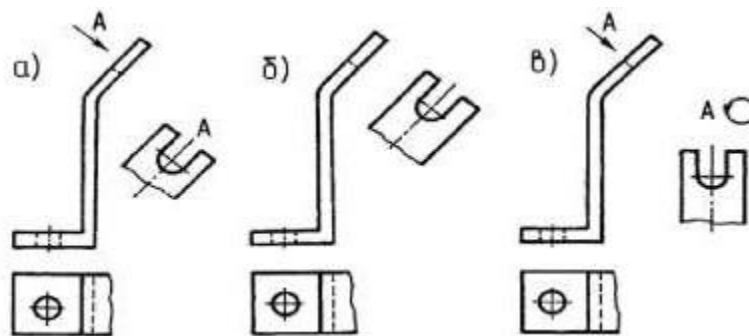


Рисунок 21.2 – Дополнительные виды

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

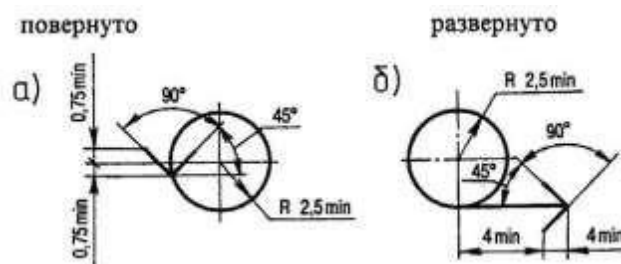


Рисунок 21.3 – Знаки

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 120° (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.

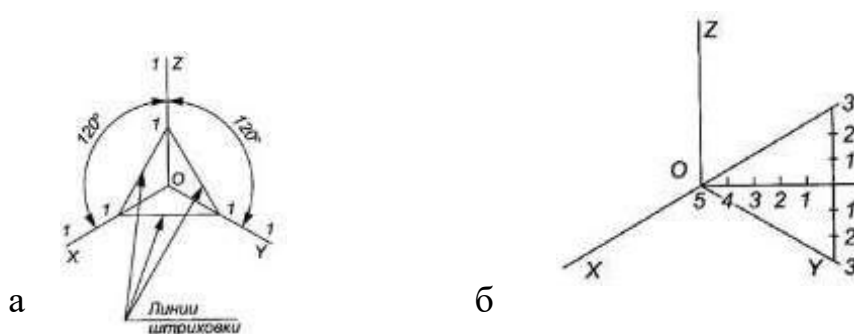


Рисунок 20.6 – Оси координат в изометрии

Оси можно построить с помощью линейки и треугольника с углами 30° и 60° . 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 3, расположенную выше горизонтальной прямой, а ось У – через точку О и точку 3, 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 , Y , Z , а размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Пример прямоугольной изометрии приведен на рисунке 20.7.

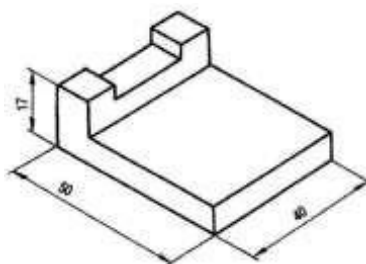


Рисунок 20.7 – Изометрия детали с габаритными размерами

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 №12. РАЗРЕЗЫ ПРОСТЫЕ. СОВМЕЩЕНИЕ ЧАСТИ ВИДА И ЧАСТИ РАЗРЕЗА

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

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей деталей (ОПК-1);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ОПК- 1); - уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-1); - владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях

работы машин (ОПК-1);

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 **П₂**, 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 **П₁**, то разрез называется **горизонтальным** (рисунок 22.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций **П₂**, то разрез называется **фронтальным** (рисунок 22.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций **П₃**, то разрез называется **профильным** (рисунок 22.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций **П₁**, то разрез называется **наклонным** (рисунок 22.5).

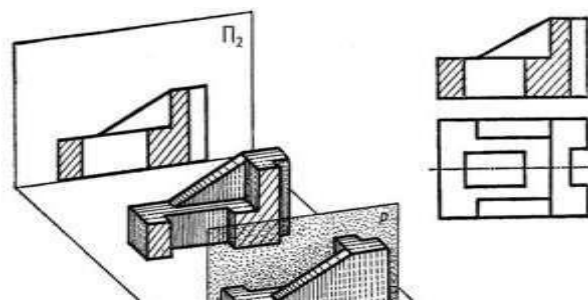


Рисунок 22.1 – Образование разреза



Рисунок 22.2 – Горизонтальный разрез Рисунок 22.3 – Фронтальный разрез

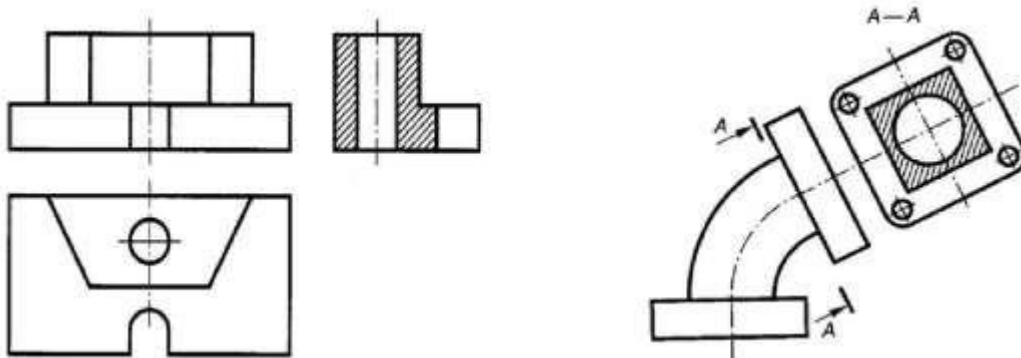


Рисунок 22.4 – Профильный разрез Рисунок 22.5 – Наклонный разрез

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 **1,5раза больше** толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии **2...3мм** 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 **2раза 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).

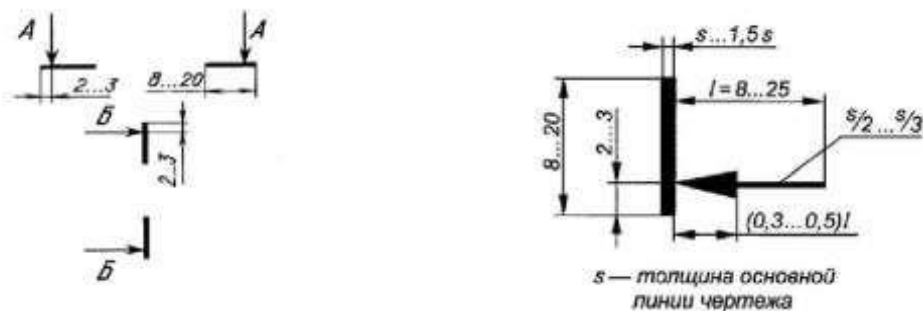


Рисунок 22.6 – Линия сечения

Разрезы штрихуются под углом 45° . Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 22.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до **12мм**) 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.

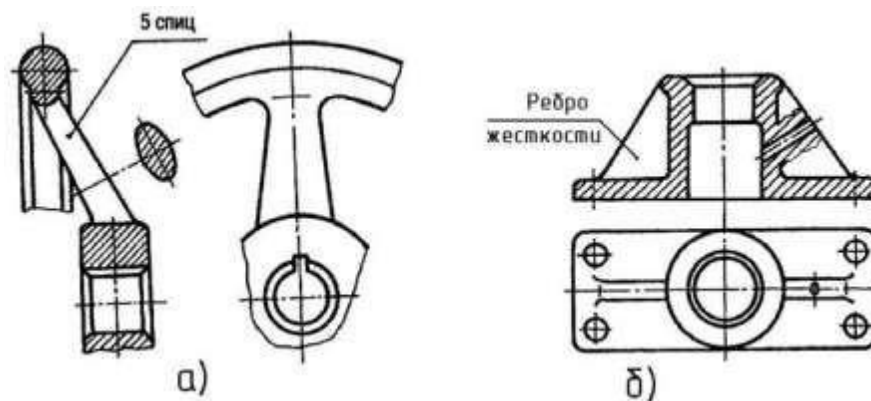
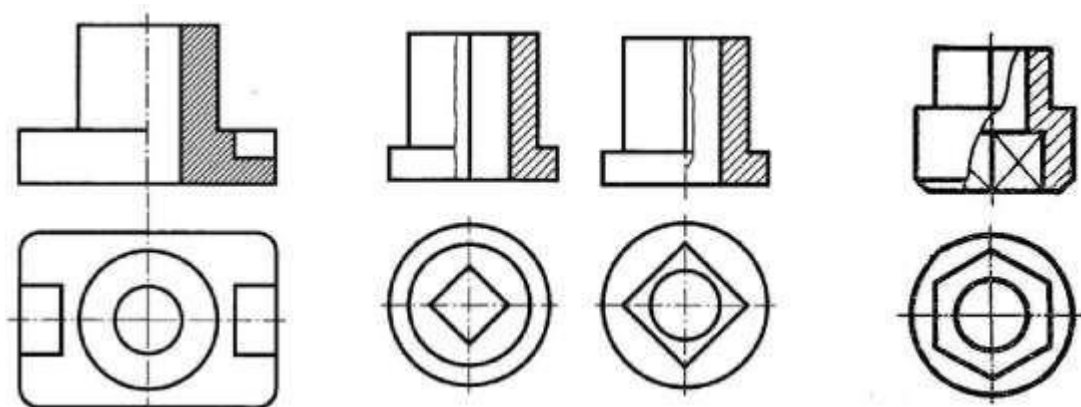


Рисунок 22.7 – Условности разрезов



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

В диметрии размер не изменяется по оси X . Поэтому на ней откладываем отрезок AB равный диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке K . Затем радиусом KM проводим дугу до пересечения с осью Z в точке O_1 . При пересечении прямой BK с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются центрами дуг радиусов R и r , которыми проводятся дуги между точками B и A .

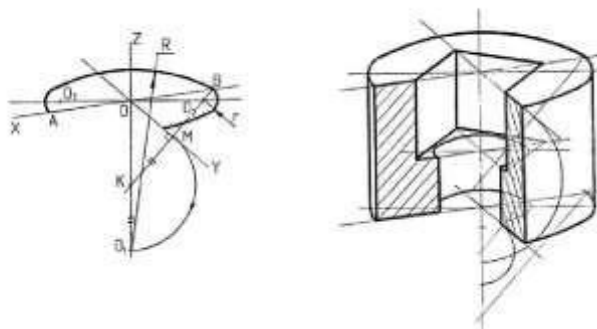


Рисунок 22.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

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. агентство 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 №13. РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

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

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей деталей (ОПК-4);

- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ОПК- 4);
- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-4);
- владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях работы машин (ОПК-4).

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 использованиинескольких секущих плоскостей. В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы делятся на**ступенчатые и ломаные**.

Ступенчатые разрезы образуются при рассечении предметанесколькими 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 двумяпересекающимися 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.

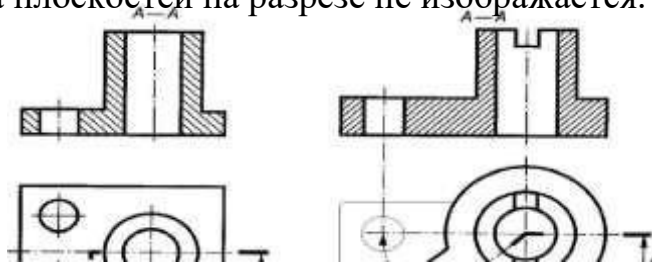


Рисунок 23.1 – Разрез ступенчатый Рисунок 23.2 – Разрез ломаный

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.

<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. СЕЧЕНИЯ

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

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей деталей (ОПК-1);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ОПК- 1);
- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-1);
- владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях

работы машин (ОПК-1);

*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 примысленном 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 навиде детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Если форма сечения 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.

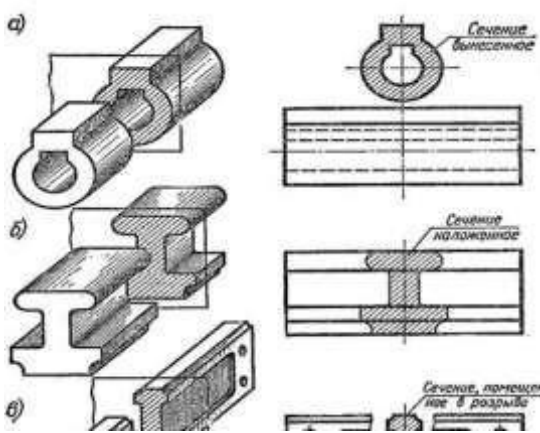


Рисунок 24.1 – Классификация сечений

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.

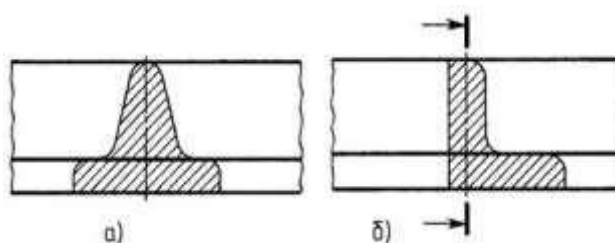


Рисунок 24.2 – Наложенные сечения

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по разному.

