

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»**

Кафедра начертательной геометрии и графики

Аксенова Олеся Юрьевна

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Методические указания к практическим занятиям

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 130400.65 "Горное дело",
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2013

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кобылянский М. Т. – профессор кафедры начертательной геометрии и графики

Удовицкий В. И. – председатель учебно-методической комиссии специальности 130400.65 "Горное дело"

Аксенова Олеся Юрьевна. Начертательная геометрия. Инженерная графика: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «**Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика**» [Электронный ресурс] для студентов специальности 130400.65 «Горное дело», специализации 130401.65 «Подземная разработка пластовых месторождений»; 130403.65 «Открытые горные работы»; 130404.65 «Маркшейдерское дело»; 130405.65 «Шахтное и подземное строительство»; 130406.65 «Обогащение полезных ископаемых»; 130412.65 «Технологическая безопасность и горноспасательное дело» очной формы обучения / О. Ю. Аксенова – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2013.

Включено описание общих рекомендаций к выполнению практических занятий, формы их контроля, необходимый перечень заданий и пояснений для их выполнения.

Подобный документ в КузГТУ разработан впервые.

© КузГТУ

© Аксенова О. Ю.

Содержание

Введение.....	3
План практических занятий.....	3
Практическое занятие № 1 «Изучение правил оформления чертежей».....	8
Практическое занятие № 2 «Изучение правил выполнения чертежей: виды, простые разрезы, сечения».....	22
Практическое занятие № 3 «Изучение правил выполнения чертежей: сложные разрезы, нанесение размеров».....	41
Практическое занятие № 4 «Изучение нормативов построения аксонометрических проекций».....	53
Практическое занятие № 5 «Линия. Плоскость».....	65
Практическое занятие № 6 «Взаимное положение прямой и плоскости. Взаимное положение двух плоскостей»	79
Практическое занятие № 7 «Перпендикулярность прямой и плоскости, двух плоскостей. Поверхности и многогранники».....	87
Практическое занятие № 8 «Сечение поверхностей вращения и многогранников плоскостями общего и частного положения».....	99
Практическое занятие № 9 «Взаимное пересечение поверхностей».....	109
Практическое занятие № 10 «Резьбы, крепежные изделия и соединения».....	115
Практическое занятие № 11 «Методы преобразования проекций».....	147
Практическое занятие № 12 «Эскизирование».....	153
Практическое занятие № 13 «Сборочный чертеж».....	170
Практическое занятие № 14 «Деталирование».....	202
Практическое занятие № 15 «Выполнение аксонометрических проекций деталей по чертежу общего вида».....	208
Практическое занятие № 16 «Изучение нормативов и особенностей выполнения горных чертежей».....	210
Практическое занятие № 17 «Проекция с числовыми отметками».....	223
Список рекомендуемой литературы.....	245

Введение

Начертательная геометрия – раздел геометрии, в котором изучаются методы изображения пространственных фигур на чертеже, а также алгоритмы решения позиционных и метрических задач.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и навыков правильного логического мышления.

Начертательная геометрия изучает объективные законы природы. С ее помощью познаются геометрические свойства предметов реального мира, характеризующиеся понятиями: «форма», «размеры», «положение в пространстве», «взаимное положение». Методами начертательной геометрии определяются наиболее общие принципы построения чертежей вне зависимости от конкретных условий их применения. Такое абстрагирование создает предпосылки для широкого применения графических методов в самых различных сферах инженерной деятельности, в том числе и горно-инженерной.

Инженерная графика – дисциплина о правилах построения и оформления технических чертежей.

Целью лабораторных занятий является:

- развитие у студентов пространственного представления, конструктивно-геометрического и абстрактного мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм на основе геометрических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов;
- закрепление теоретического материала посредством решения конкретных примеров задач и вопросов самоконтроля;
- приобретение навыков в решении графических задач и выполнении конструкторско-технической документации

План практических занятий

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине предназначены для студентов направления подготовки специалистов 130400.65 «Горное дело» очной формы обучения. Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины. Программа курса предусматривает наряду с лекционной

частью проведение практических занятий. План практических занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – План практических занятий

Неделя семестра	№ раздела	Наименование тем, их содержание	Объем в часах
1	2	Изучение правил оформления чертежей (ГОСТ 2.301-68., 2.302-68., ГОСТ 2.303-69., 2.304-68., ГОСТ 2.306-68) [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 1 (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 1)	4
2	2	Изучение правил выполнения чертежей: виды, простые разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68). Построение трех проекций детали, выполнение разрезов на конкретном примере [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 2 (часть 1) (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 2, часть 1)	2
3	2	Изучение правил выполнения чертежей: сложные разрезы, нанесение размеров (ГОСТ 2.305-68, 2.307-68). Разбор конкретного примера [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 2 (часть 2)	4
4	2	Изучение нормативов построения аксонометрических проекций (ГОСТ 2.317-69). Разбор конкретного примера (для прямоугольной изометрии) [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 2 (часть 3). (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 2, часть 3)	2
5	1	Текущий контроль (тестовое занятие по темам лекций 1.1.-1.5, защита ДЗ 1, ДЗ 2.) Решение конкретных примеров задач по темам 1.1-1.3.: - ортогональные проекции точки и прямой; следы прямой; определение натуральной величины и углов наклона прямой к плоскостям проекций - прямые частного положения; взаимное положение двух прямых - плоскость; прямая и точка в плоскости; особые линии в плоскости [1, 4].	4

6	1	Решение конкретных примеров задач по теме 1.4 – Взаимное положение прямой и плоскости; взаимное положение двух плоскостей [1, 4].	2
7	1	Решение конкретных примеров задач по темам 1.5 -1.6: - перпендикулярность прямой и плоскости, перпендикулярность двух плоскостей; - параллельные и пересекающиеся прямые [1, 4]. Изучение поверхностей вращения, многогранников; построение точек на поверхностях геометрических тел; моделирование геометрических поверхностей на конкретных примерах (тема 1.7-1.8) [1, 4] Выдача ДЗ 3. (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 3)	4
8	1	Решение конкретных примеров задач по теме 1.9: - сечение геометрических поверхностей плоскостями общего положения; - сечение геометрических поверхностей плоскостями частного положения [1, 4]. Выдача ДЗ 4. (Мультимедийная презентация примеров ДЗ)	2
9	1	Текущий контроль (тестовое занятие по темам лекций 1.6-1.9, защита ДЗ 3, ДЗ 4). Изучение методов построения линии взаимного пересечения поверхностей (метод сфер, метод секущих плоскостей). Решение конкретных примеров задач по теме 1.10 [1, 4].	4
10	2	Изучение нормативов на резьбы, крепежные изделия и соединения [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 5 (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 5)	2
11	1	Изучение методов преобразования проекций. Решение конкретных примеров задач по теме 1.11: - метод замены плоскостей - метод вращения вокруг проецирующих прямых - плоскопараллельное перемещение	4

		- вращение вокруг прямых уровня [1, 4].	
12	2	Изучение правил выполнения эскизов нестандартных деталей на примере сальникового узла вентиля [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 6 (часть 1). (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 6, часть 1)	2
13	2	Текущий контроль (тестовое занятие по темам лекций 1.10-1.13, защита ДЗ 5). Изучение правил выполнения сборочного чертежа и спецификации на примере сальникового узла вентиля [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 6 (часть 2).	4
14	2	Изучение выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида на конкретном примере [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 7 (часть 1). (Мультимедийная презентация примеров ДЗ 7, часть 1).	2
15	2	Изучение выполнения аксонометрических проекций деталей по чертежу общего вида [2, 3, 6, 8]. Выдача ДЗ 7 (часть 2). Решение конкретных примеров задач в проекциях с числовыми отметками по темам 1.13 [2, 5, 7].	4
16	1	Изучение нормативов и особенностей выполнения горных чертежей [2, 5].	2
17		Текущий контроль (тестовое занятие по темам лекции 1.14, защита ДЗ 6, ДЗ 7). Решение конкретных примеров задач по теме 1.14 [2, 5, 7].	4
		Итого	52

Практическое занятие № 1

Изучение правил оформления чертежей

Цель занятия:

- изучение ГОСТов: ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах», ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах»;
- освоение приемов работы чертежными инструментами, а также выполнение надписей стандартным шрифтом;
- закрепление теоретического материала для выполнения ДЗ № 1.

1. Теоретические положения

1.2. ГОСТ 2.301-68 «Форматы».

Чертежи выполняют на листах определённых размеров, установленных ГОСТом. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией).

Каждый чертёж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трёх сторон — на расстоянии 5 мм от внешней рамки, а слева — на расстоянии 20 мм; широкую полосу оставляют для подшивки чертежа.

Формат с размерами сторон 841×1189 мм, площадь которого равна 1 м^2 , и другие форматы, полученные их последовательным делением на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные. Меньшим обычно является формат А4 (рис. 1), его размеры 210×297 мм.

При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148×210 мм.

Каждому обозначению соответствует определённый размер основного формата. Например, формату А3 соответствует размер листа $\times 420$ мм.

В таблице 1 представлены обозначения и размеры основных форматов.

Таблица 1 – Обозначения и размеры форматов

Обозначение формата, мм	Размер сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	841×594
A2	420×594
A3	420×297
A4	210×297

На чертежах в правом нижнем углу помещают основную надпись, содержащую сведения об изображённом изделии, в соответствии с требованиями **ГОСТ 2.104-68 «Основная надпись»**

Пример заполненной основной надписи представлен на рисунке 1.

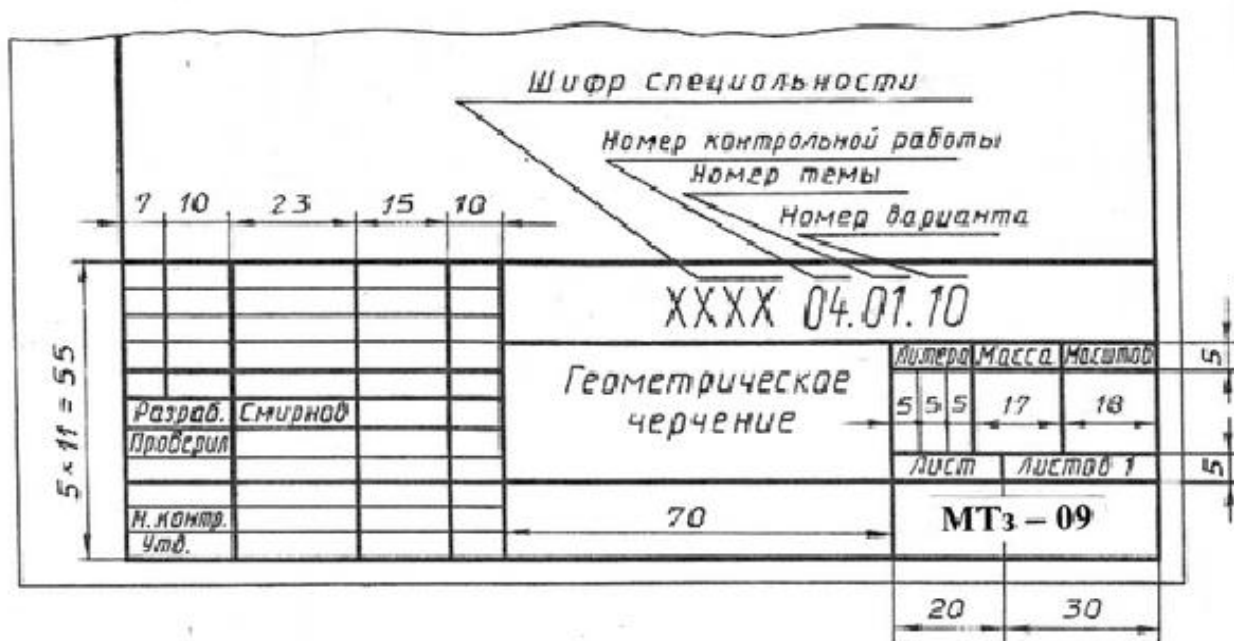


Рисунок 1 – Основная надпись

Производственные чертежи, выполняемые на листах формата А4, располагают только вертикально, а основную надпись на них — только вдоль короткой стороны. На чертежах других форматов основную надпись можно располагать и вдоль длинной и вдоль короткой стороны.

1.3. ГОСТ 2.302-68 «Масштабы».

Масштабом называют отношение линейных размеров изображения на чертеже к истинным размерам детали.

Изображение предмета на чертеже может быть представлено в натуральную величину, либо увеличено или уменьшено.

Масштабы уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40;

1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб изображения не влияет на размеры, проставляемые на чертежах, т.е. на чертеже указываются те размеры, которые изображенное изделие должно иметь в натуре, а не на чертеже. Масштаб изображения проставляют в предназначенной для этого графе основной надписи по типу:

1:2; 5:1 и т.д., а в остальных случаях – по типу М 1:1 и т.п.




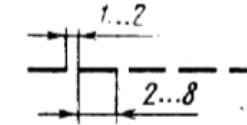
1.4. ГОСТ 2.303–68 «Линии».

ГОСТ 2.303. – 68 устанавливает наименование, начертание, толщину и основные назначения линий чертежей для всех отраслей промышленности (таблица 2).

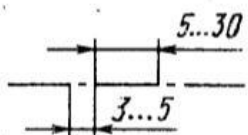
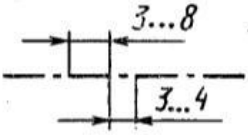
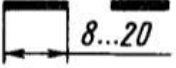

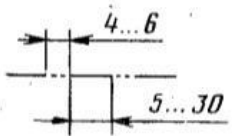
Стандарт предусматривает толщину линии видимого контура S в пределах от 0,5 до 1,4 мм. В зависимости от размеров чертежа и сложности изображения выбирается определенная толщина основной линии, например, 1 мм (для формата А3 и А2), которая должна выдерживаться на всем чертеже, включая все изображения, рамку и основную надпись.

Тонкие линии удобно выполнять автокарандашом с толщиной грифеля 0,2-0,5 мм. Толщина всех типов тонких линий на чертеже также должна соответствовать стандарту и быть постоянной на всем поле чертежа. Толщины тонких линий определяются в зависимости от основной сплошной линии и представлены в таблице 2. Следует также помнить, что штрихпунктирные линии должны начинаться и заканчиваться штрихом, а не точкой. Центр окружности отмечается пересечением штрихов. Осевые и центровые линии должны выходить за контуры изображения на 3-5 мм. Все линии должны быть одинаковой яркости и хорошо просматриваться на чертеже.