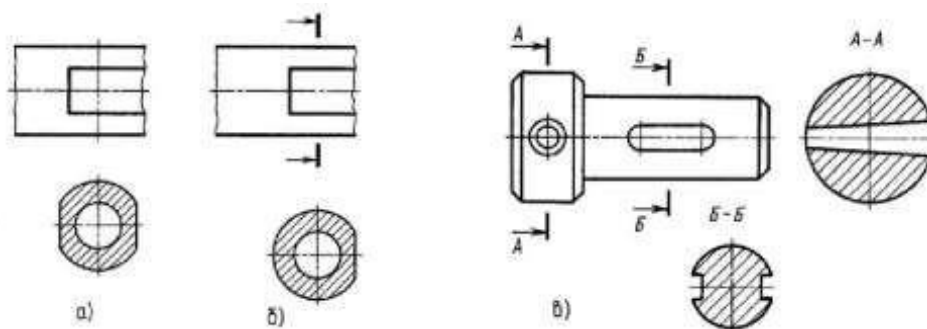


Рисунок 24.3 – Варианты расположения вынесенного сечения

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).

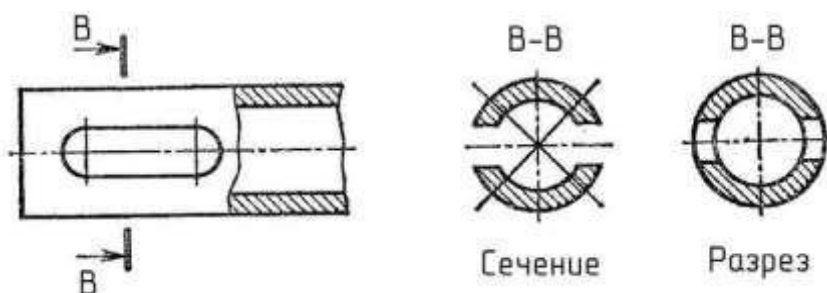


Рисунок 24.4 – Сечение не круглого отверстия

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).

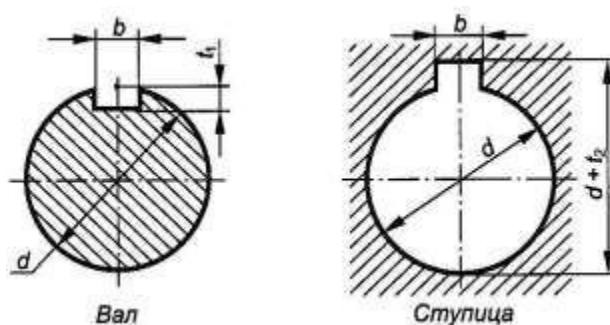


Рисунок 24.5 – Размеры шпоночного паза

Для простановки глубины шпоночного паза на валу 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 $d+t_2$ на

ступице всегда дробное число, например, 27,3.

Заполнить основную надпись. Образец выполнения 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 №15.РЕЗЬБЫ. ИХ УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ

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

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей деталей (ОПК-4);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ОПК-

4);

- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-4);

- владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях работы машин (ОПК-4);

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 отличие 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.

Наложённое сечение (рисунок 24.1б и 24.2) располагают непосредственно на виде детали. Контур такого сечения обводят сплошной тонкой линией. Если форма сечения 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.

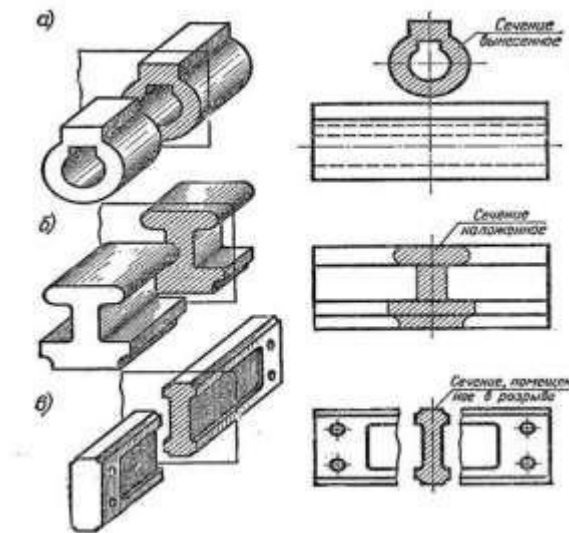


Рисунок 24.1 – Классификация сечений

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.

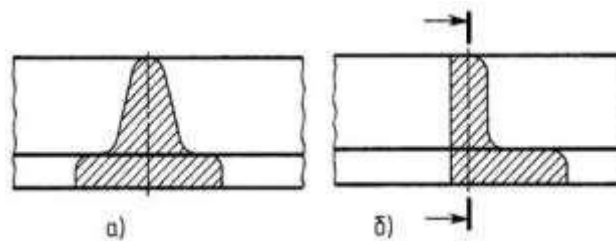


Рисунок 24.2 – Наложённые сечения

Вынесенное сечение на чертеже может располагаться по разному.

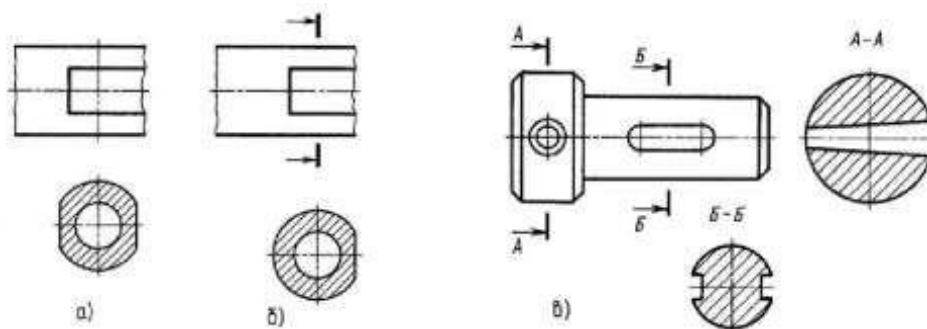


Рисунок 24.3 – Варианты расположения вынесенного сечения

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).

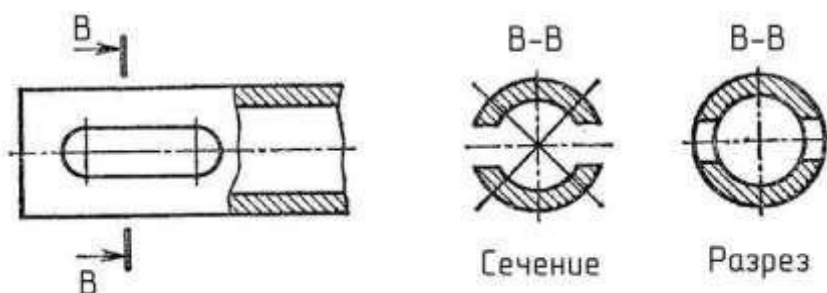


Рисунок 24.4 – Сечение не круглого отверстия

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).

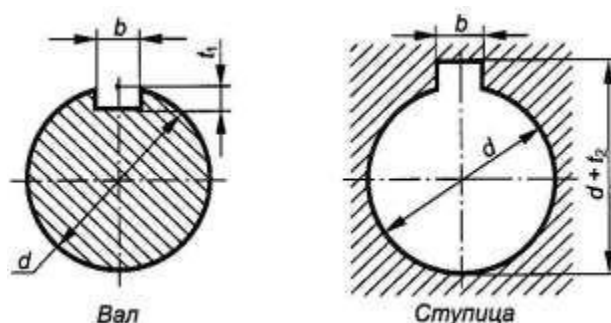


Рисунок 24.5 – Размеры шпоночного паза

Для простановки глубины шпоночного паза на валу 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 $d+t_2$ на

ступице всегда дробное число, например, 27,3.

Заполнить основную надпись. Образец выполнения 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 №16. СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ

*Цель:*получение навыков и умений при построении сварных соединений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей, сборочных единиц (ОПК-4);
- знать элементы технического черчения(ОПК-4);
- знать виды проектно-конструкторской документации (ОПК-4);

- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей (ОПК- 4);
- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК-4);
- владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях работы машин (ОПК-4);

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 **сцепным** (рисунк 27.1а) или **шахматным** (рисунк 27.1б) расположением проваренных участков, с указанием их длины l и шага t .

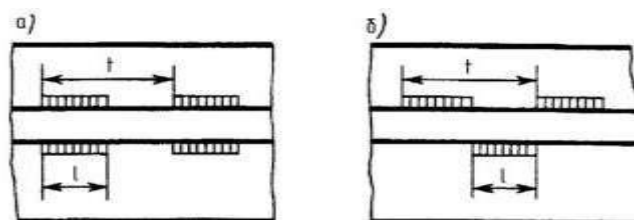


Рисунок 27.1– Типы сварных швов

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 (рисунк 27.2).

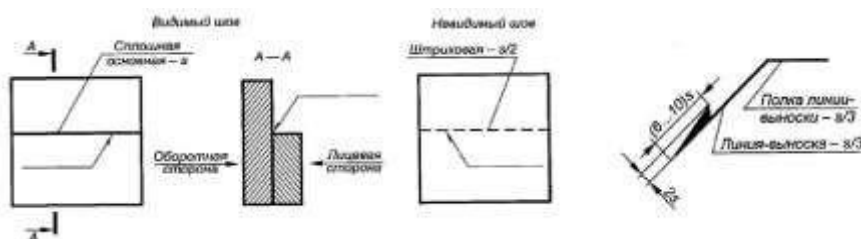


Рисунок 27.2 – Изображение швов

На полке линии-выноски записывают **условное обозначение** сварного шва: для видимого шва – над полкой, для невидимого – под полкой (рисунк 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 (рисунк 27.3, правый)

Таблица 27.1 – Образцы сварных швов

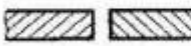
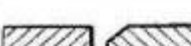
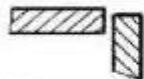
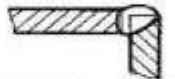
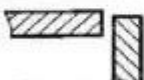
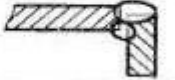
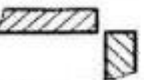
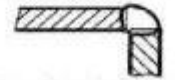
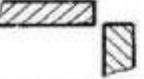
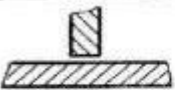
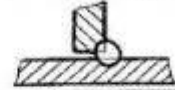
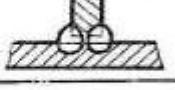
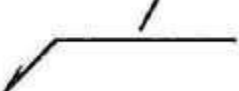
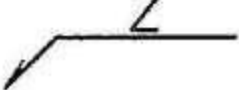
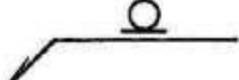
Некоторые типы сварных швов ручной электродуговой сварки (по ГОСТ 5264-80)					
Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Условное обозначение шва
			подготовленных кромок	выполненного шва	
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний			C2
		Двусторонний			C4
	Со скосом одной кромки	Односторонний			C5
	Со скосом двух кромок	Односторонний			C15
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

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

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

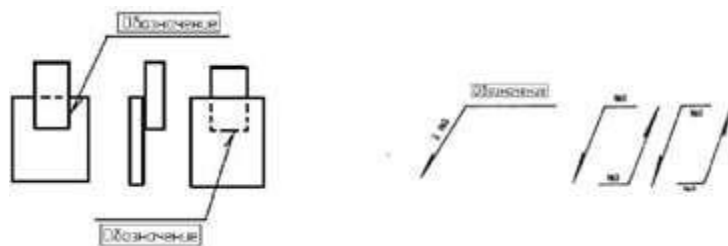


Рисунок 27.3 – Обозначение швов

Структура условного обозначения стандартного сварного шва приведена на рисунке 27.4.

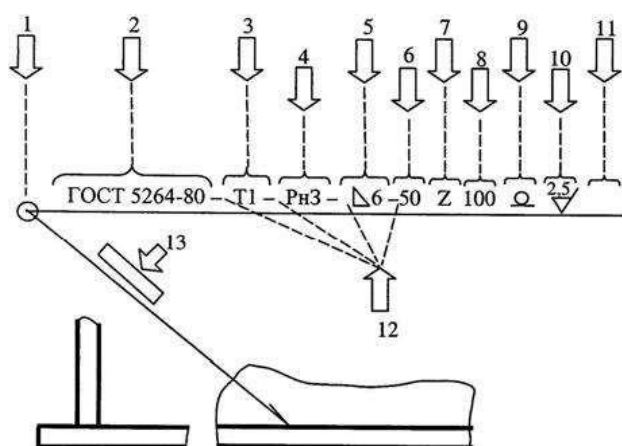


Рисунок 27.4 – Структура обозначения шва

1 – шов по замкнутому контуру; 2 – номер стандарта; 3 – буквенно-цифровое обозначение шва: Т1 – тавровый, односторонний; 4 – способ сварки: РнЗ – 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».

	6	6	8	70	63	10	22
15	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<u>Документация</u>		
	A3			ПК 04.08.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
					<u>Сборочные единицы</u>		
	A3	1		ПК 04.08.01.00	Ролик	1	
					<u>Детали</u>		
	A4	2		ПК 04.08.00.01	Скоба	1	
	A4	3		ПК 04.08.00.02	Кольцо	2	
	A4	4		ПК 04.08.00.03	Ось	1	
	A4	5		ПК 04.08.00.04	Кольцо	1	
	A4	6		ПК 04.08.00.05	Вилка	1	
						1	
					<u>Стандартные изделия</u>		
		7			Винт М12×20.36 ГОСТ 8878-64		
		8			Гайка М20.4 ГОСТ 5915-70		
		9			Шайба 20 ГОСТ 11371-68		
8 × 5 = 40	10			ПК 04.08.00.00.			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
	Проект.						
	Консульт.						
	Чертил						
	Принял						
5				Обойма			5
					Лит.	Лист	Листов
					У	1	2
					5	5	5 КМТ
20	17	23	15	10	15	15	20
	185				5		

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 выполнения задания приведен в 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 №17. ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ

Цель: получение навыков оформления конструкторских документов с помощью графических редакторов

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знать методы построения чертежей с помощью графических редакторов (ОПК-4);
- знать методы построения графических объектов, методы редактирования графических объектов;(ОПК-4);
- знать виды проектно-конструкторской документации с использованием графических редакторов(ОПК-4);
- владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей с использованием графических редакторов(ОПК-4);
- уметь читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций, составлять различные схемы с учетом всех требований ЕСКД (ОПК- 4);
- владеть навыками конструирования деталей и узлов при различных условиях работы машин с использованием графических редакторов (ОПК-4);

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо получить навыки работы с использованием графических редакторов при выполнении рабочих чертежей.

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. 17.1).

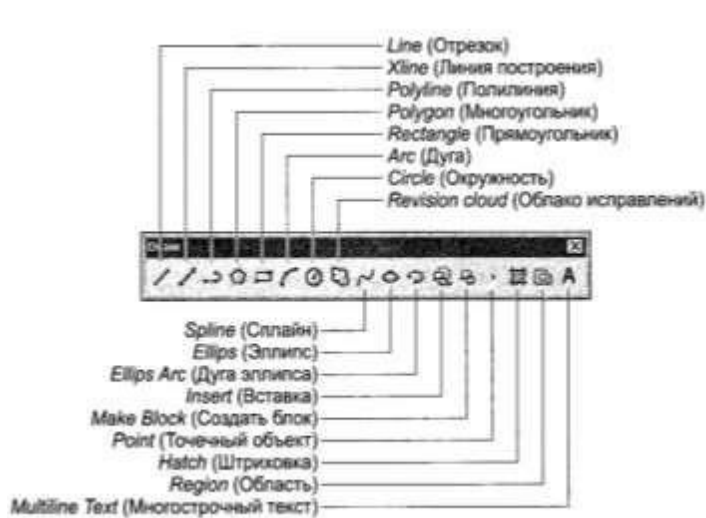


Рисунок 17.1 – Панель рисования (примитивы)

4. Научиться управлять изображением на экране.
5. Освоить панель инструментов, позволяющих редактировать геометрические примитивы и созданные объекты (рис. 17.2).

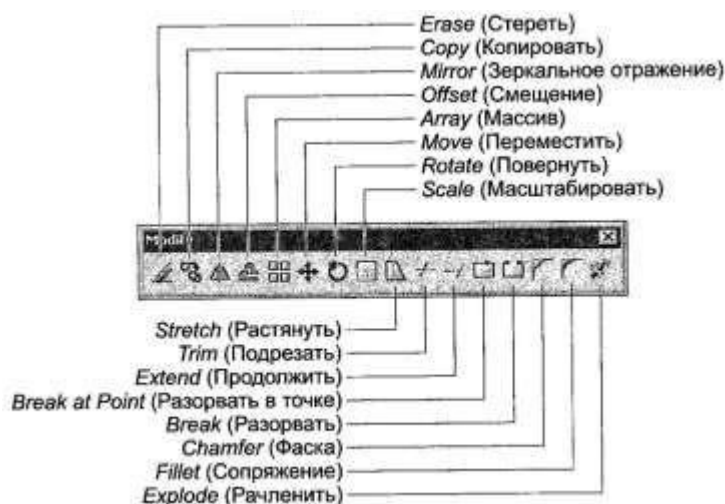


Рисунок 17.2 – Панель редактирования

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>:

(Задайте вторую точку смещения или <используйте первую точку в качестве смещения>).

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  CopyObject (Копировать объект) панели инструментов Modify. Можно сделать и наоборот: щелкнуть на кнопке CopyObject, 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

Specifybasepoint:

(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

Specifythereferenceangle<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

Specifythenewangle:

(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?

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».

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 Х ₁	пл. П ₃	пл. П ₂	пл. П ₁	Ось Х	пл. П ₁	пл. П ₂	Ось Х	пл. П ₃	пл. П ₁

Таблица 3 – Данные к задачам 4.1 – 4.3, 5.1 – 5.4, 6.1 -6.2, 7.1 – 7.3, 8.1 – 8.3

№ ва- рианта	А			В			С			К			D			Плоскость Р		
	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 4 – Данные к задачам 9.1 – 9.2

вариант			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Коорди- наты	С	х	46	50	52	54	56	39	41	43	45	47	49	51
		у	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 P_x	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
α для 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	А	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

	В	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 P_1	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25
α для 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	А			В			С		
	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	А			В			С			D			P _x	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	А			В			С			S			Z _R	α_{T2}^0
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		
1	<u>78</u>	<u>21</u>	<u>0</u>	<u>56</u>	<u>26</u>	<u>0</u>	<u>3</u>	<u>37</u>	<u>0</u>	<u>80</u>	<u>25</u>	<u>75</u>	<u>10</u>	<u>10</u>
2	<u>81</u>	<u>21</u>	<u>0</u>	<u>60</u>	<u>48</u>	<u>0</u>	<u>11</u>	<u>32</u>	<u>0</u>	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>76</u>	<u>9</u>	<u>15</u>
3	<u>82</u>	<u>22</u>	<u>0</u>	<u>62</u>	<u>46</u>	<u>0</u>	<u>12</u>	<u>34</u>	<u>0</u>	<u>59</u>	<u>71</u>	<u>77</u>	<u>11</u>	<u>20</u>
4	<u>83</u>	<u>23</u>	<u>0</u>	<u>63</u>	<u>44</u>	<u>0</u>	<u>13</u>	<u>36</u>	<u>0</u>	<u>61</u>	<u>72</u>	<u>78</u>	<u>8</u>	<u>25</u>
5	<u>84</u>	<u>24</u>	<u>0</u>	<u>64</u>	<u>42</u>	<u>0</u>	<u>14</u>	<u>38</u>	<u>0</u>	<u>58</u>	<u>73</u>	<u>79</u>	<u>12</u>	<u>30</u>
6	<u>85</u>	<u>25</u>	<u>0</u>	<u>65</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>62</u>	<u>74</u>	<u>80</u>	<u>7</u>	<u>25</u>
7	<u>79</u>	<u>19</u>	<u>0</u>	<u>59</u>	<u>38</u>	<u>0</u>	<u>9</u>	<u>42</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>75</u>	<u>74</u>	<u>13</u>	<u>20</u>
8	<u>78</u>	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>58</u>	<u>36</u>	<u>0</u>	<u>8</u>	<u>44</u>	<u>0</u>	<u>63</u>	<u>76</u>	<u>73</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
9	<u>76</u>	<u>18</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>34</u>	<u>0</u>	<u>7</u>	<u>46</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>77</u>	<u>72</u>	<u>15</u>	<u>10</u>
10	<u>75</u>	<u>17</u>	<u>0</u>	<u>56</u>	<u>32</u>	<u>0</u>	<u>6</u>	<u>48</u>	<u>0</u>	<u>58</u>	<u>78</u>	<u>71</u>	<u>16</u>	<u>15</u>
11	<u>76</u>	<u>16</u>	<u>0</u>	<u>54</u>	<u>30</u>	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>33</u>	<u>0</u>	<u>61</u>	<u>79</u>	<u>70</u>	<u>17</u>	<u>20</u>
12	<u>77</u>	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>55</u>	<u>28</u>	<u>0</u>	<u>4</u>	<u>35</u>	<u>0</u>	<u>56</u>	<u>80</u>	<u>69</u>	<u>18</u>	<u>25</u>

Таблица 14 – Данные к заданию 14.1

<u>№</u>	<u>X_A</u>	<u>Y_A</u>	<u>Z_A</u>	<u>X_B</u>	<u>Y_B</u>	<u>Z_B</u>	<u>X_C</u>	<u>Y_C</u>	<u>Z_C</u>	<u>X_D</u>	<u>Y_D</u>	<u>Z_D</u>	<u>X_E</u>	<u>Y_E</u>	<u>Z_E</u>	<u>X_K</u>	<u>Y_K</u>	<u>X_G</u>	<u>Y_G</u>	<u>X_U</u>	<u>Y_U</u>	<u>h</u>
<u>1</u>	<u>141</u>	<u>75</u>	<u>0</u>	<u>122</u>	<u>14</u>	<u>77</u>	<u>87</u>	<u>100</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>50</u>	<u>40</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>74</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>2</u>	<u>0</u>	<u>70</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>9</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>95</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>45</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>3</u>	<u>0</u>	<u>80</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>19</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>110</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>55</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>4</u>	<u>0</u>	<u>68</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>93</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>143</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>5</u>	<u>0</u>	<u>68</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>93</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>143</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>6</u>	<u>0</u>	<u>75</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>14</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>100</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>50</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>7</u>	<u>0</u>	<u>82</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>112</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>57</u>	<u>40</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>8</u>	<u>0</u>	<u>85</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>24</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>115</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>60</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>9</u>	<u>0</u>	<u>90</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>29</u>	<u>77</u>	<u>53</u>	<u>120</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>65</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>10</u>	<u>0</u>	<u>85</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>30</u>	<u>80</u>	<u>55</u>	<u>120</u>	<u>40</u>	<u>141</u>	<u>60</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	<u>125</u>	<u>20</u>	<u>86</u>	<u>93</u>	<u>86</u>
<u>11</u>	<u>141</u>	<u>70</u>	<u>0</u>	<u>122</u>	<u>9</u>	<u>77</u>	<u>87</u>	<u>95</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>45</u>	<u>40</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>74</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>95</u>	<u>85</u>
<u>12</u>	<u>141</u>	<u>80</u>	<u>0</u>	<u>122</u>	<u>19</u>	<u>77</u>	<u>87</u>	<u>110</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>55</u>	<u>40</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>0</u>	<u>74</u>	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>95</u>	<u>85</u>

Таблица 15— Данные к задаче 14.2

Координ Вариант	X _S	Y _S	Z _S	X _A	Y _A	X _B	Y _B	X _C	Y _C	X _D	Y _D	Z ABCD	α°	β°
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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	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 ₁ M ₁	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
C ₁ N 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
α°	45	50	60	50	45	60	50	45	45	50	60	60	50	45	60
β°	45	40	35	45	40	35	35	40	45	40	35	45	45	35	40

Таблица 17 — Данные к задаче 15.2

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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

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)

Вар и ант ы	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
L₁	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
L₂	5	10	15	20	15	10	5	15	10	15	20	20	15	10	20
L₃	25	20	20	15	10	15	20	25	20	25	15	10	15	15	25
L₄	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

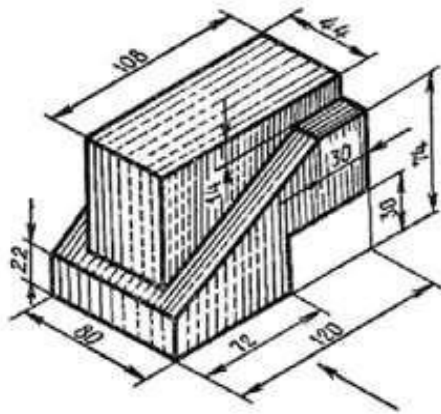
Таблица - Данные для практического занятия 2 1— *Данные к задаче -20.1-20.5*

№ варианта	№ задания																
	1	2		3		4			5			6			7	8	
	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>
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

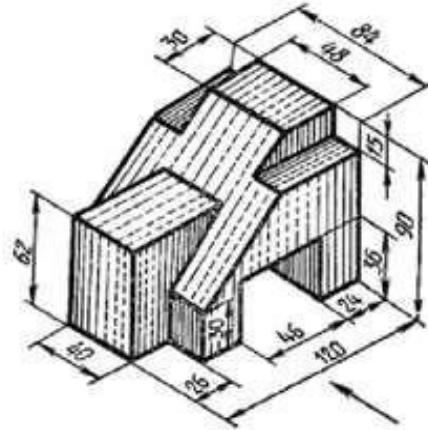
Таблица 10 - Данные для практического занятия 21

Вариант 1	Вариант 2
Продолжение таблицы 23	
Вариант 3	Вариант 4

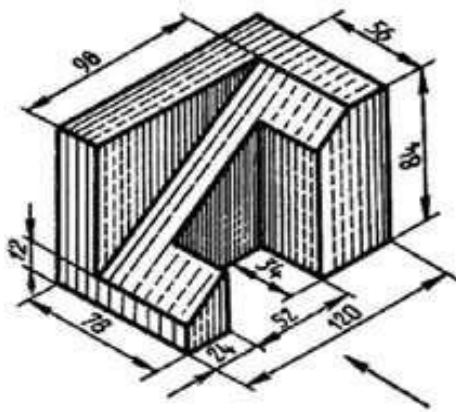
Вариант 5



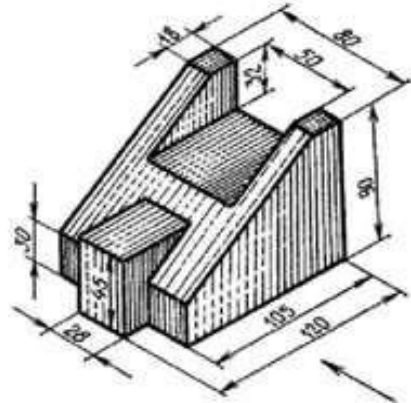
Вариант 6



Вариант 7



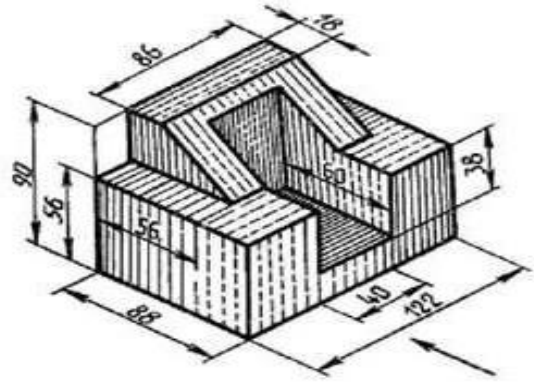
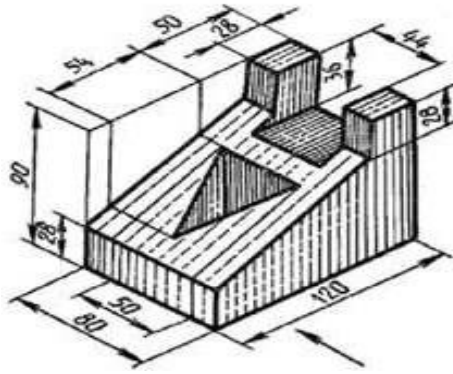
Вариант 8