Таблица 2 – Линии

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	<p>Линии видимого контура</p> <p>Линии перехода видимые</p> <p>Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)</p>
2. Сплошная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	<p>Линии контура наложенного сечения</p> <p>Линии размерные и выносные</p> <p>Линии штриховки</p> <p>Линии-выноски</p> <p>Полки линий-выносок и подчеркивание надписей</p> <p>Линии для изображения пограничных деталей («обстановка»)</p> <p>Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях</p> <p>Линии перехода воображаемые</p> <p>Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях</p>
3. Сплошная волнистая			<p>Линии обрыва</p> <p>Линии разграничения вида и разреза</p>
4. Штриховая			<p>Линии невидимого контура</p> <p>Линии перехода невидимые</p>

Продолжение таблицы 2

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{s}{2}$ до $\frac{2}{3}s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва.
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

1.5. ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные».

Все надписи на чертежах и схемах выполняются стандартным шрифтом. Как буквы, так и цифры должны быть написаны четко, чтобы их можно было легко и правильно прочесть. Надписи наносят от руки карандашом или тушью. ГОСТ предусматривает шрифты русского, латинского и греческого алфавита, арабские и римские цифры. Каждый шрифт имеет прописные и строчные буквы (рис. 2).



Рисунок 2 – Шрифты чертежные

Стандартом определены следующие типы шрифтов:

Тип А без наклона;

Тип А с наклоном 75^0 ;

Тип Б без наклона;

Тип Б с наклоном 75^0 .

Размер шрифта h – это высота прописных букв в миллиметрах, измеряемая по перпендикуляру от основания строки. Высота строчных букв определяется из соотношения их высоты и размера шрифта как $7/10$.

Ширина буквы g – наибольшая ширина буквы также зависит от размера шрифта h или от толщины шрифта d .

Толщина шрифта определяется в зависимости от типа и высоты шрифта.

Для выполнения учебных чертежей рекомендуется использовать шрифты размером 3,5; 5; 7; 10; 14 мм с наклоном 75^0 типа Б. (рис. 3).

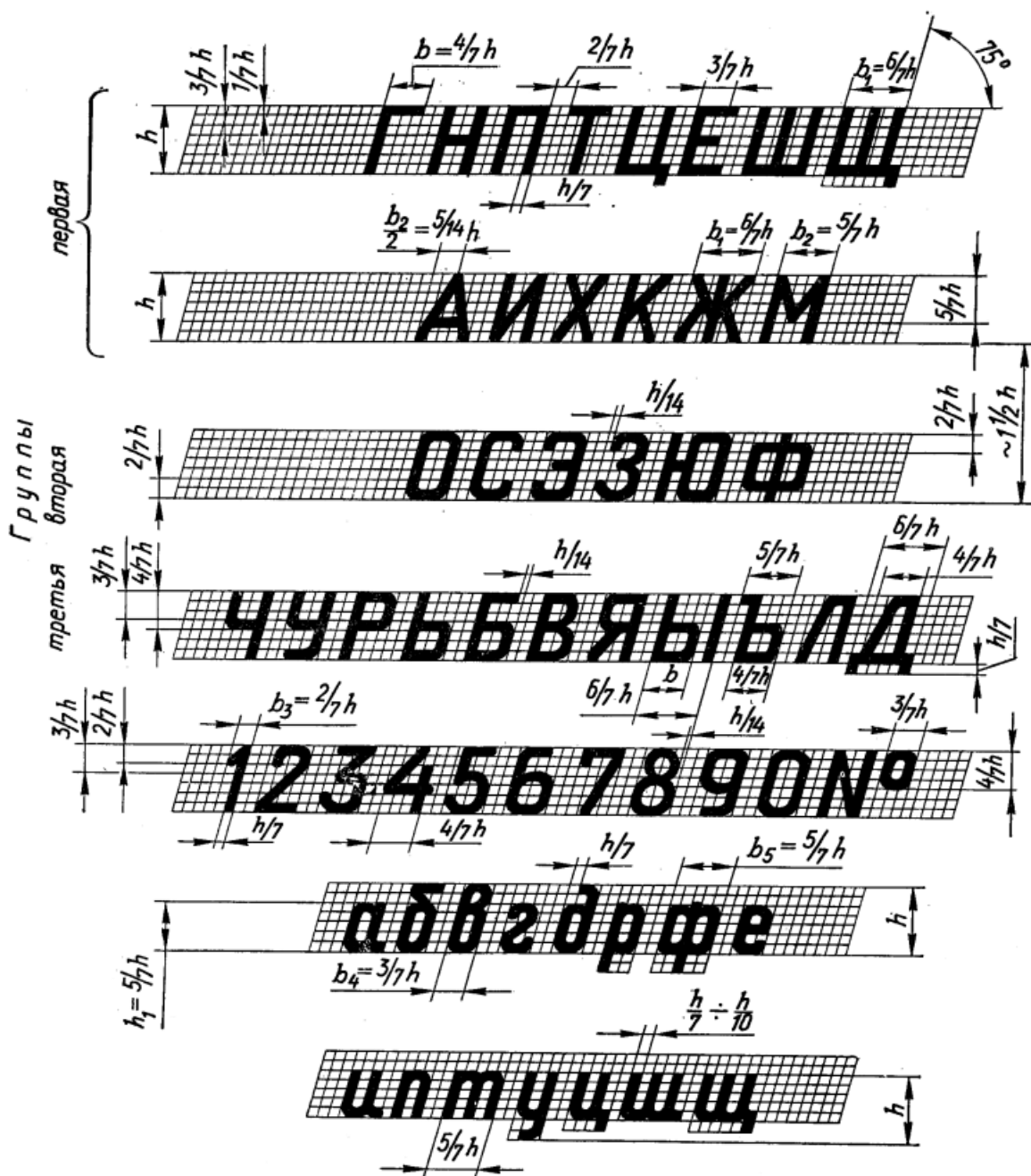


Рисунок 3 – Группы букв чертежного шрифта с наклоном 75° типа Б

При отсутствии навыка в написании шрифта необходимо в первых чертежах делать достаточно подробную разметку строки и при написании слов внимательно изучить конструкцию каждой буквы и ее элементов. После приобретения навыков и отработки элементов шрифта достаточно размечать только высоту строчных букв. Такая разметка не требует последующего удаления и достаточно хорошо видна. Сле-

дует помнить, что цифры всегда по размеру равны номеру шрифта. Кроме шрифта, следует изучить конструкцию знаков, обозначающих уклон, конусность, диаметр, перпендикуляр, квадрат, градус, угловая минута и секунда.

Основные параметры букв шрифта приведены в таблице 3. Минимальное расстояние между словами $e=(6/10)h$; толщина линий шрифта $d=(1/10)h$.

Шрифт типа Б с наклоном около 75° ($d=1/10 h$) кроме наклона имеет те же параметры, что и без наклона (таблица 3).

Таблица 3 – Основные параметры букв шрифта

Шрифт типа А ($d = h / 14$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм							
Размер шрифта — высота прописных букв высота строчных букв	h	$(^{14}/_{14})h$	$14d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
	c	$(^{10}/_{14})h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки) Минимальное расстояние между словами	a	$(^2/_{14})h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
	b	$(^{22}/_{14})h$	$22d$	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
	e	$(^6/_{14})h$	$6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	d	$(^1/_{14})h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

Продолжение таблицы 3

Шрифт типа Б ($d = h / 10$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм									
Размер шрифта — высота прописных букв высота строчных букв	h	$(^{10}/_{10})h$	$10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
	c	$(^7/_{10})h$	$7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Расстояние между буквами Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	a	$(^2/_{10})h$	$2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	
	b	$(^{17}/_{10})h$	$17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0	

1.6. ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах».






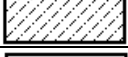


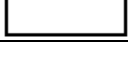
На всех чертежах деталей применяют два вида обозначений материалов: буквенно-цифровое и графическое.

Буквенно-графическое изображение марок и материалов применяют на эскизах и чертежах деталей и записывают в графу «материалы» основной надписи. Эти обозначения позволяют определить по соответствующим стандартам название материала, его химический состав и механические свойства.

ГОСТ 2.306-68 устанавливает графические обозначения в сечениях, на видах и фасадах, а также применение на чертежах всех отраслей промышленности этих обозначений (таблица 4).

Штриховки на чертежах выполняют в виде параллельных прямых, проводимых под углом 45 к осевой линии или к линии рамки чертежа. Расстояние между линиями штриховки должно составлять 1...10 мм с учетом площади штриховки. Линии штриховки могут иметь наклон вправо и влево. Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерченными (таблица 4).

Таблица 4 – Графические обозначения некоторых материалов в сечениях

Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы
	Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже
	древесина
	Камень естественный
	Керамика и силикатные материалы для кладки
	Бетон
	Стекло и другие светопрозрачные материалы
	Жидкость
	Грунт естественный

1.7. ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах».

Размеры на чертежах указывают размерными числами (в мм) и размерными линиями. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях. Размеры наносят от общей базы (рис. 4, а), от нескольких баз (рис. 4, б) или цепочкой (рис. 4, в). Не допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи, за исключением случая, когда один размер указан как справочный (со звездочкой). В случае, если деталь или элемент детали симметричны размер ставится относительно оси симметрии (рис. 4, г).

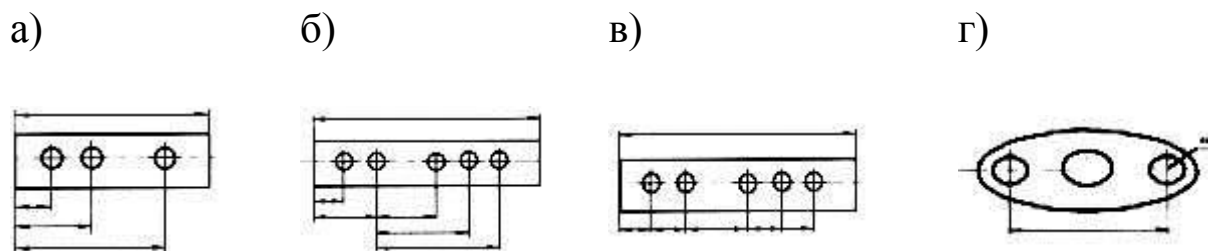


Рисунок 4 – Нанесение размеров

При нанесении размеров ГОСТ устанавливает много правил и ограничений, поэтому необходимо обязательно обращаться к ГОСТу 2.307-68. Особенно необходимо соблюдать следующее: размерные числа ставятся над (1-2 мм) размерными линиями и должны читаться при вращении листа против часовой стрелки; размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения; выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм; расстояние между размерными линиями и от линий контура должно быть 7...10 мм; необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий; не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных; размерные числа не допускается пересекать какими-либо линиями; в месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (пазу, выступу, отверстию и т.д.), рекомендуется группировать в одном и том же месте, где элемент изображен наиболее полно; при нанесении размера радиуса перед размерным числом ставят прописную R, размера диаметра – знак Ж."; высота цифр и знаков должна быть равна высоте прописных букв; конусность (острый угол треугольника) должна быть направлена в сторону вершины конуса; уклон (острый угол) должен быть направлен в сторону уклона; размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз, с указанием количества (на горизонтальной полке) этих элементов.

Знаки

Квадрат. Проставляется знаком «о» при отсутствии других проекций, определяющих его форму. Для удобства чтения чертежа на боковой плоскости проводят диагонали тонкой линией (рис. 5).

Радиус. Обозначается прописной буквой «R», которая ставится перед размерным числом над размерной линией. Размерная линия имеет одну стрелку, которая упирается в дугу и имеет направление на центр дуги. Допускается проставлять размеры радиусов с внутренней или внешней стороны дуги или на полке-выноске. Одинаковые радиусы на одном чертеже можно проставить один раз или сделать надпись типа: «Неуказанные радиусы принять 5 мм» (рис. 6).

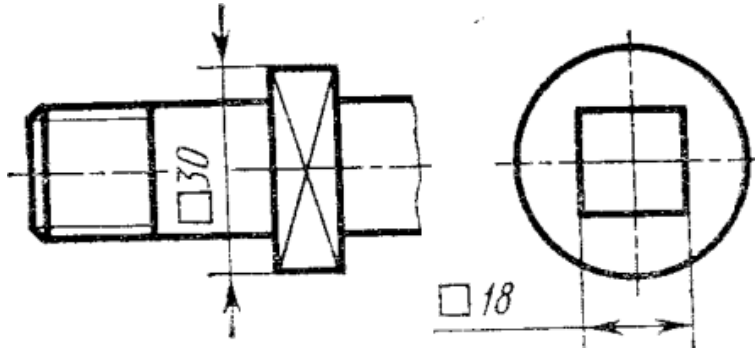


Рисунок 5 – Пример обозначения квадрата на чертежах



Рисунок 6 – пример обозначения радиусов на чертежах

Диаметр окружности. Обозначается знаком « \varnothing », который про- ставляется перед размерным числом. Размерную линию диаметра мож- но закончить за пределами центра окружности. Размерное число следу- ет разместить так, чтобы не перекрывался центр окружности (рис. 7).

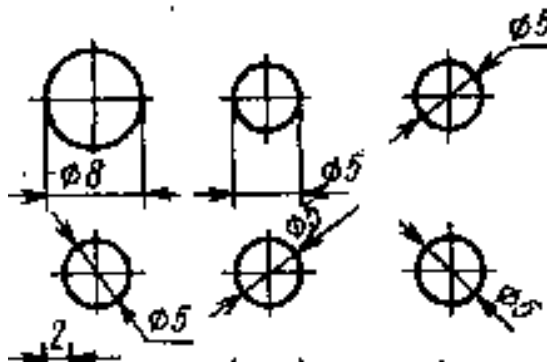


Рисунок 7 – Пример обозначения радиусов окружностей

2. Практическая часть

Домашнее задание № 1 «Типы линий. Шрифты» выполняется на чертежном листе формата А3 (рис. 8).

Порядок выполнения ДЗ № 1:

1. На листе формата А3 (вертикальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104 – 68, форма 1.

2. Выполнить шрифт по ГОСТ 2.304 – 68, вычертить типы линий по ГОСТ 2.303 – 68.

3. Вопросы для самоконтроля

1. Какими размерами определяются форматы чертежных листов?
2. Где располагается основная надпись на чертежном листе?
3. Какие типы линий в соответствии с ГОСТ вы знаете?
4. Что такое масштаб чертежа, и какие масштабы вы знаете?
5. Какие существуют типы и размеры чертежных шрифтов?
6. На каком расстоянии друг от друга должны быть параллельные размерные линии?
7. Какие проставляются размеры при выполнении чертежа в масштабе, отличном от 1:1?
8. Как обозначают квадрат, диаметр, окружность при проставлении размеров?