Продолжение таблицы 23

Вариант 9

Вариант 10



Вариант 11

Вариант 12

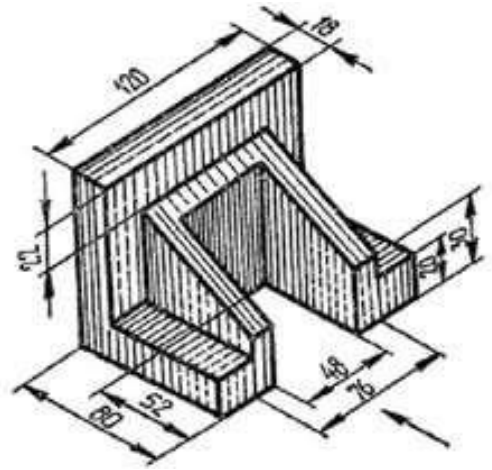
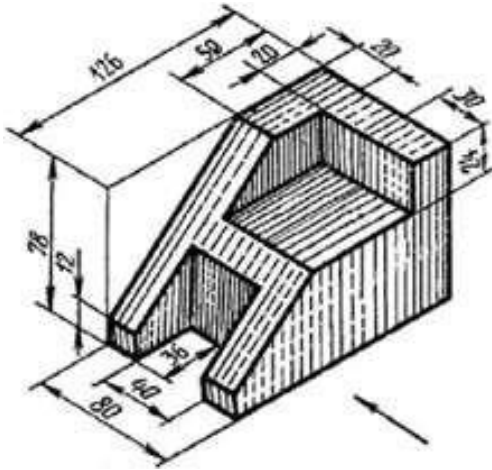
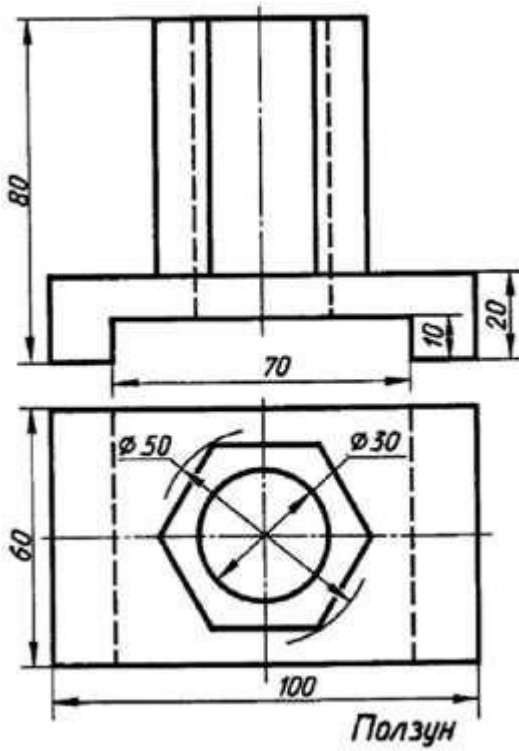
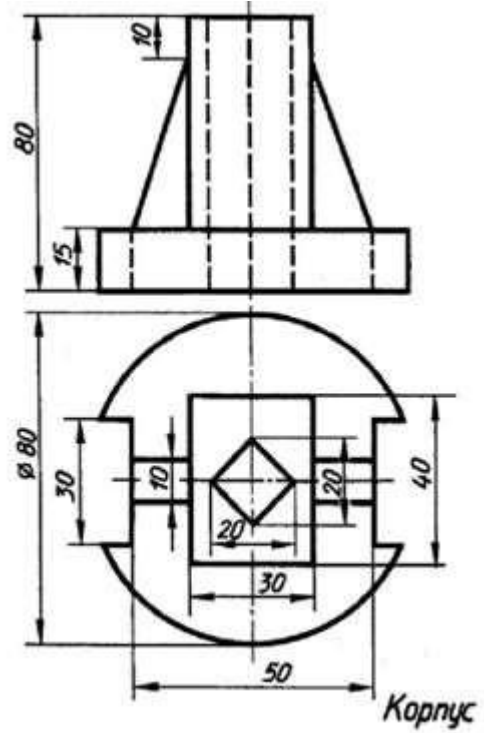


Таблица 24- Данные для практического занятия 22

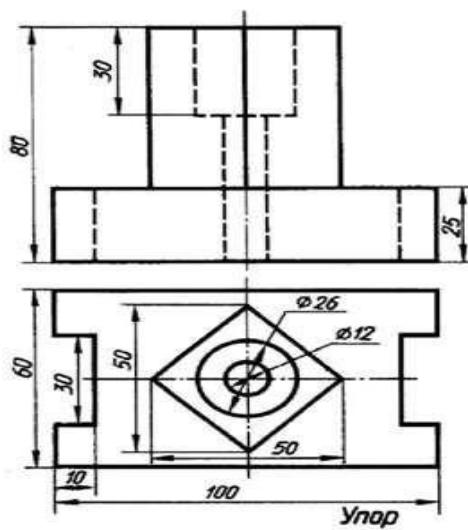
Вариант 1



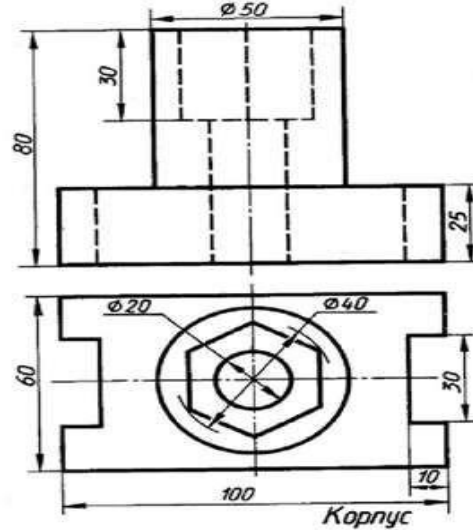
Вариант 2



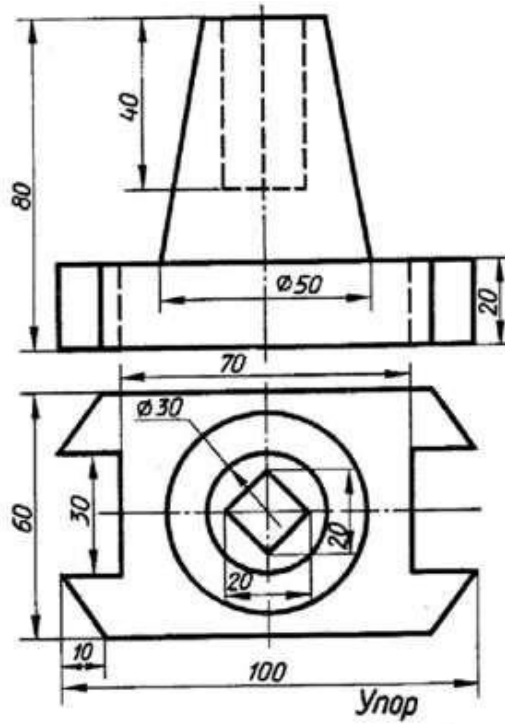
Вариант 3



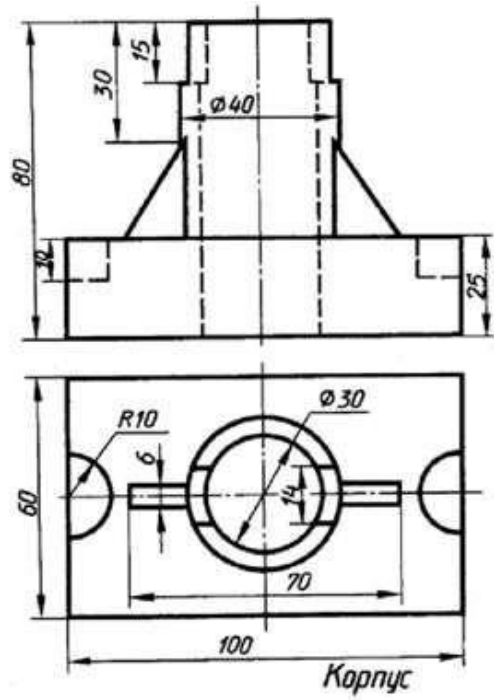
Вариант 4



Вариант 5

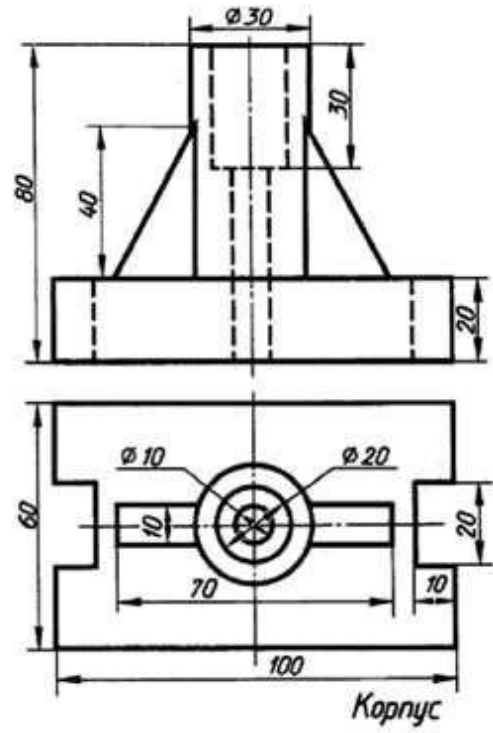
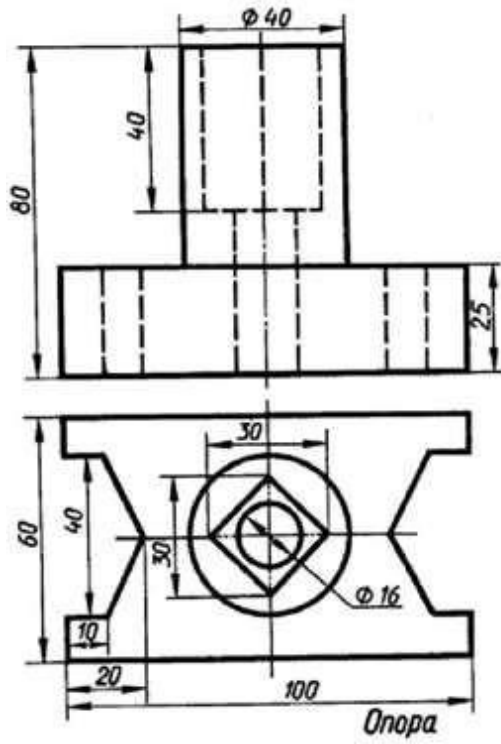


Вариант 6

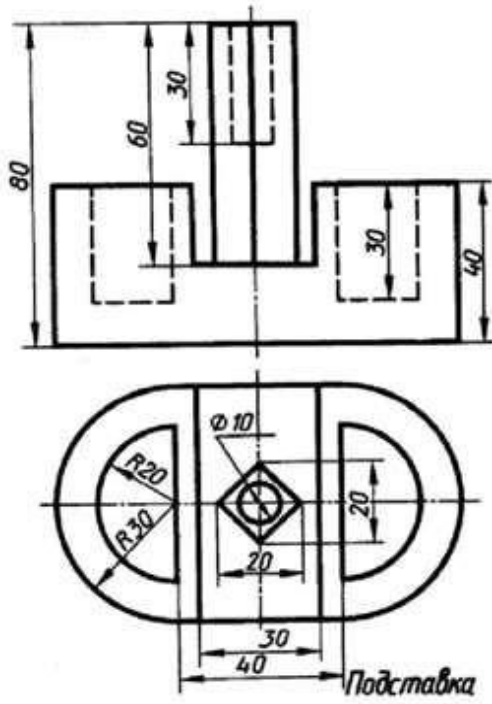


Вариант 7

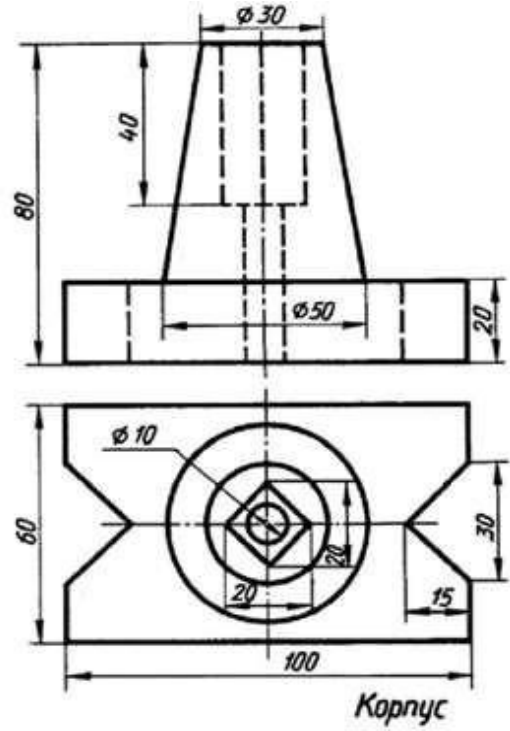
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11

Вариант 12

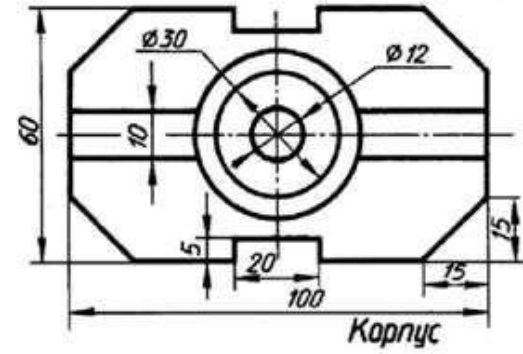
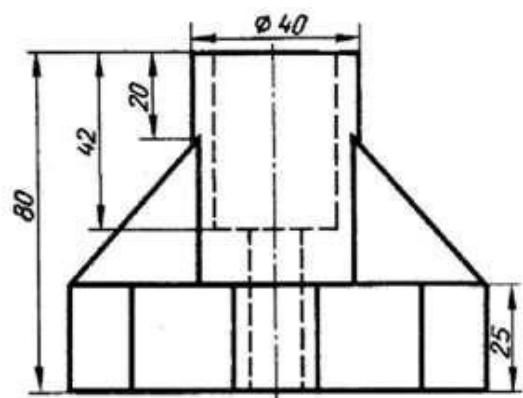
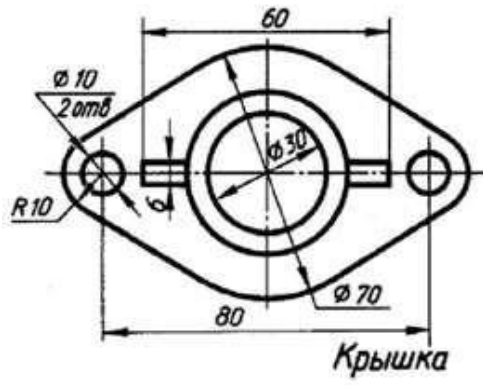
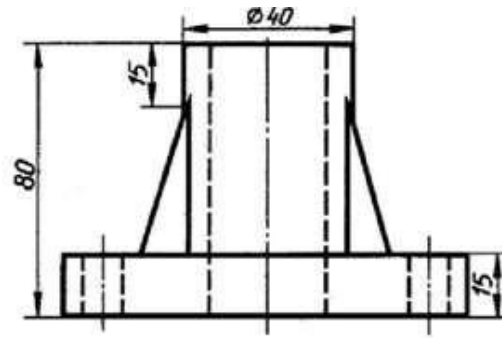
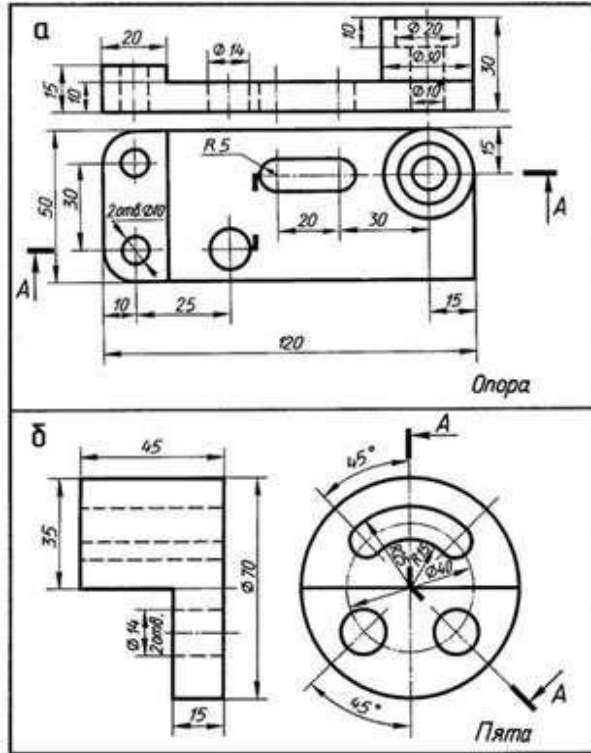
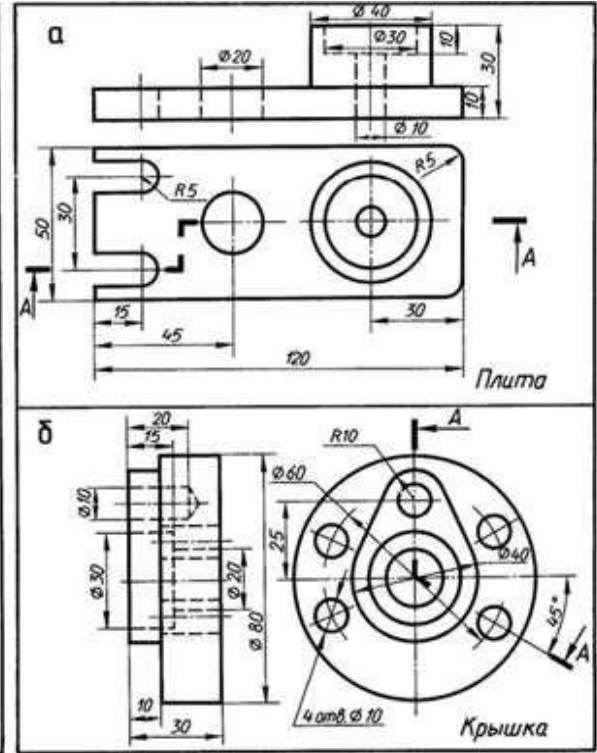


Таблица 25- Данные для практического занятия 23

Вариант 1

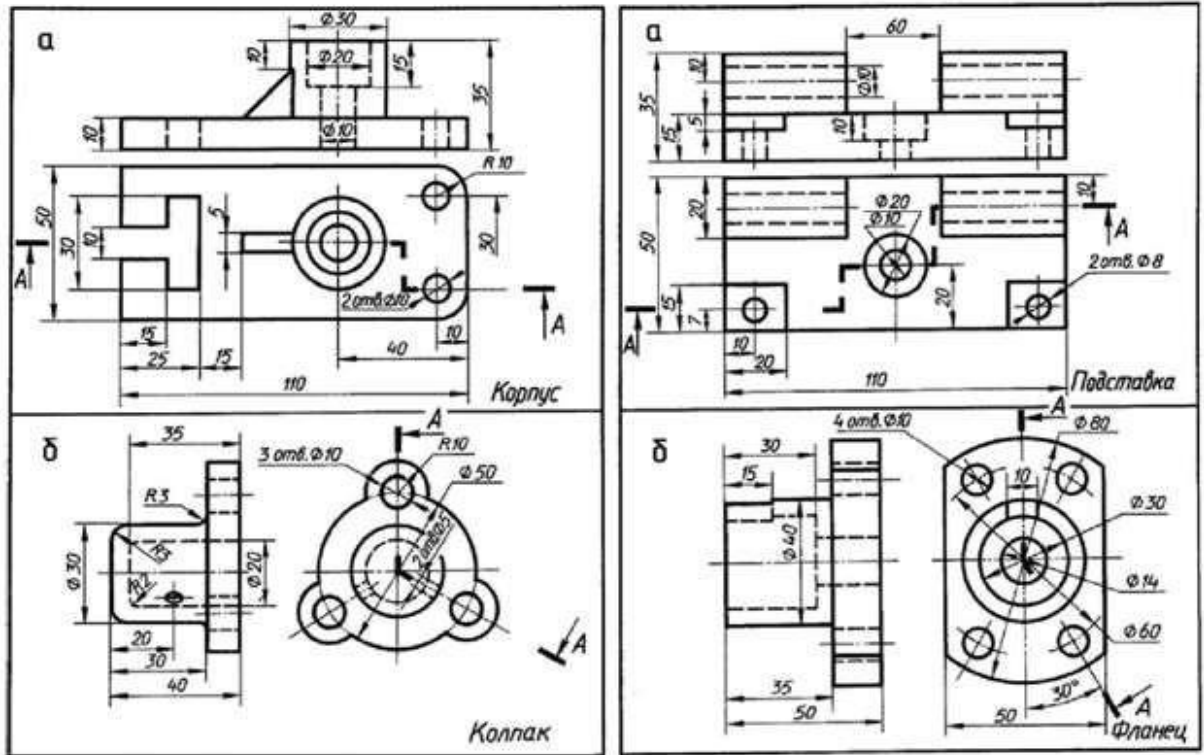


Вариант 2



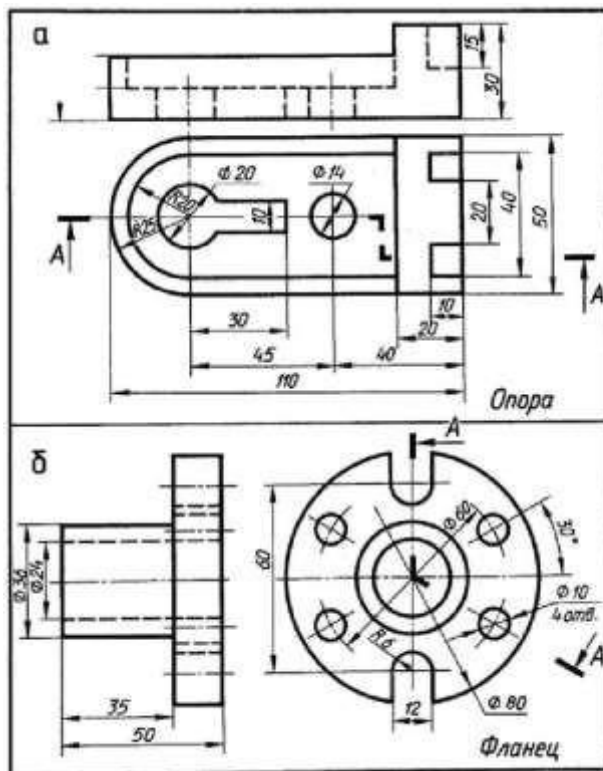
Вариант 3

Вариант 4

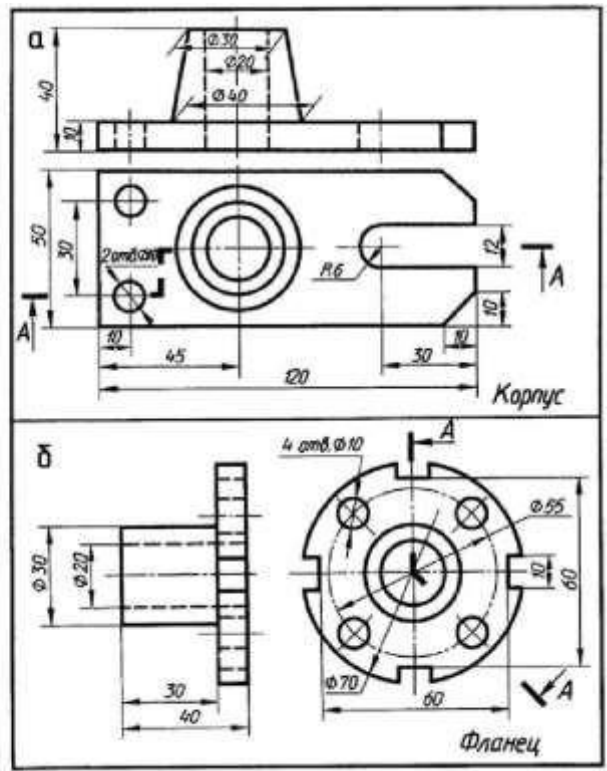


Продолжение таблицы 25

Вариант 5

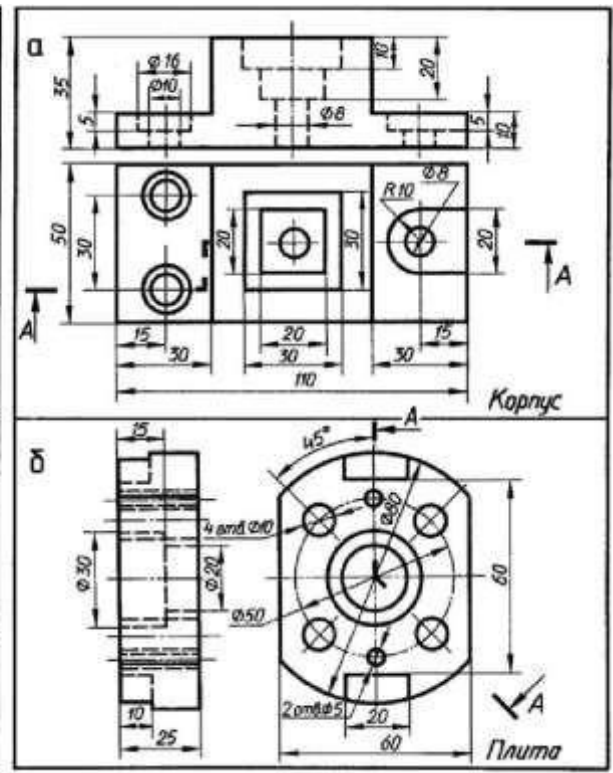
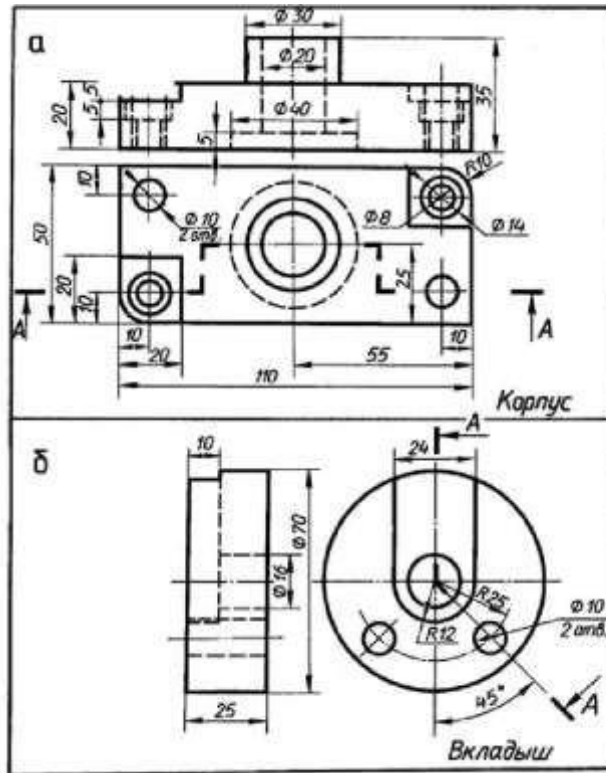