Рисунок 8 – Пример компоновки листа ДЗ № 1

Практическое занятие № 2

Изучение правил выполнения чертежей: виды, простые разрезы, сечения

Цель занятия:

- ознакомление с понятиями: «вид», «простой разрез», «сечение» по ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения», изучение стандартов ЕСКД;
- приобретение навыков в построении проекций детали; выполнении простых разрезов и нанесении размеров;
- закрепление теоретического материала для выполнения ДЗ № 2

1. Теоретические положения

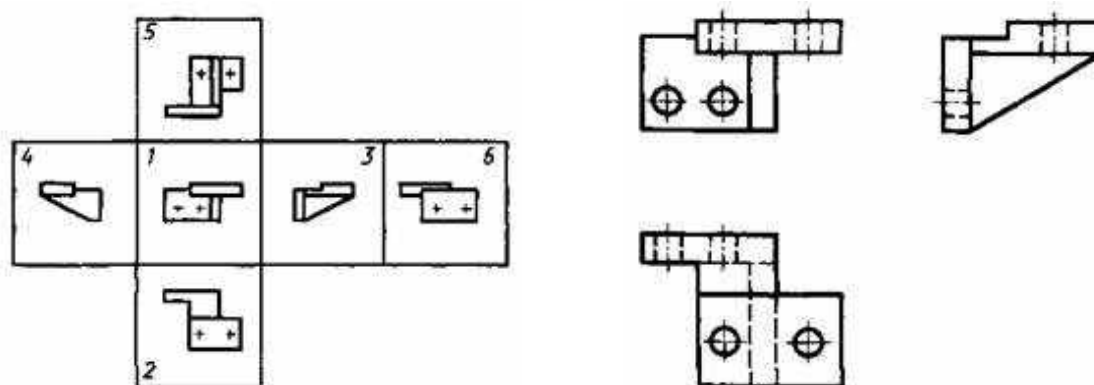
Изображение в общем случае можно рассматривать как проекцию пространственного объекта на плоскость. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (рис. 9, а): вид спереди (главный вид) (1); вид сверху (5); вид слева (3); вид справа (4); вид снизу (2); вид сзади (6).

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий (рис. 9, б).



а)

б)

Рисунок 9 – а) виды детали, б) основные три вида детали

Названия видов на чертежах надписывать не следует, за исключением случая, когда виды сверху, слева, справа, снизу, сзади не находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций).

При нарушении проекционной связи, направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (рис. 10, вид Д).

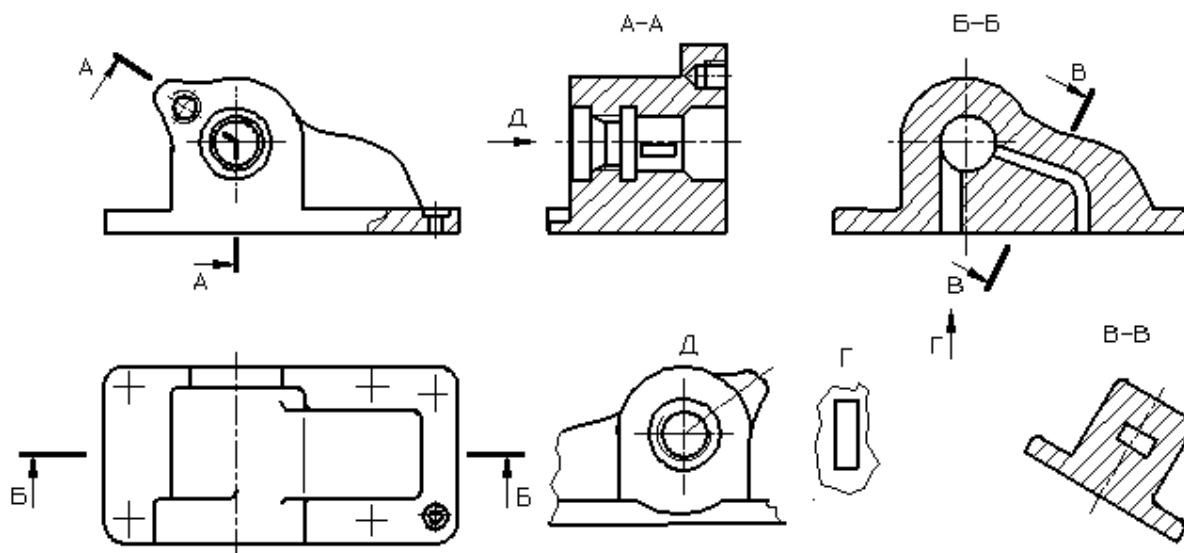


Рисунок 10 – Изображение видов детали с нарушением проекционной связи

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

тельные виды, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (рис. 11).

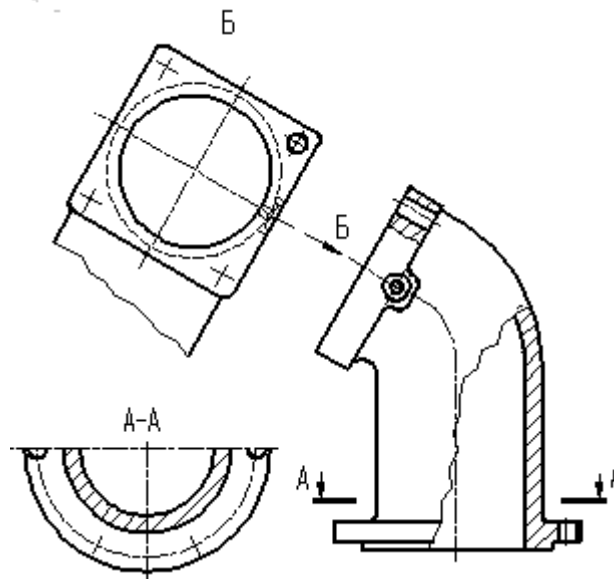


Рисунок 11 – Расположение и обозначение дополнительного вида

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой (рис. 11), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка Б, рис. 11).

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 12).

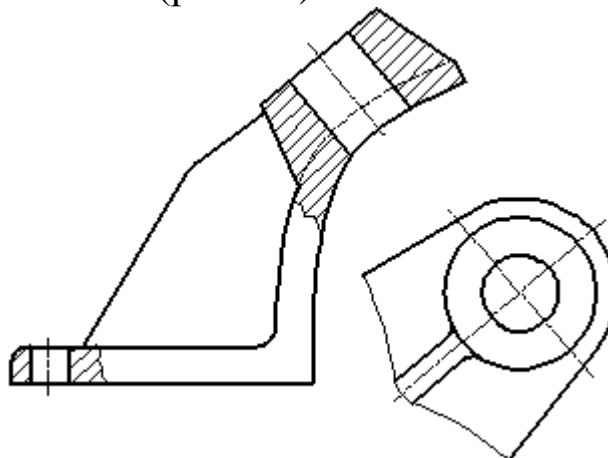




Рисунок 12 – Дополнительный вид, построенный без нарушения проекционной связи

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данного предмета на главном изображении; при этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением .

Несколько одинаковых дополнительных видов, относящихся к одному предмету, обозначают одной буквой и вычерчивают один вид. Если при этом связанные с дополнительным видом части предмета расположены под различными углами, то к обозначению вида условное графическое обозначение  не добавляют.

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется **местным видом** (вид Г, рис. 10).

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен. Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.

Соотношение размеров стрелок, указывающих направление взгляда, должно соответствовать представленным на рисунке 13.

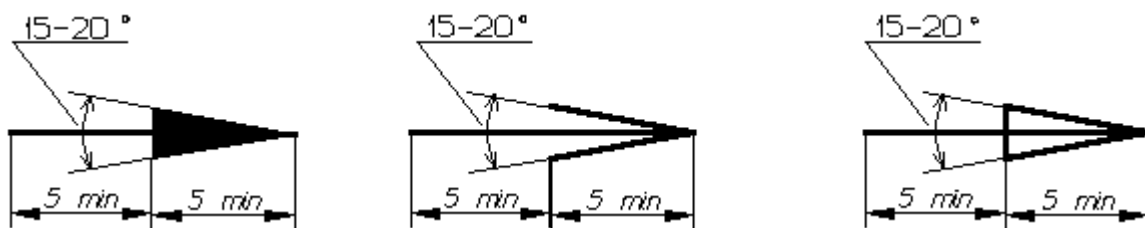


Рисунок 13 – Размеры стрелок, определяющих направление взгляда

Разрез – мысленное рассечение детали одной или несколькими секущими плоскостями.

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

✓ **горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (рис. 14, разрез А-А). В строительных чертежах горизонтальным разрезам могут присваиваться другие названия, например, "план".

✓ **вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (например, разрезы Б-Б, В-В, рис. 14);

✓ **наклонные** – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (например, разрез А-А, рис. 15).

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

✓ **простые** – при одной секущей плоскости (например, разрез В-В, Г-Г, рис. 16);

✓ **сложные** – при нескольких секущих плоскостях (например, разрезы А-А, Б-Б, рис. 16).

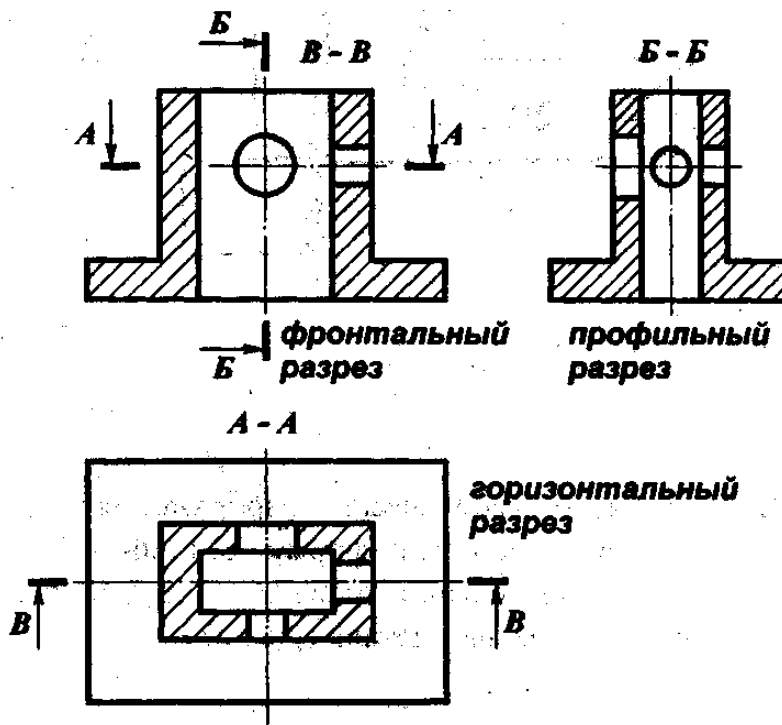


Рисунок 14 – Простые разрезы (горизонтальный и вертикальные)

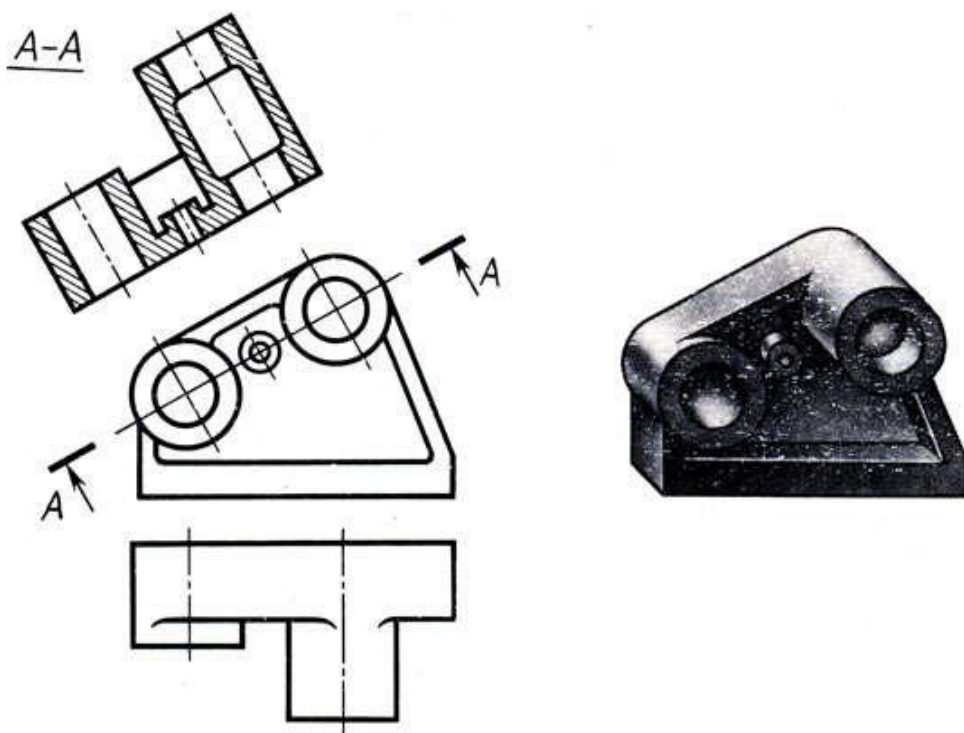


Рисунок 15 – Наклонный разрез

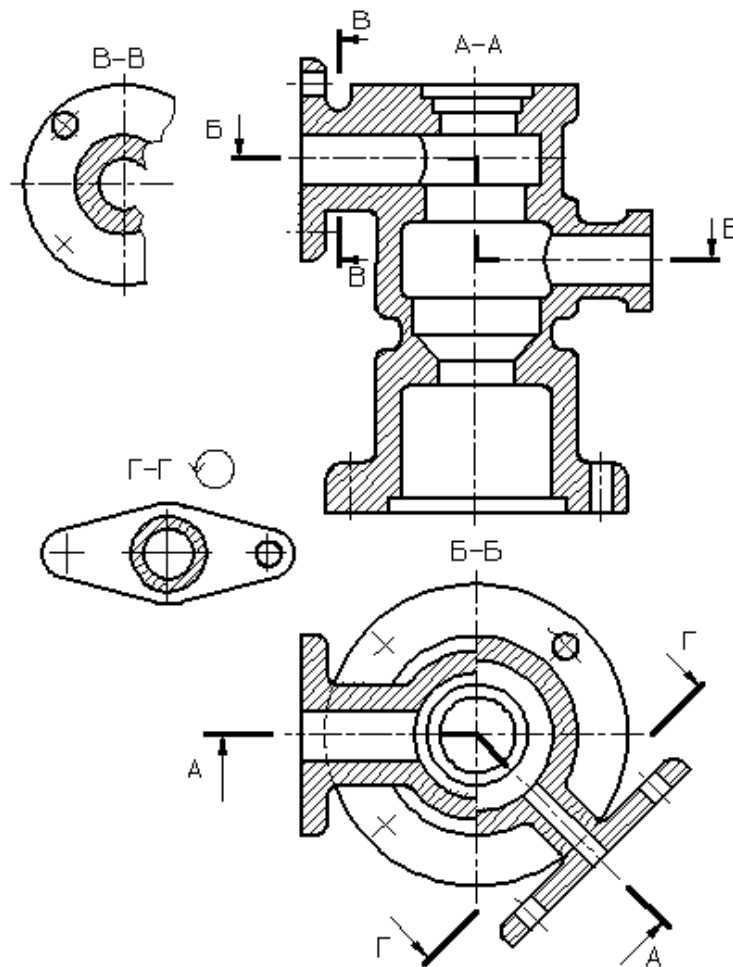


Рисунок 16 – Простые (разрезы В-В, Г-Г) и сложные разрезы (разрезы А-А, Б-Б)

Вертикальный разрез называется **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и **профильным**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 14).