Вариант 6



Вариант 7

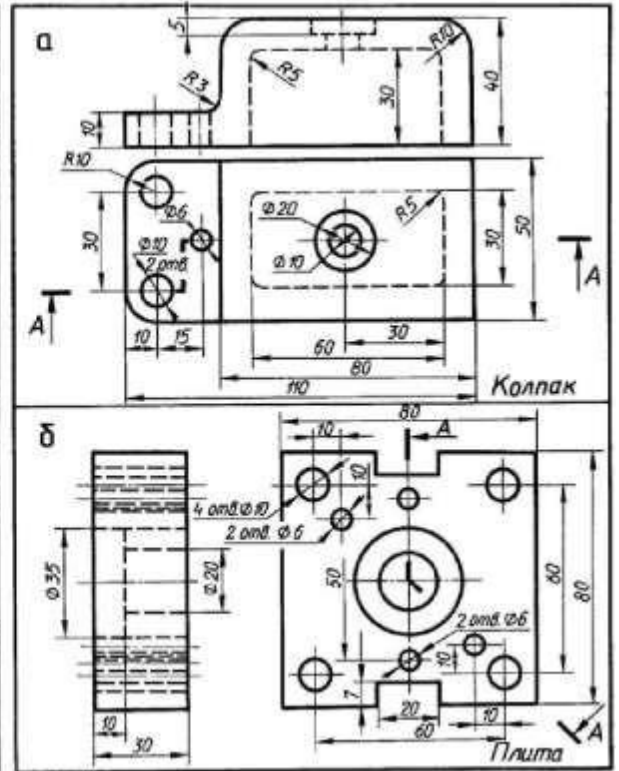
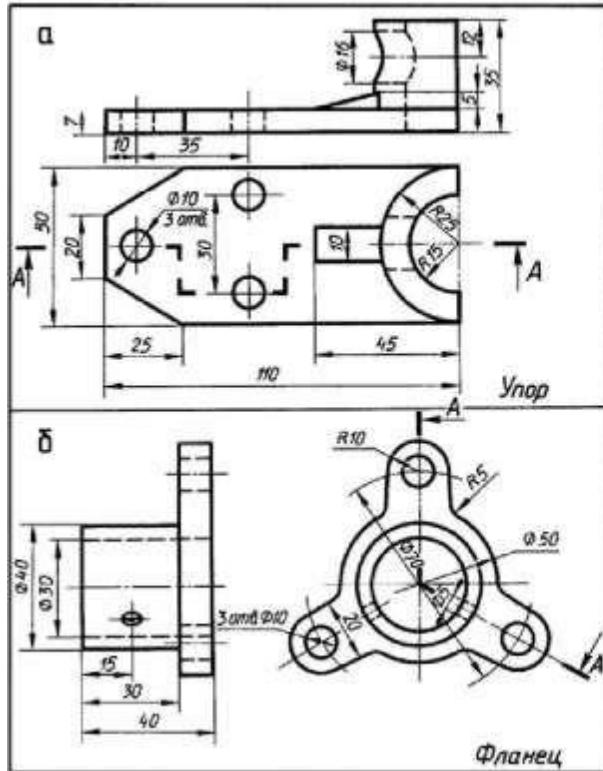
Вариант 8



Продолжение таблицы 25

Вариант 9

Вариант 10



Вариант 11

Вариант 12

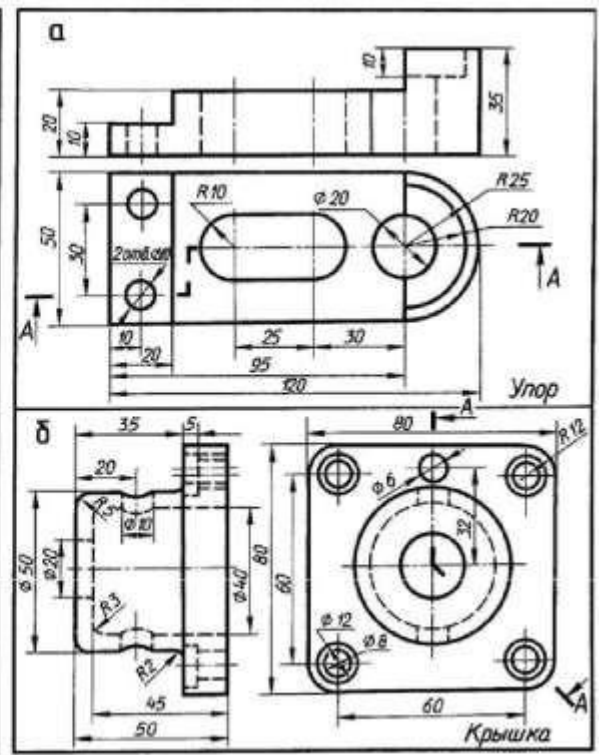
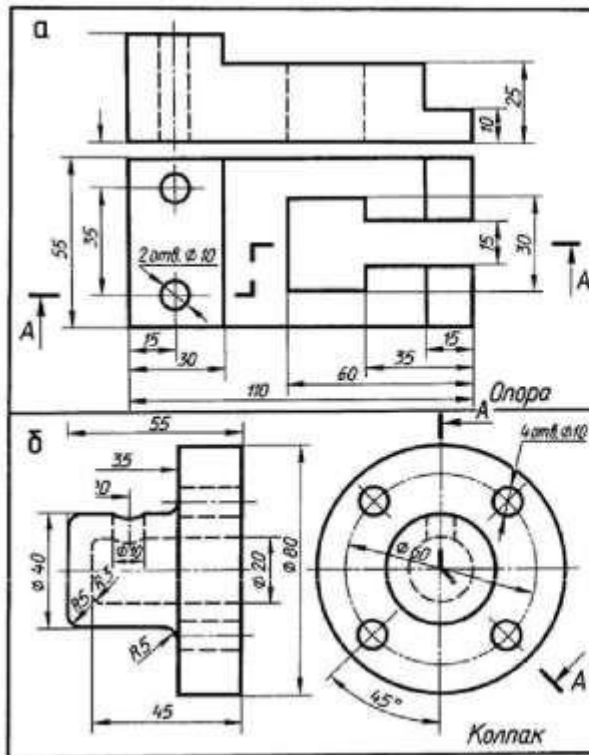
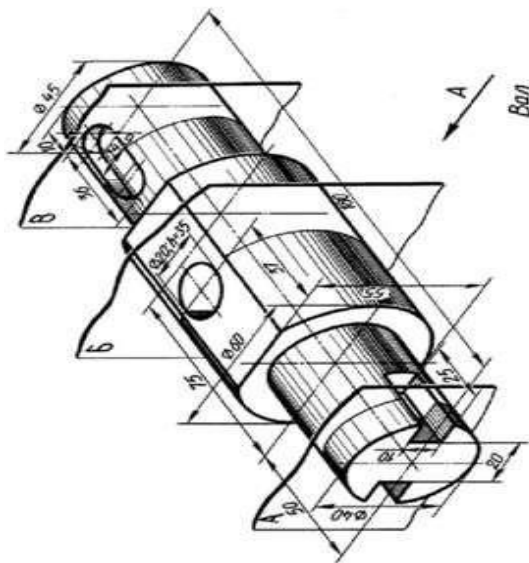
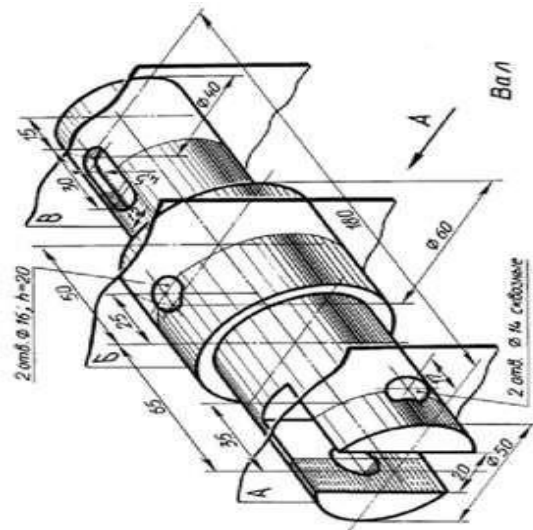