Разрезы называются **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 17), и **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (например, разрезы А-А и Б-Б, рис. 18).

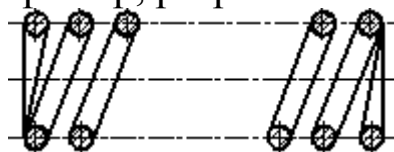


Рисунок 17 – продольный разрез пружины

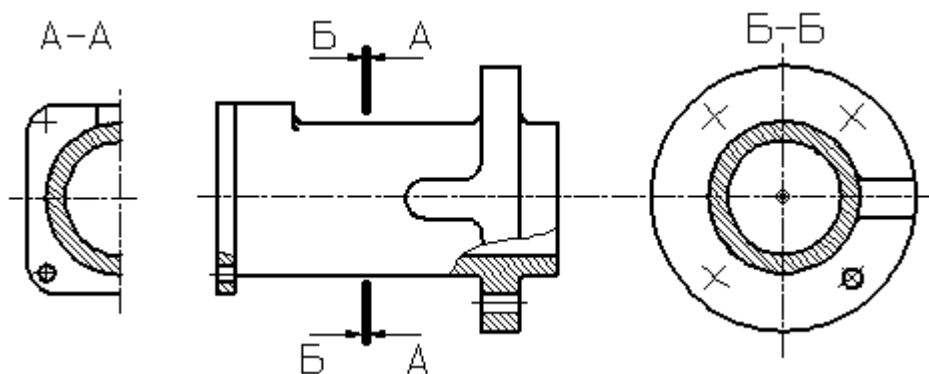


Рисунок 18 – поперечный разрез детали

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (ГОСТ 2.303 – 68). Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда (рис. 10, 11, 14, 15, 16, 18); стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. В случаях, подобных указанному на рисунке 18, стрелки, указывающие направление взгляда, наносятся на одной линии.

У начала и конца линии сечения, а при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, и в местах пересечения со стороны внешнего угла.

Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А-А» (всегда двумя буквами через тире).

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, тогда ГОСТ 2.305 – 68 допускает совмещение вида с разрезом, при этом для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают (рис. 19).

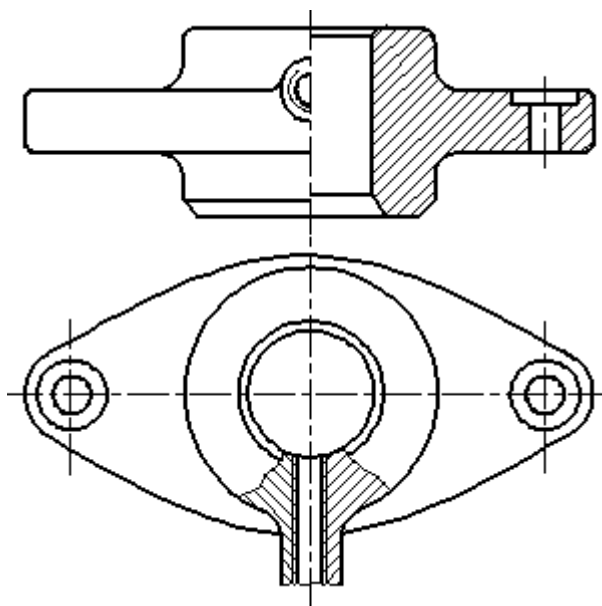


Рисунок 19 – Совмещение на изображении части вида и разреза

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется **местным**. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией (рис. 20).

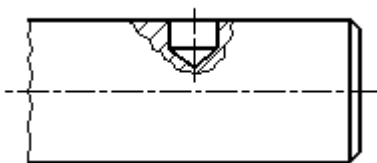


Рисунок 20 – Местный разрез

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (рис. 21). На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

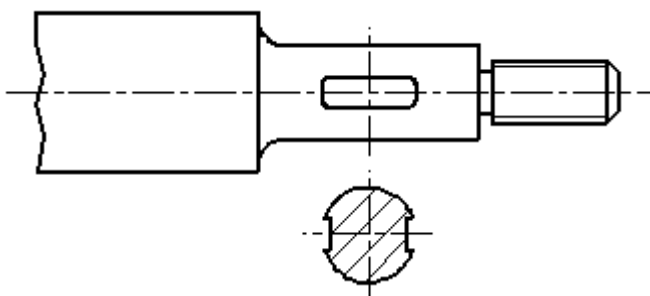


Рисунок 21 – Сечение детали

Отличие разреза от сечения

На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и за ней. Иными словами, разрез состоит из сечения и изображения того, что расположено за секущей плоскостью.

Как видно из рисунка 22, между разрезом и сечением существует различие.

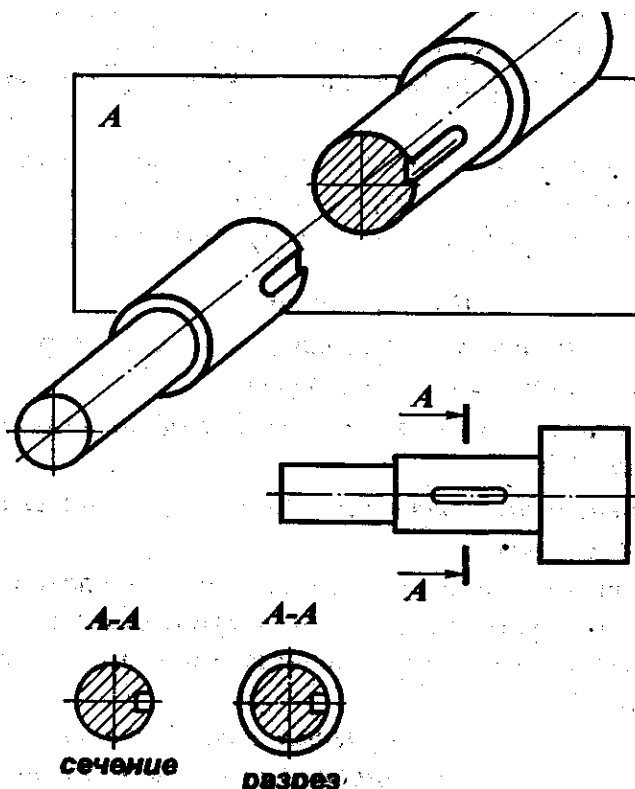


Рисунок 22 – Сечение и разрез детали

При выполнении разрезов на чертежах:

1 Невидимые внутренние очертания, изображаемые штриховыми линиями, обводят сплошными основными линиями.

2. Сплошные основные линии, изображающие элементы детали, находящиеся на части детали, расположенной перед секущей плоскостью, не проводят.

3. Фигура сечения, входящая в разрез, заштриховывается (сплошными тонкими линиями, наклон линий 45° , расстояние между линиями 3...4 мм и выдерживается одинаковым на всем чертеже).

4. Мысленное рассечение предмета должно относиться только к данному разрезу и не влечёт за собой изменения других изображений того же предмета.

2. Практическая часть

Домашнее задание № 2 «Проекционное черчение» выполняется на чертежных листах формата А3 (3×А3) по индивидуальному номеру варианта, выданному преподавателем (варианты заданий представлены в приложении 1).

Домашнее задание № 2 «Проекционное черчение» состоит из 3-листов:

Лист 1 – простой разрез;

Лист 2 – Сложный разрез;

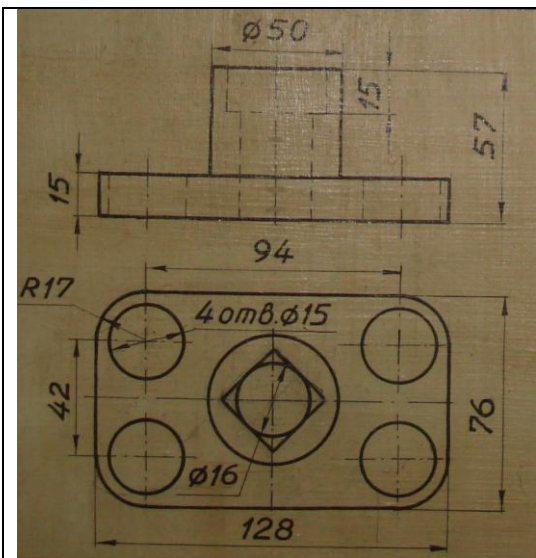
Лист 3 – Аксонометрическая проекция детали (по варианту простого разреза).

На данном этапе изучения теоретического материала выполняем графическую работу ДЗ № 2 (Лист 1). Пример ДЗ № 2 (Лист 1) представлен на рисунке 23.

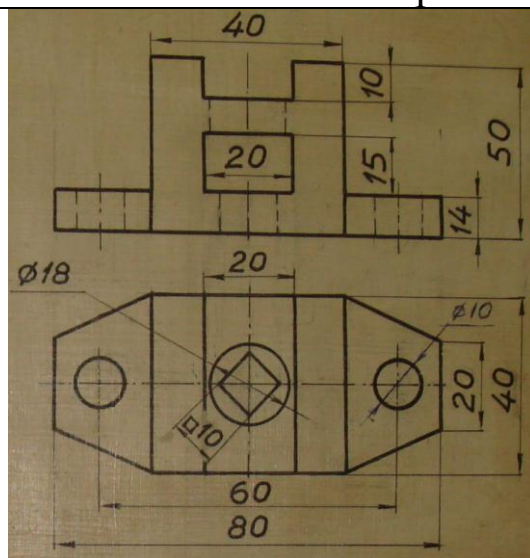
Порядок выполнения ДЗ № 2 (Лист 1):

1. На листе формата А3 (горизонтальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104 – 68, форма 1.
2. Вычертить детали в трех проекциях тонкими линиями;
3. Выполнить простые разрезы;
4. Оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303–68 (линии) и ГОСТ 2.306–68.
5. Нанести размеры по ГОСТ 2.304-68.

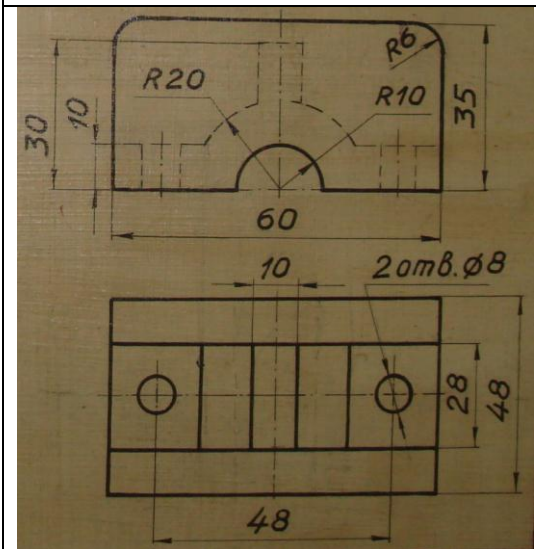
Приложение 1



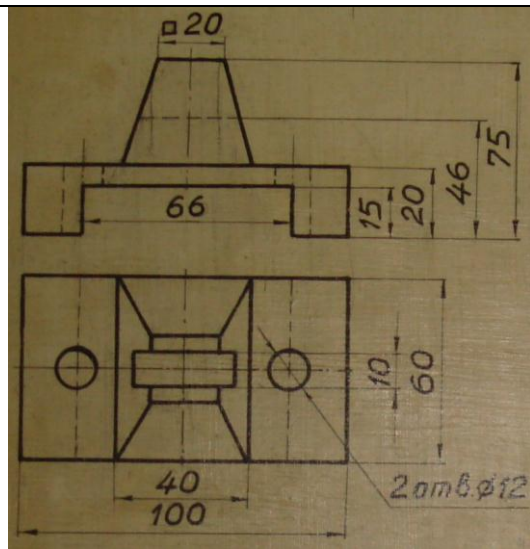
1



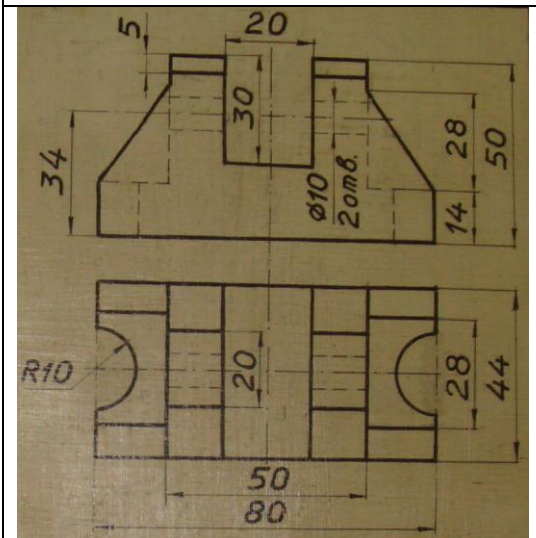
2



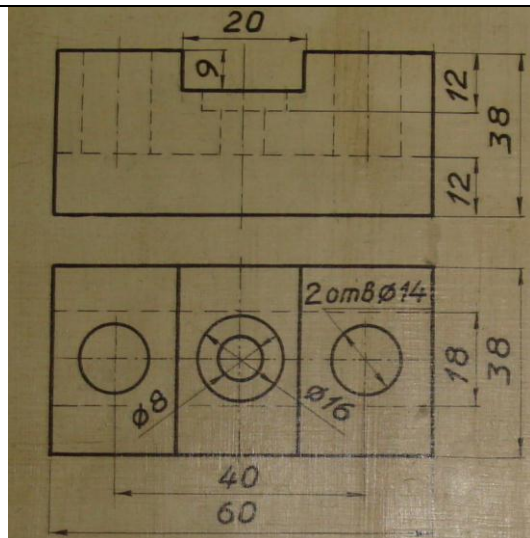
3



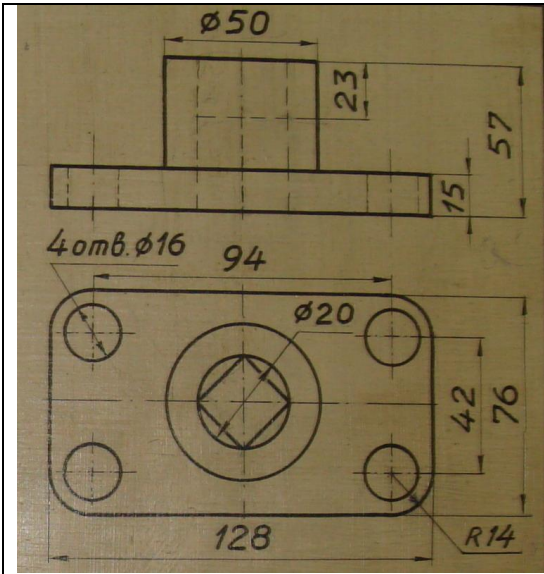
4



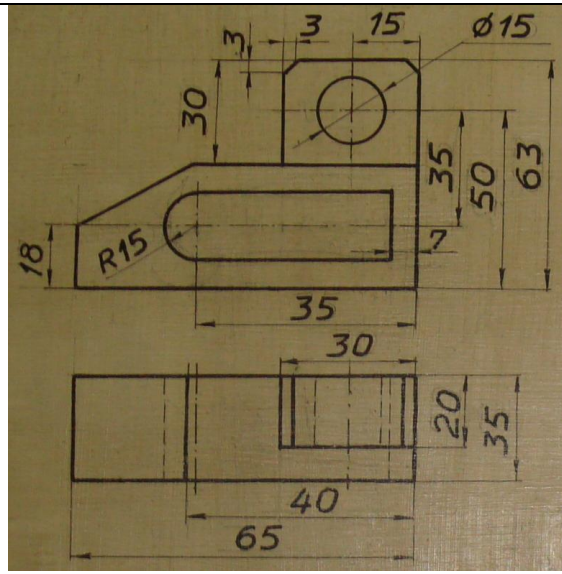
5



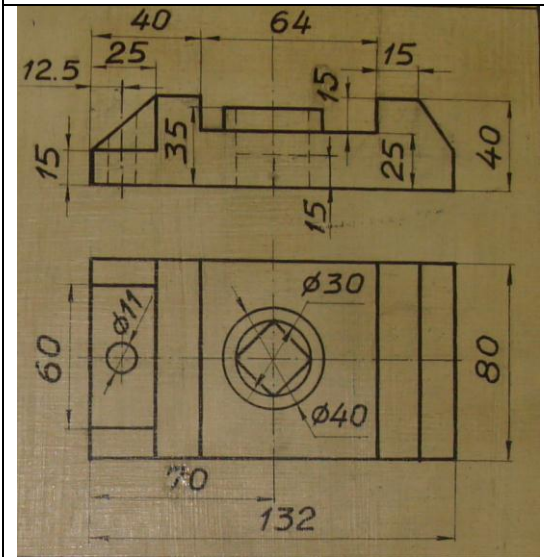
6



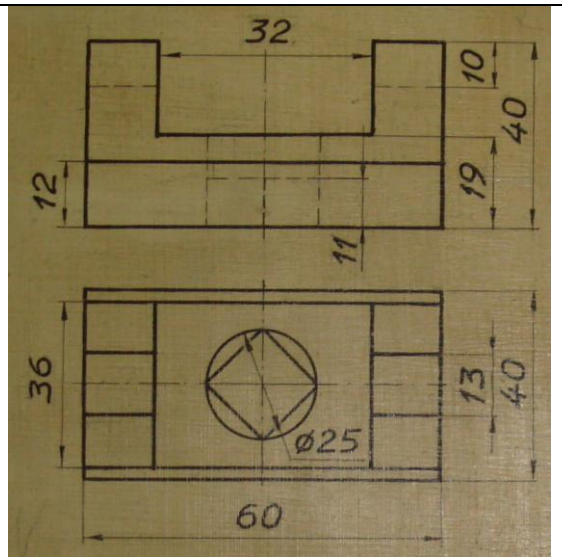
7



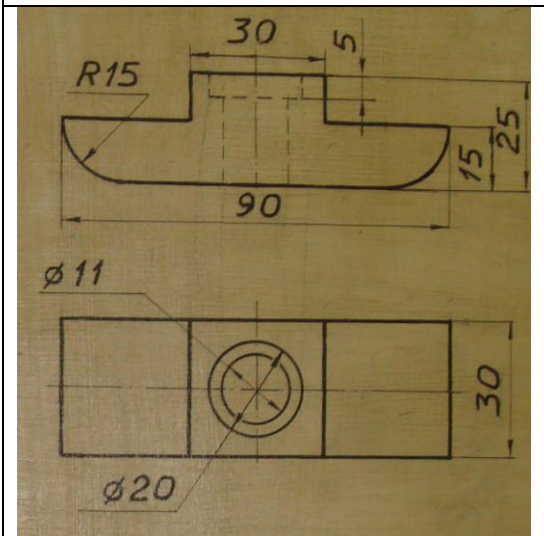
8



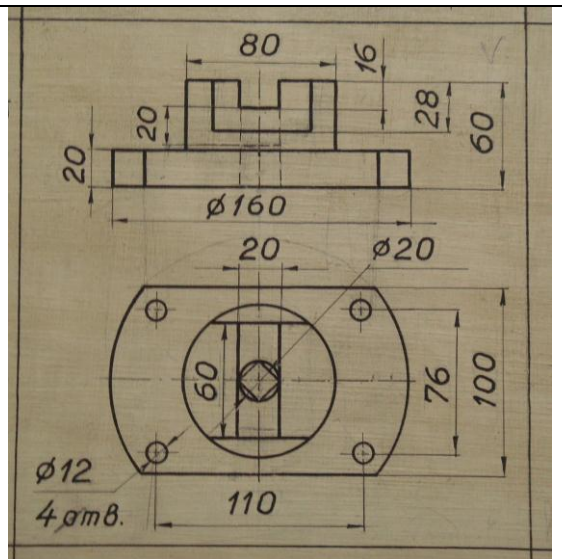
9



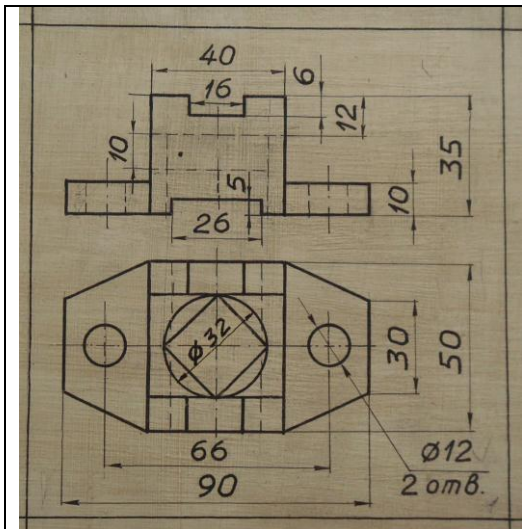
10



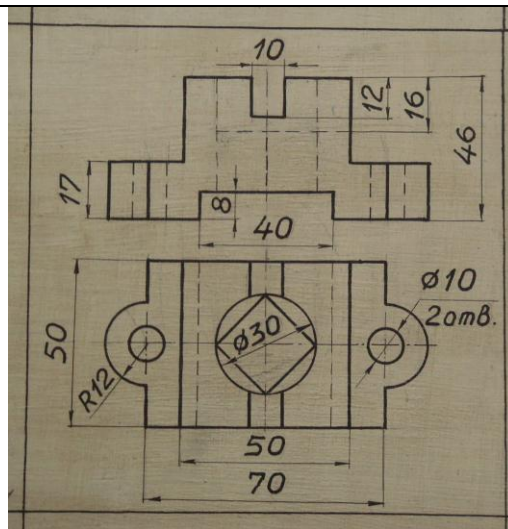
11



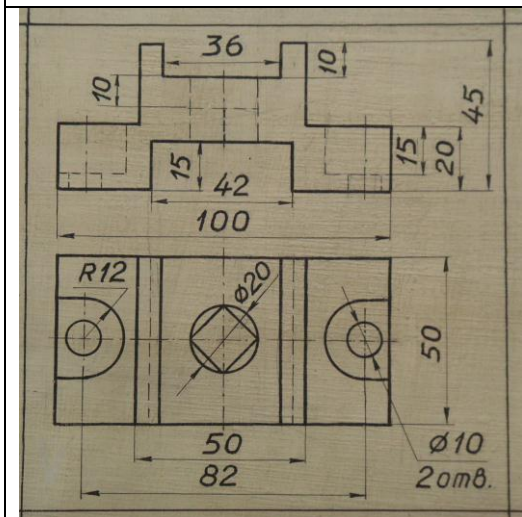
12



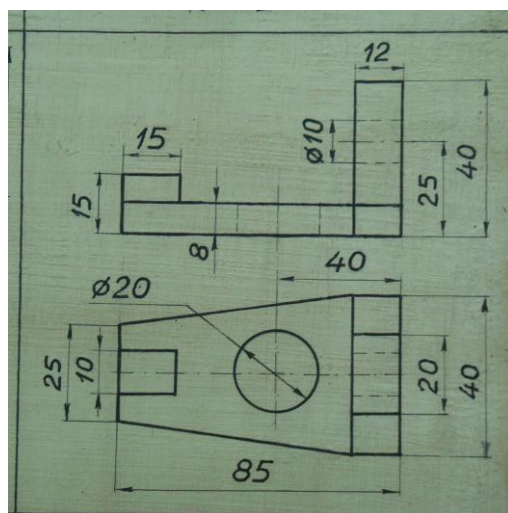
13



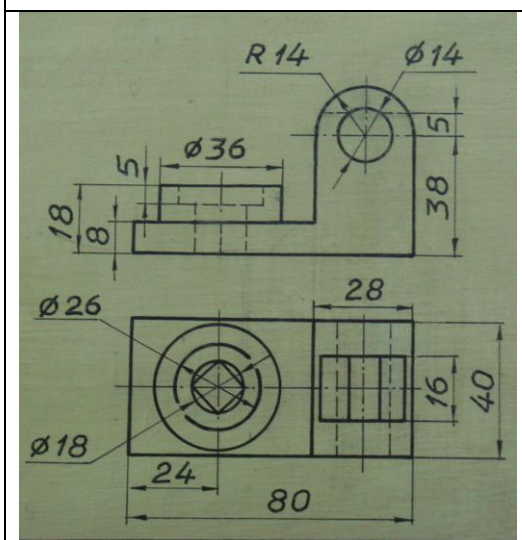
14



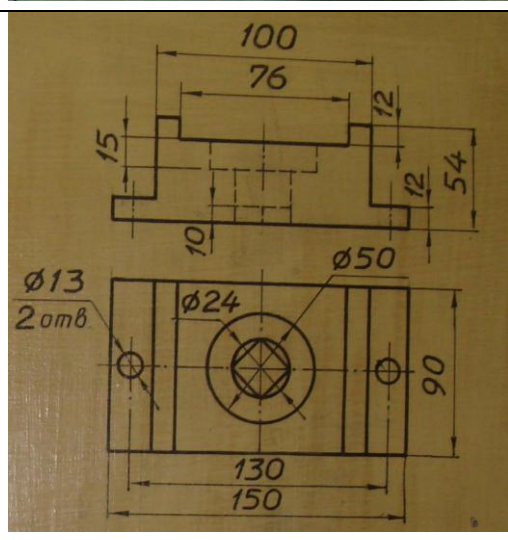
15



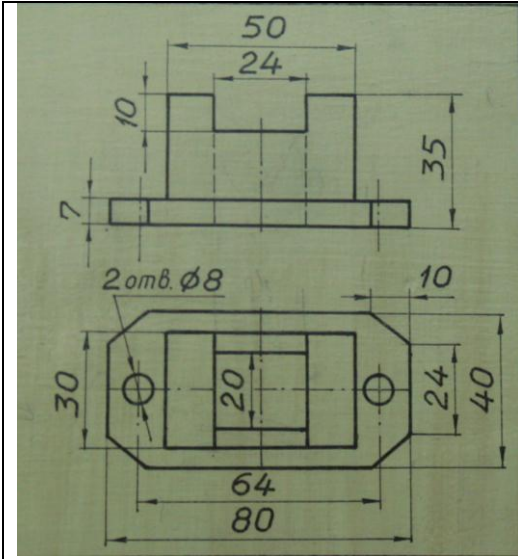
16



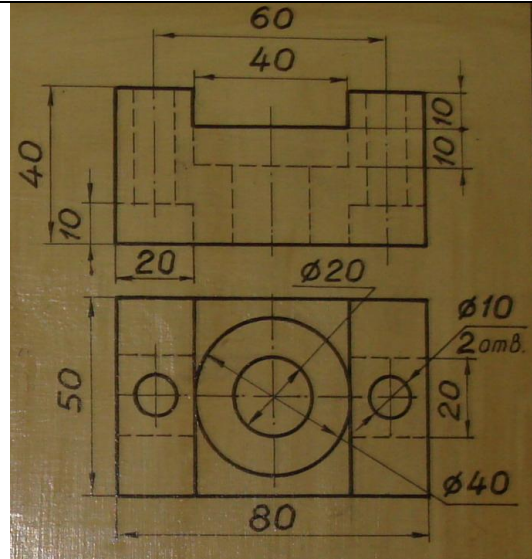
17



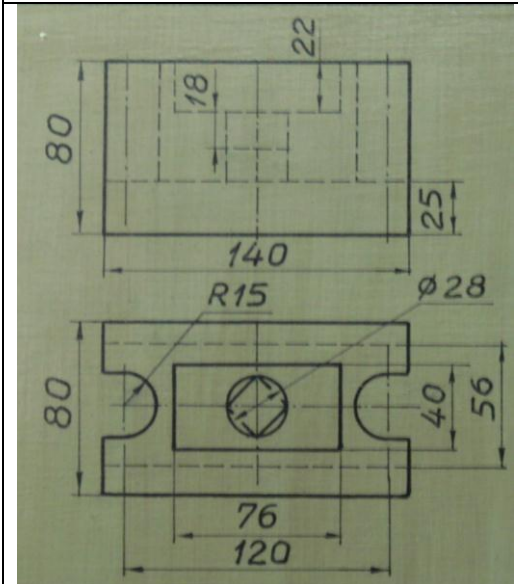
18



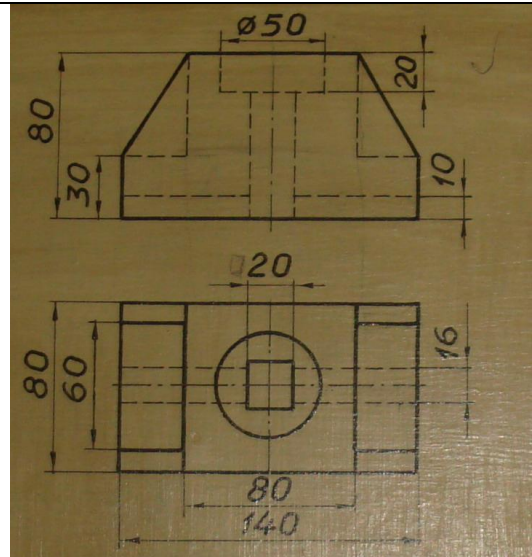
19



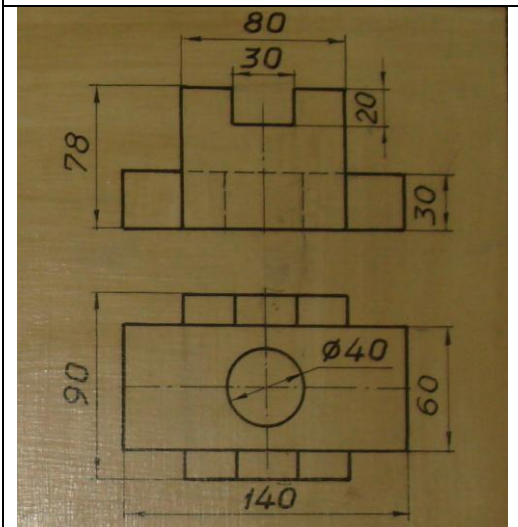
20



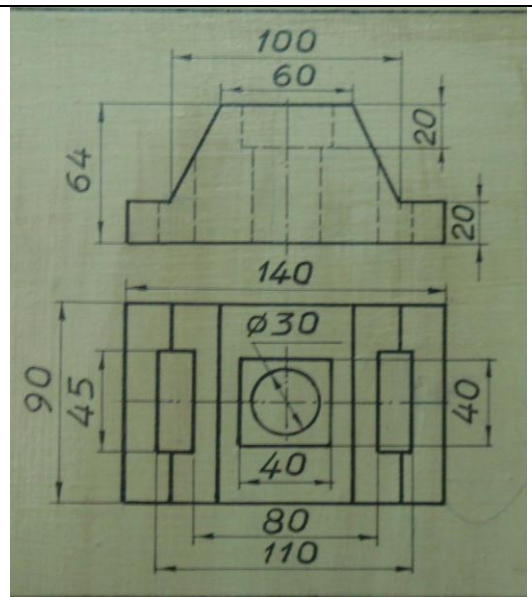
21



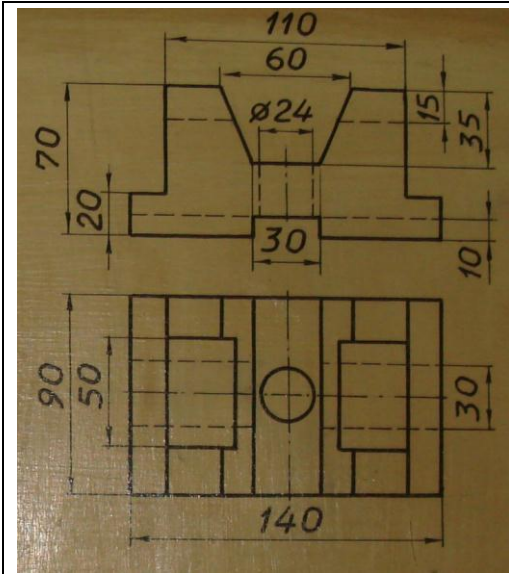
22