Таблица - Данные для практического занятия 14

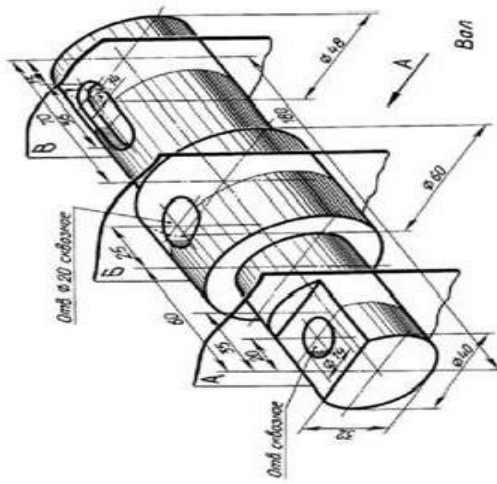
Вариант 1



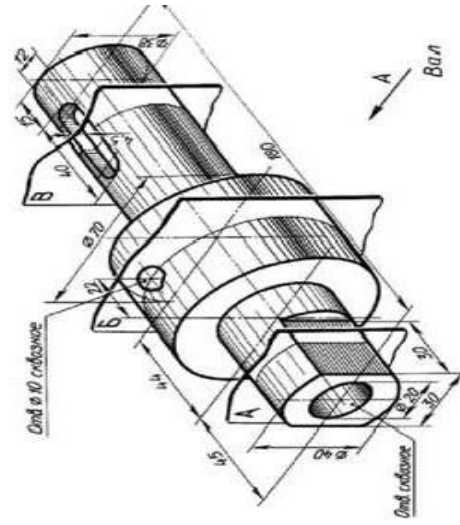
Вариант 2



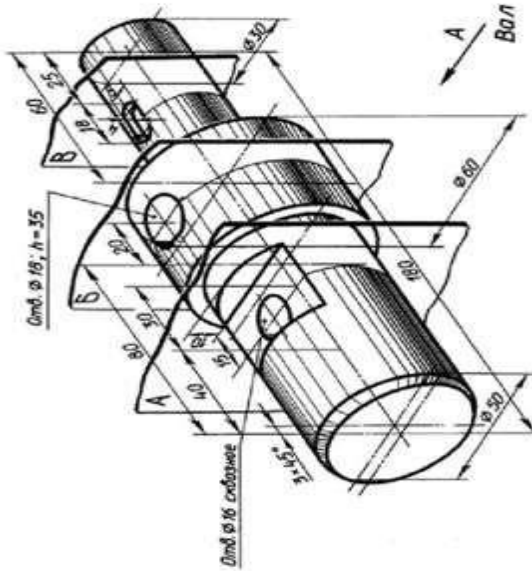
Вариант 3



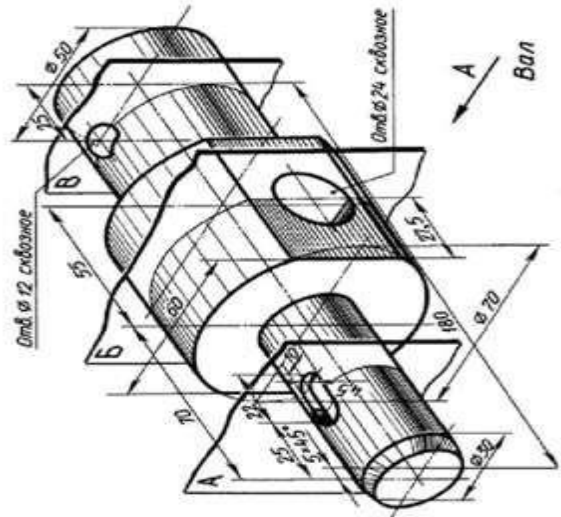
Вариант 4



Вариант 5

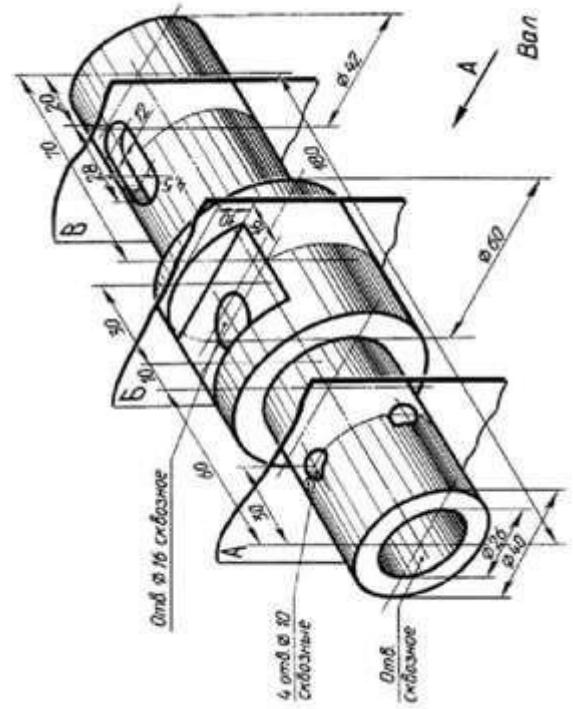
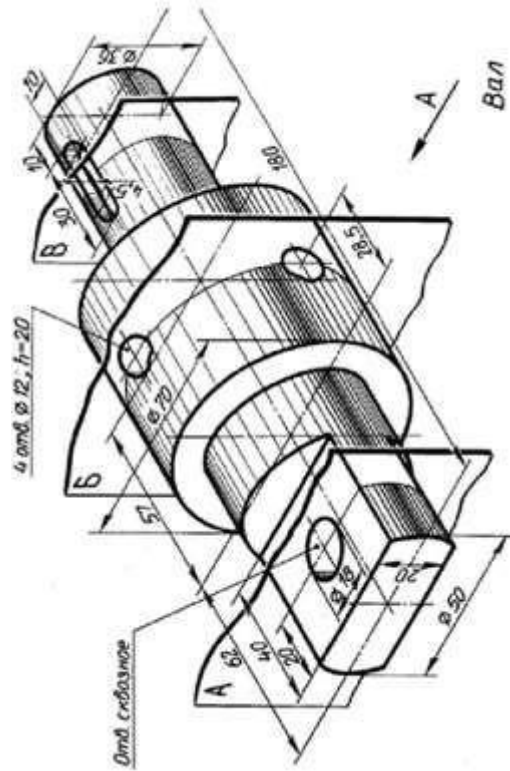


Вариант 6

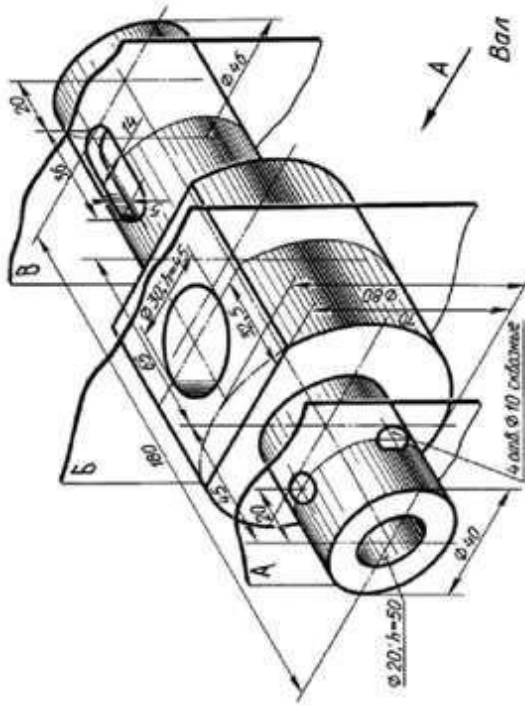


Вариант 7

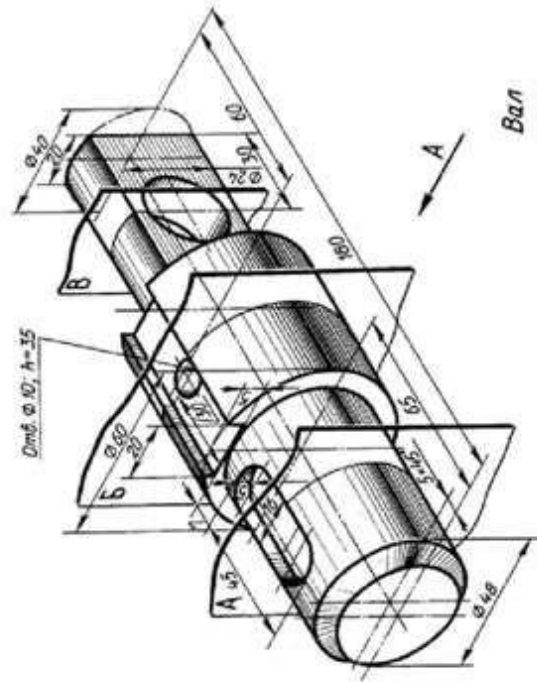
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11

Вариант 12

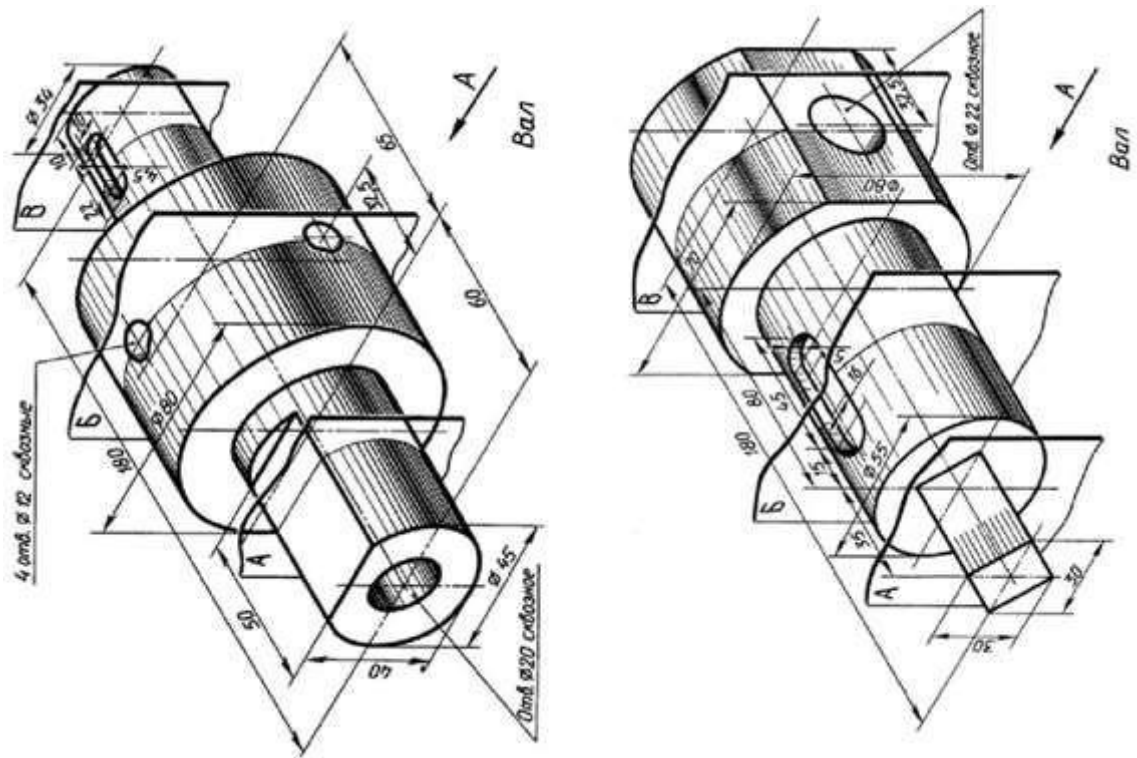


Таблица - Данные для практического занятия 16

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

Продолжение таблицы

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

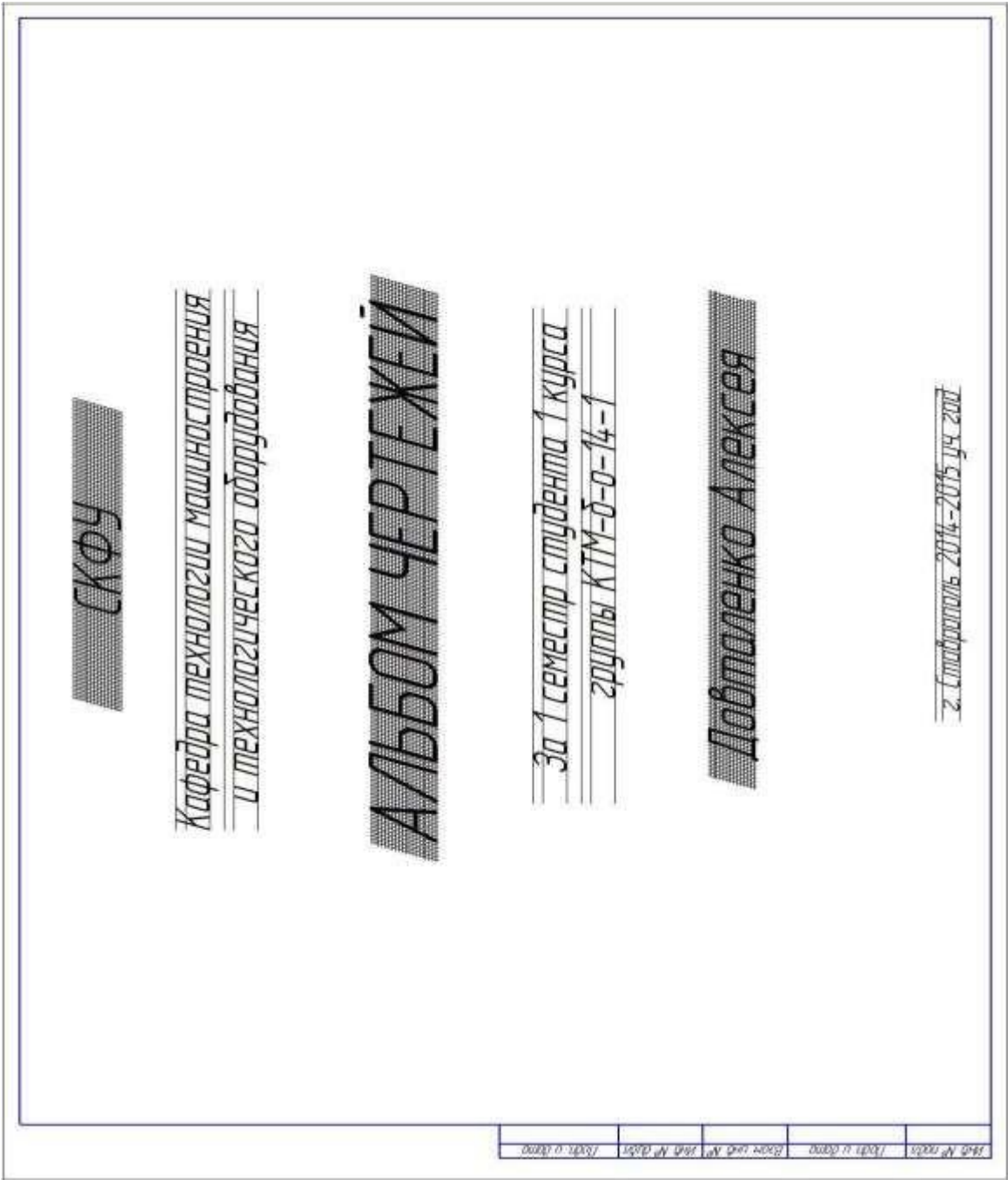


Рисунок 1 – Пример оформления титульного листа.