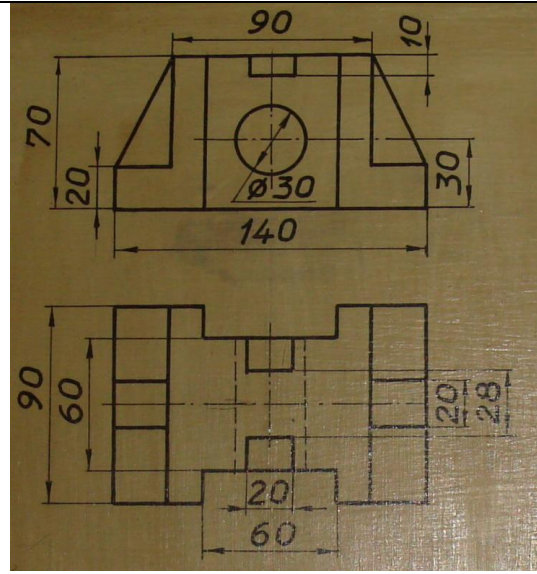
23



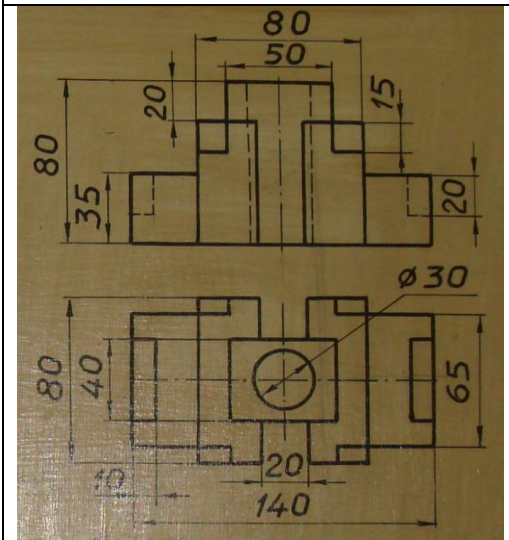
24



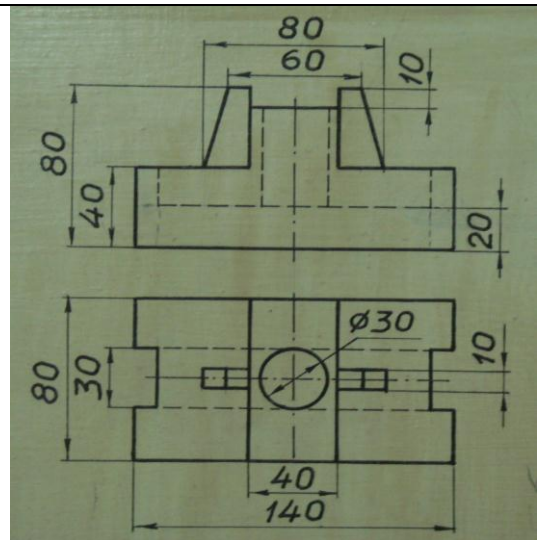
25



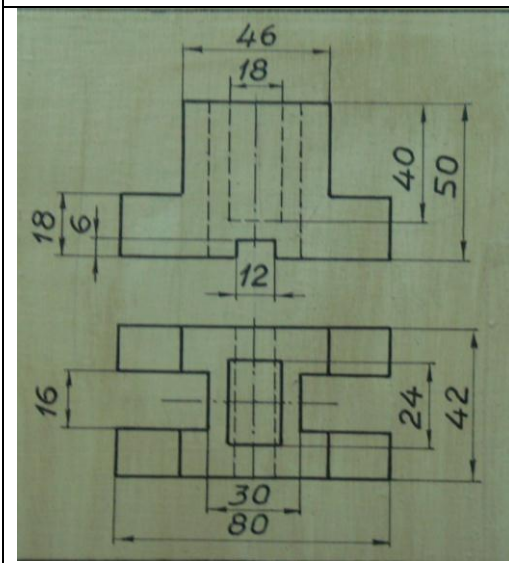
26



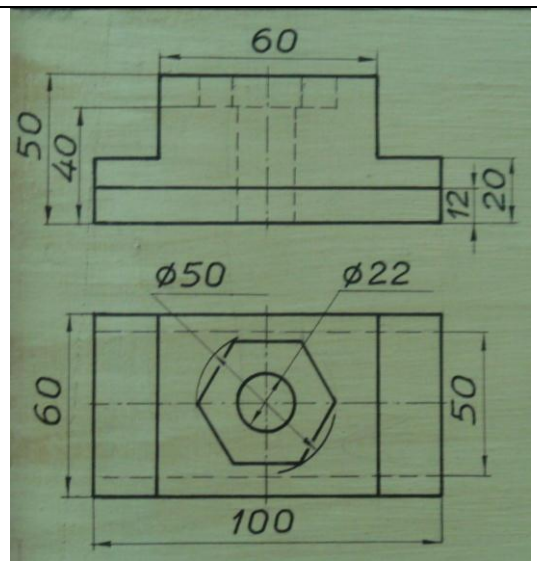
27



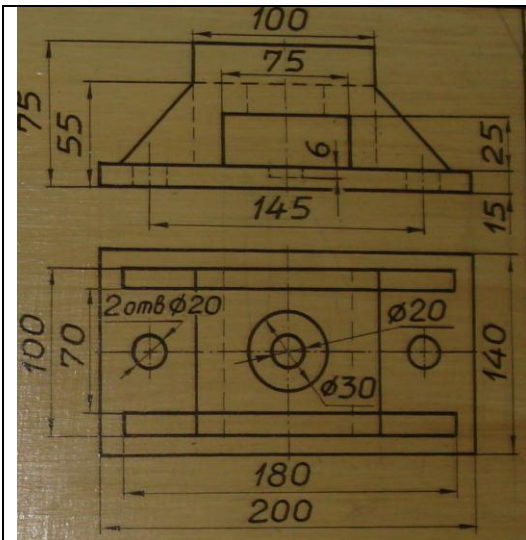
28



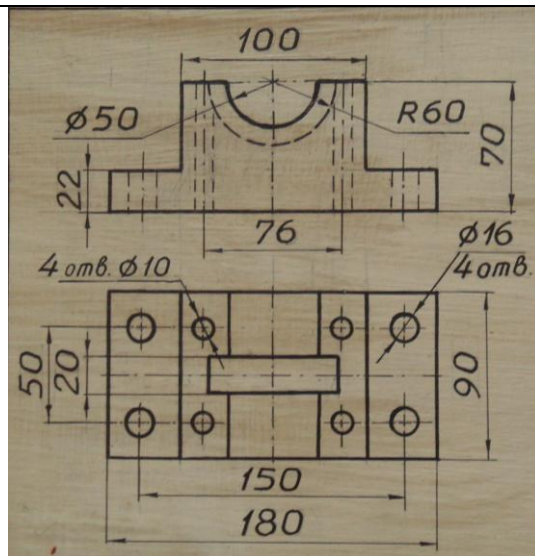
29



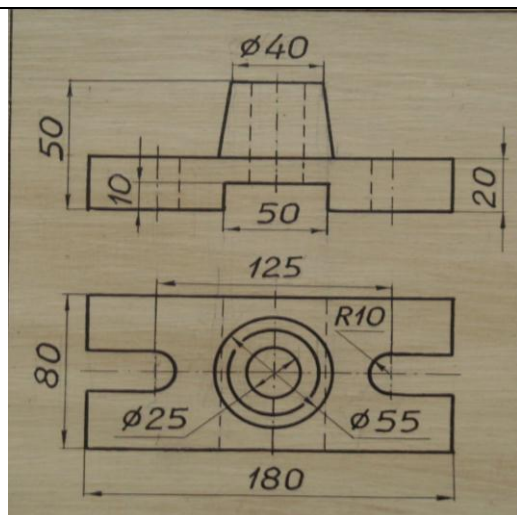
30



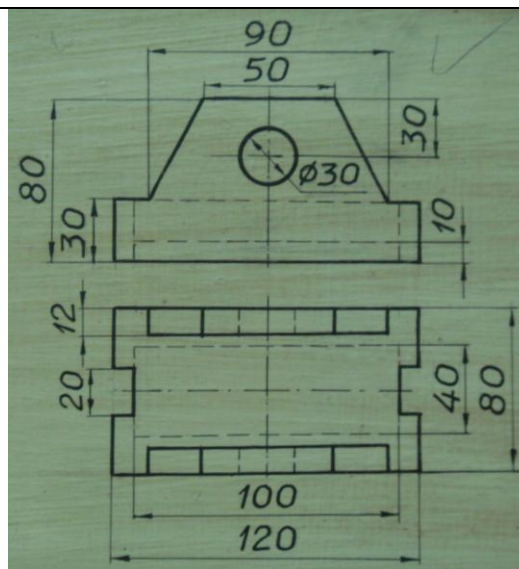
31



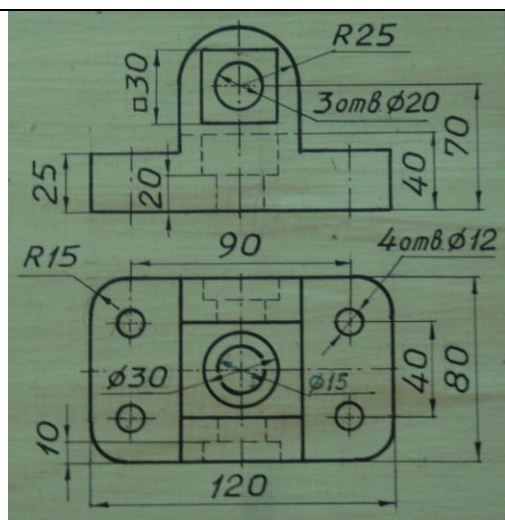
32



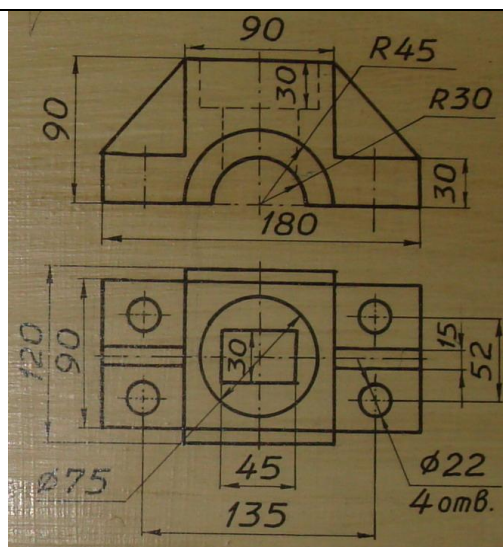
33



34



35



36

3. Вопросы для самоконтроля и для защиты ДЗ № 2 (Лист 1)

1. Что такое вид детали, и какие виды вы знаете?
2. Сколько всего видов имеет деталь, и какие и сколько основных принято изображать?
3. Что такое разрез, простой разрез, их классификация?
4. Дать определение фронтальному, профильному и горизонтальному разрезам.
5. Какие разрезы называют продольными, поперечными и наклонными?
6. В каком случае допускается совмещение на чертеже вида и разреза, как обозначают разрезы и в каком случае?
7. Что такое сечение, в чём отличие между сечения от разреза?

Практическое занятие № 3

Изучение правил выполнения чертежей: сложные разрезы, нанесение размеров

Цель занятия:

- углубленное изучение ГОСТ 2.305-68, 2.307-68;
- приобретение навыков в выполнении сложных разрезов и нанесении размеров;
- закрепление теоретического материала для выполнения ДЗ № 2 (Лист 2).

1. Теоретические положения

Разрез – мысленное рассечение детали одной или несколькими секущими плоскостями (см. лаб. занятие № 2).

Сложный разрез – мысленное рассечение детали двумя или более секущими плоскостями.

В зависимости от расположения секущих плоскостей относительно друг друга различают: ступенчатые, ломанные, радиальные и комбинированные разрезы.

Ступенчатым называют сложный разрез, если секущие плоскости параллельны.

На рисунке 24 (б) изображена плита кондуктора. Внутренние очертания плиты нельзя выявить одной секущей плоскостью. Поэтому деталь мысленно рассечена тремя параллельными секущими плоскостями. Первая секущая плоскость выявляет формы цилиндрических отверстий, вторая – призматического отверстия и третья – прорези. Все три секущие плоскости совмещаются в плоскости чертежа, образуя ступенчатый разрез (рис. 24, а).

Ломаным называют сложный разрез, если секущие плоскости пересекаются.

Для выявления формы прорези, отверстий и углубления в детали, изображенной на рисунке 25 (в) необходимы две пересекающиеся секущие плоскости.

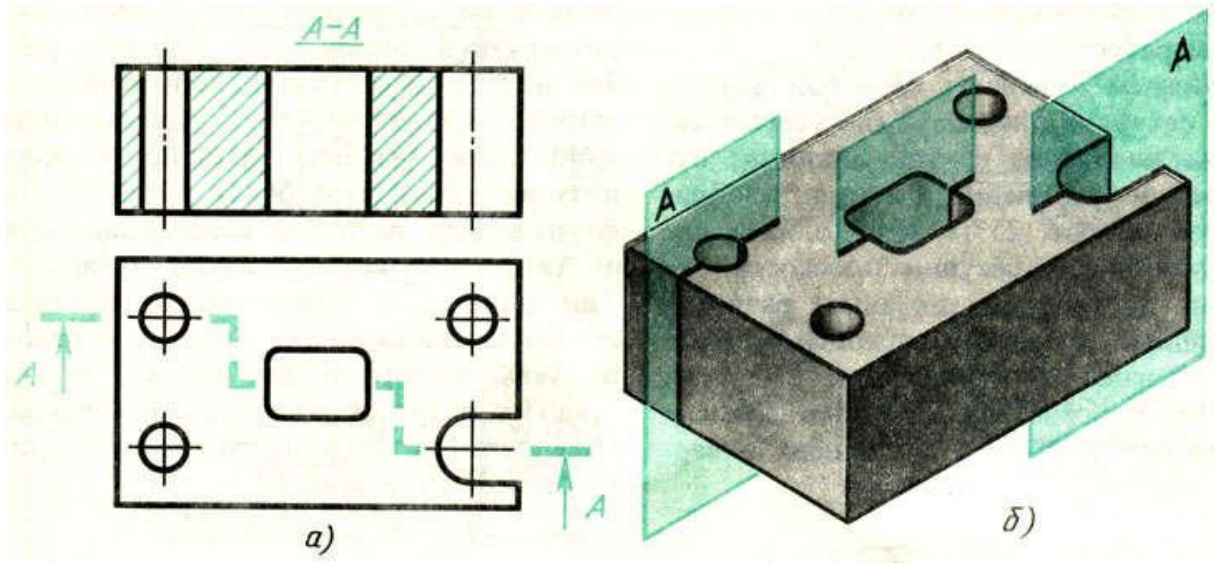


Рисунок 24 – Ступенчатый разрез

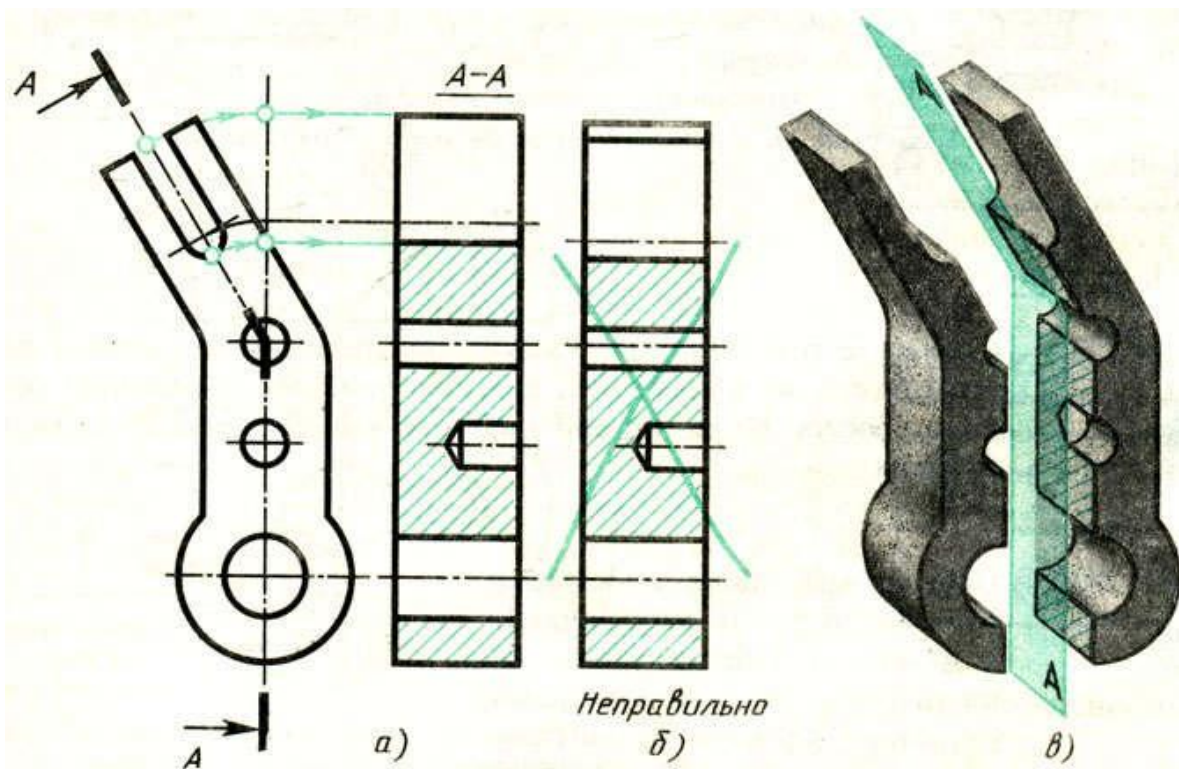


Рисунок 25 – Ломаный разрез

При построении ломаных разрезов наклонную секущую плоскость условно поворачивают до совмещения с другой секущей плоскостью. В данном примере наклонная плоскость совмещена с вертикальной. При повороте плоскости наклонная часть детали изобразится на

разрезе без искажения, т. е. в натуральную величину (рис. 25, а). Без поворота плоскости разрез проецируется, как показано на рисунке 25 (б) и деталь представляется в искаженном виде.

Радиальный разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного группой плоскостей, проходящих через ось предмета (рис. 26).

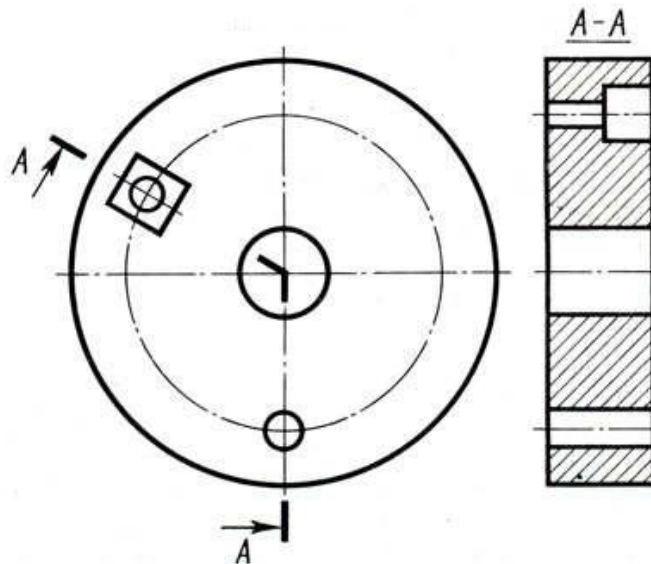


Рисунок 26 – Радиальный разрез

Комбинированным называют разрез, состоящий из комбинации разных разрезов, например ступенчатый и ломаный.

Обозначение сложных разрезов. Положение секущих плоскостей при сложных разрезах всегда отмечают разомкнутой линией со штрихами: начальным, конечным и в местах перегибов (см. рис. 24, 25 и 26). На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда, и наносят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Над разрезом делают надпись по типу А-А (только двумя буквами). Тип линии для обозначения положения секущих плоскостей, форму стрелок и буквы выбирают так же, как и для простых разрезов (см. лаб. занятие № 2) и сечений. При сложных разрезах разомкнутая линия имеет перегибы.

2. Практическая часть

Домашнее задание № 2 (Лист 2) выполняется на чертежном листе формата А3 по индивидуальному номеру варианта, выданному преподавателем (варианты заданий представлены в приложении 2). Пример ДЗ № 2 (Лист 2) представлен на рисунке 27.

Порядок выполнения ДЗ № 2 (Лист 2):

1. На листе формата А3 (горизонтальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104–68, форма 1.
2. Изучить конструкцию детали;
3. Вычертить детали в трех проекциях тонкими линиями;
3. Выполнить сложные разрезы по ГОСТ 2.305 – 68;
4. Оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303–68 (линии) и ГОСТ 2.306 – 68.
5. Нанести размеры по ГОСТ 2.307-68.