Рисунок 2 – Пример выполнения практического занятия 2

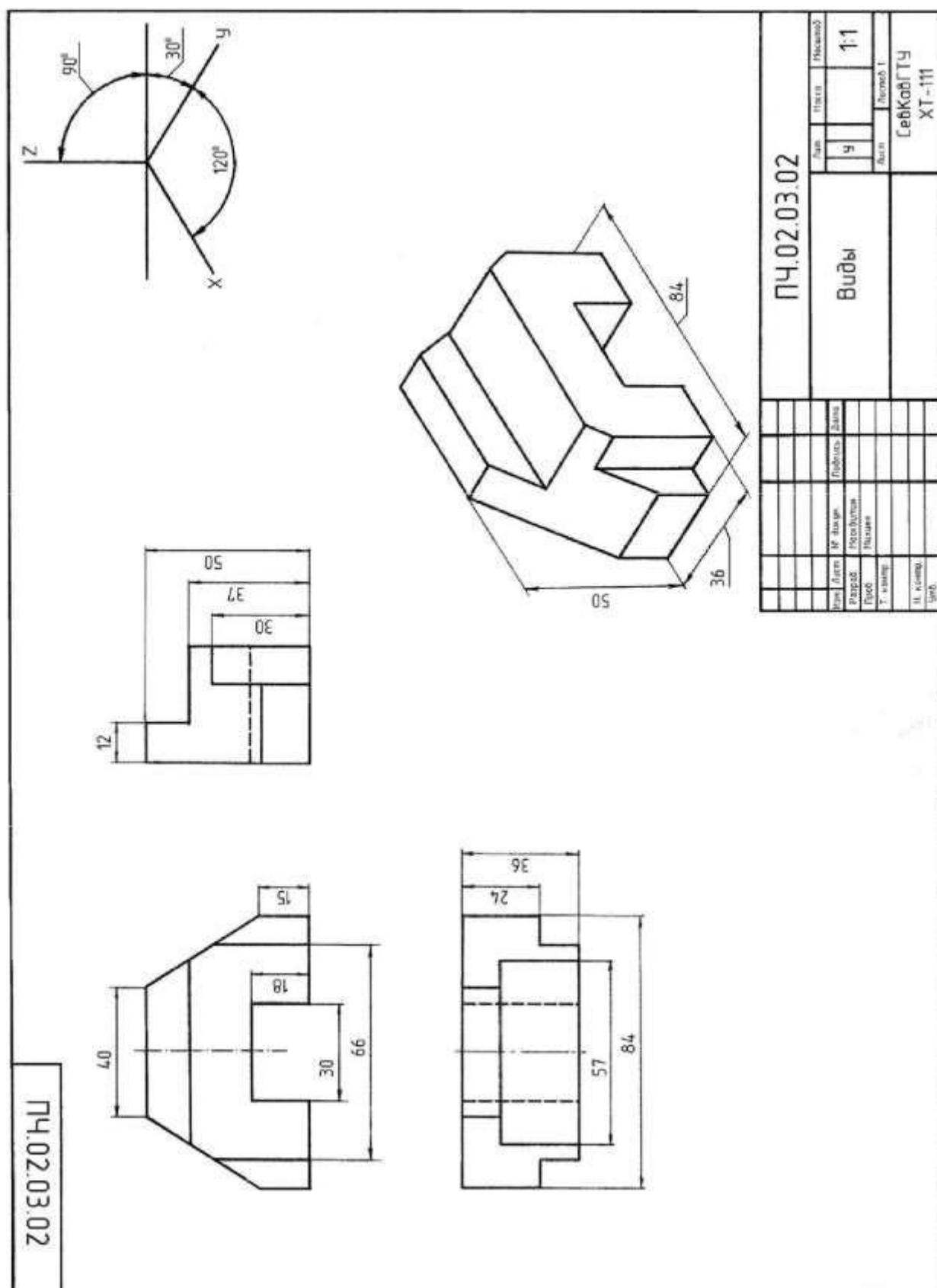


Рисунок 4 – Пример выполнения практического занятия

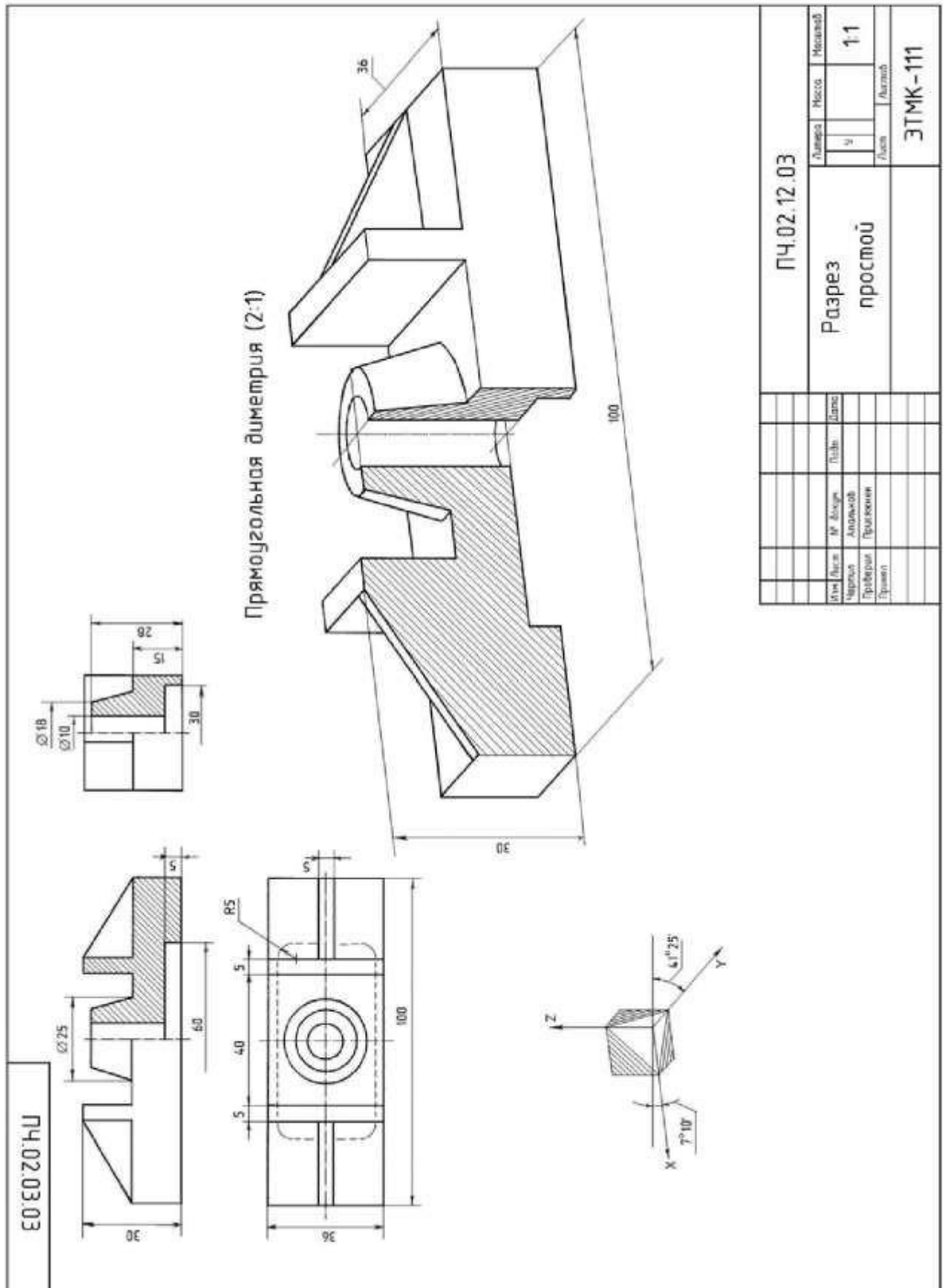


Рисунок 5 – Пример выполнения практического занятия

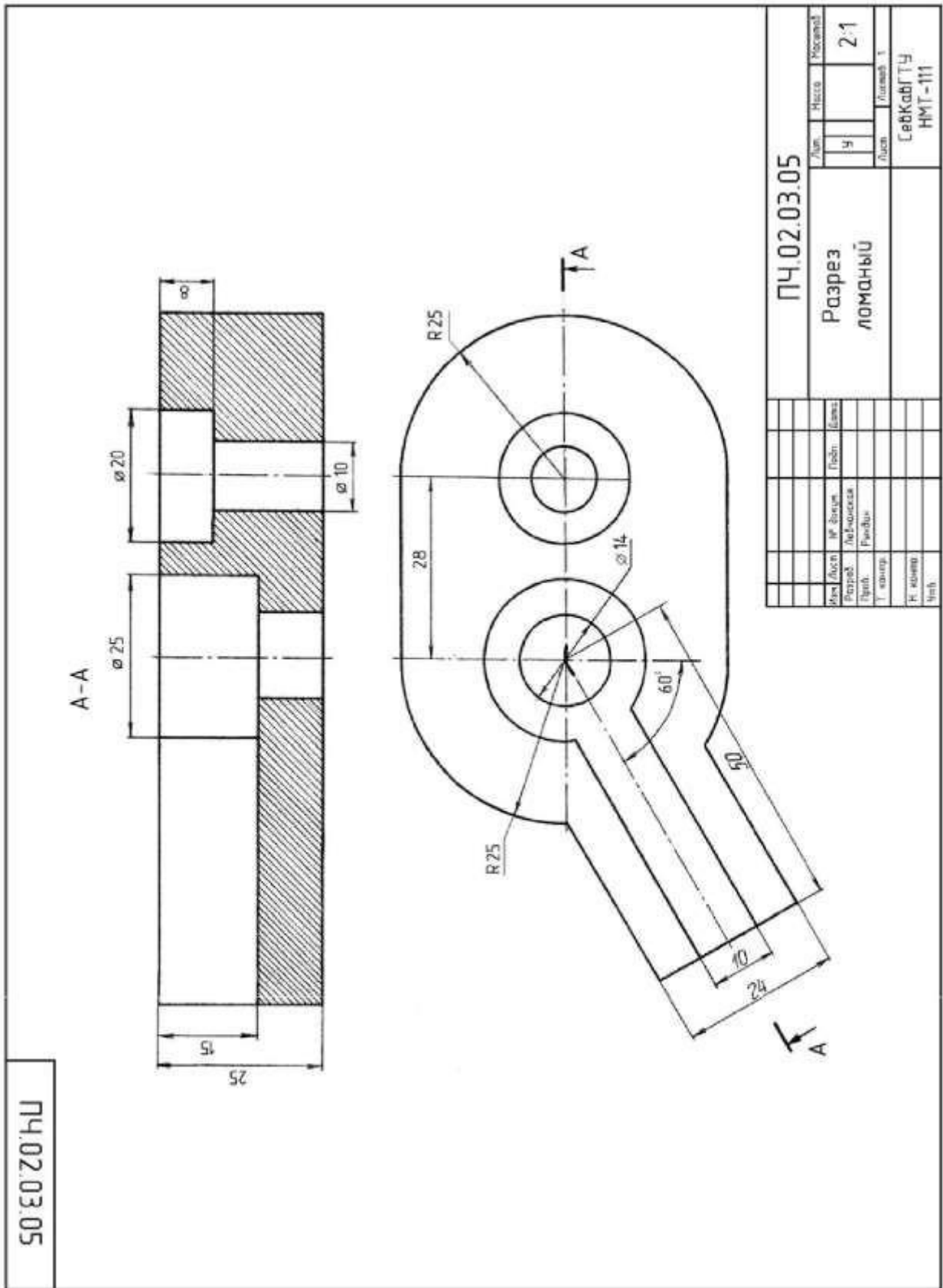


Рисунок 6 – Пример выполнения практического занятия

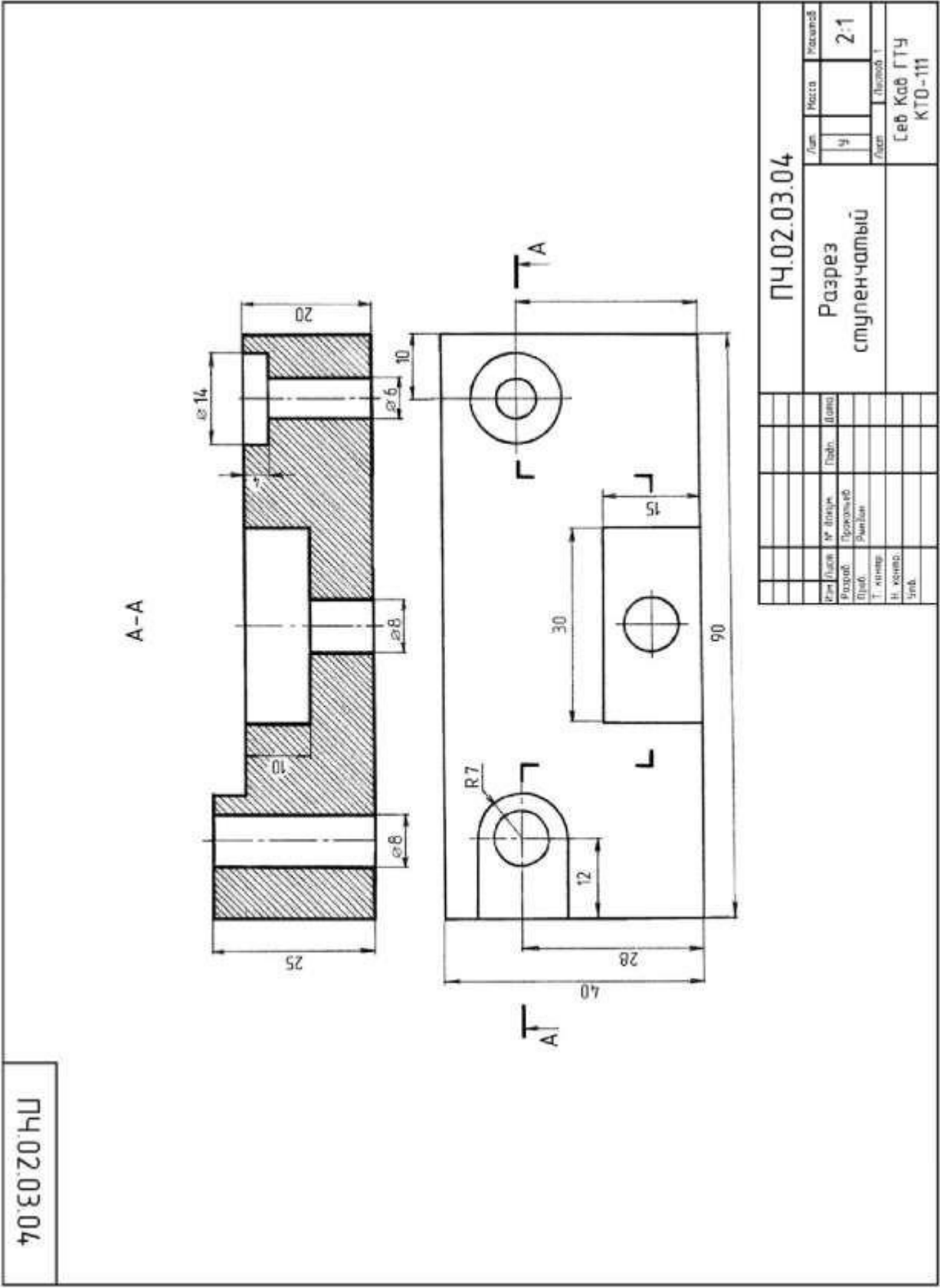


Рисунок 7 – Пример выполнения практического занятия



Рисунок 11 – Пример выполнения практического занятия