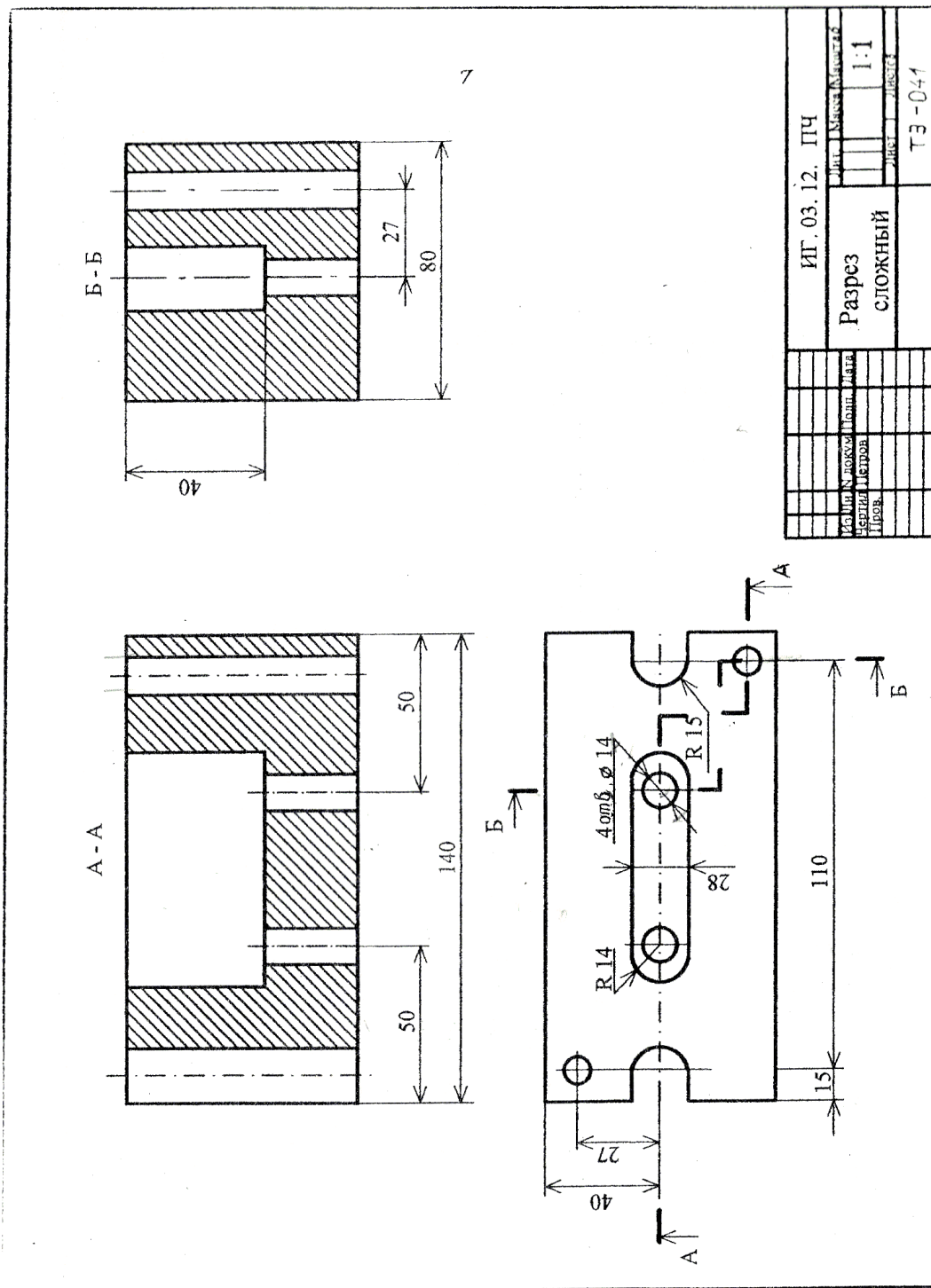
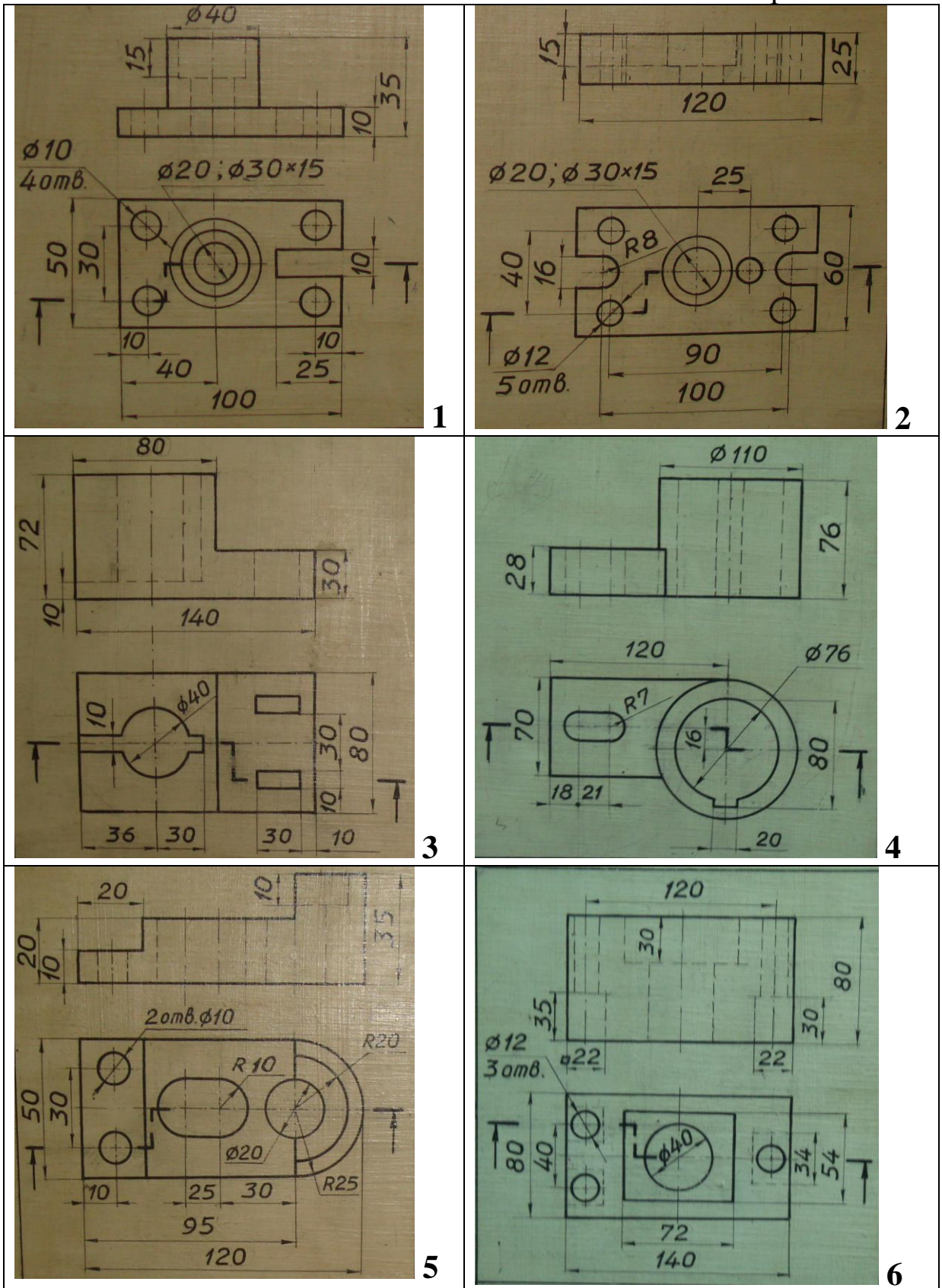
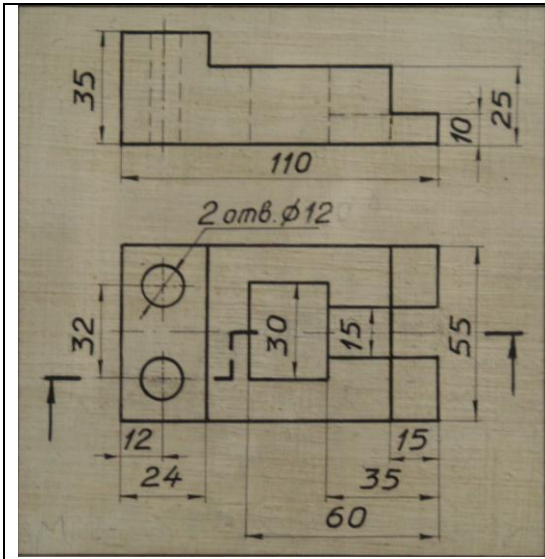
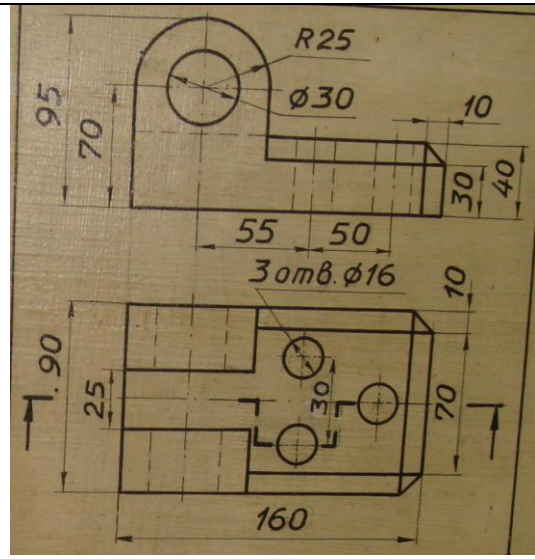


Рисунок 27 – Пример выполнения ДЗ № 2 (Лист 2)

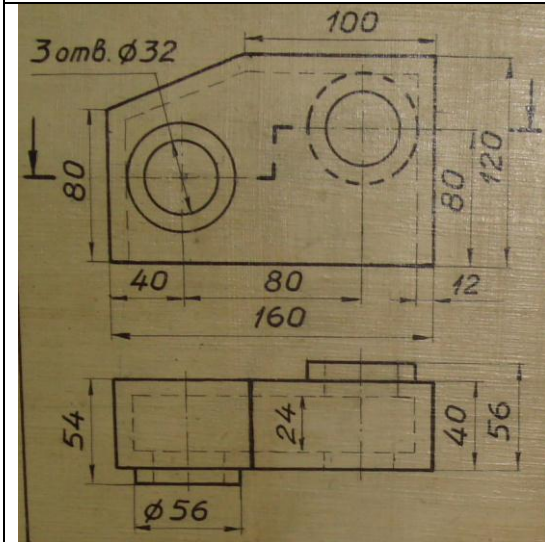




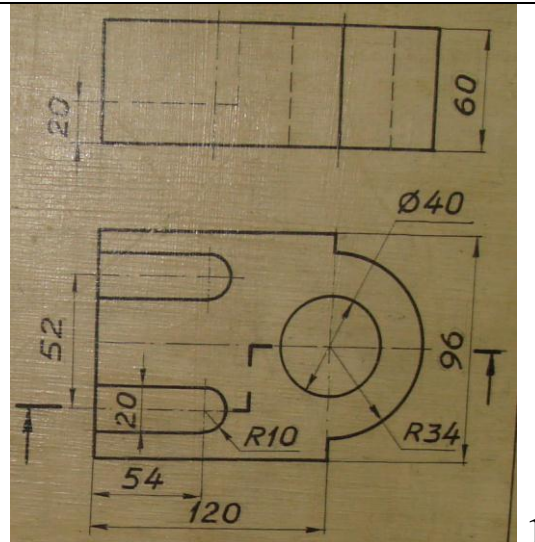
7



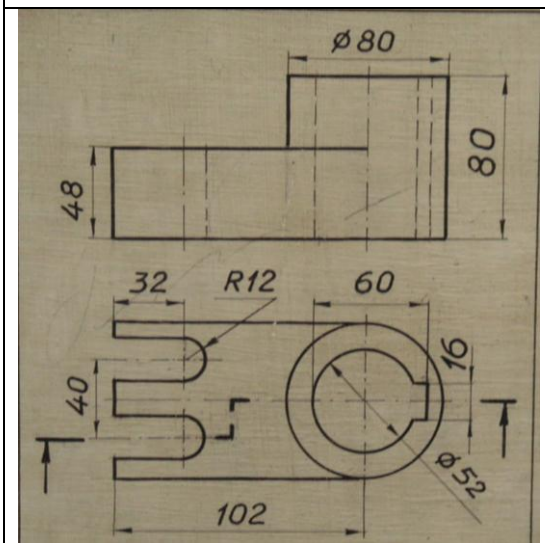
8



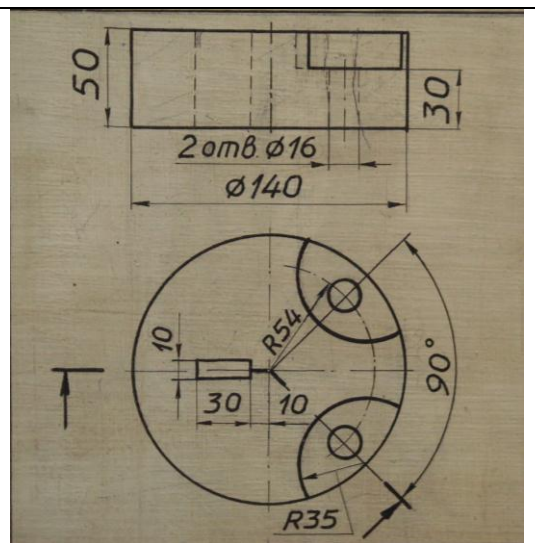
9



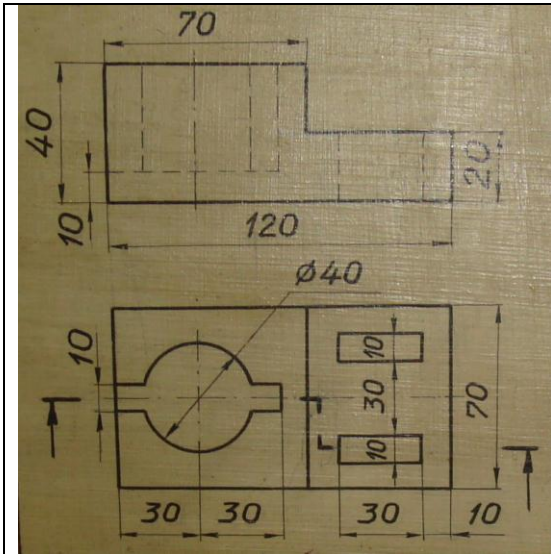
10



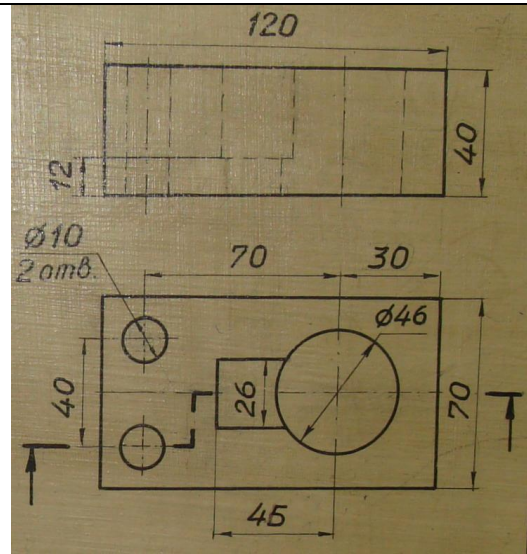
11



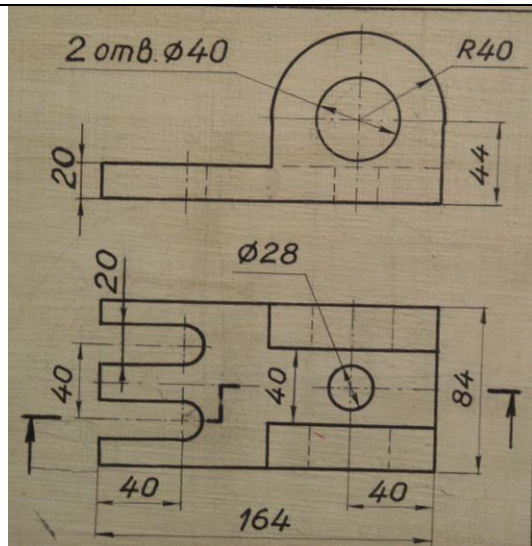
12



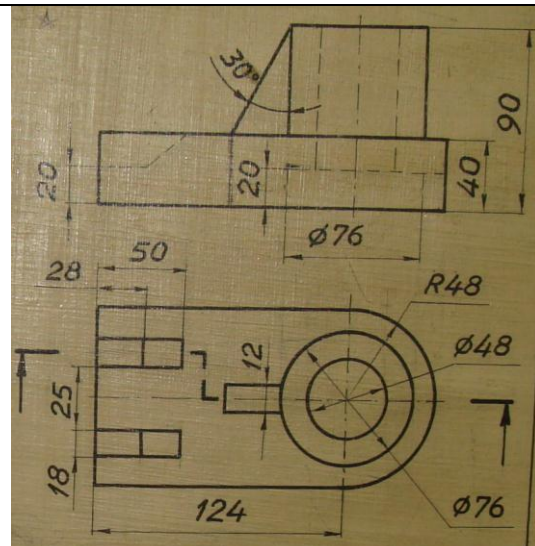
13



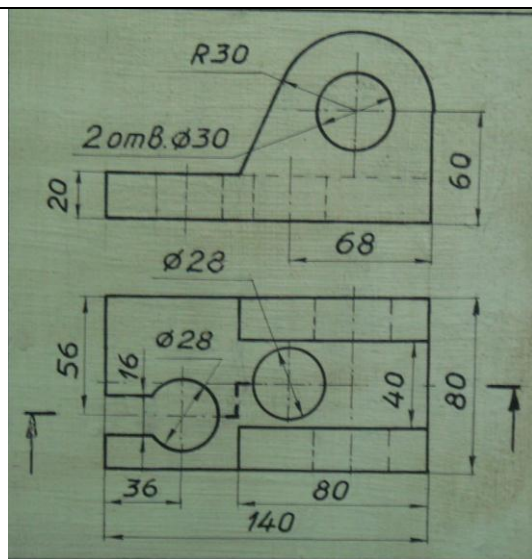
14



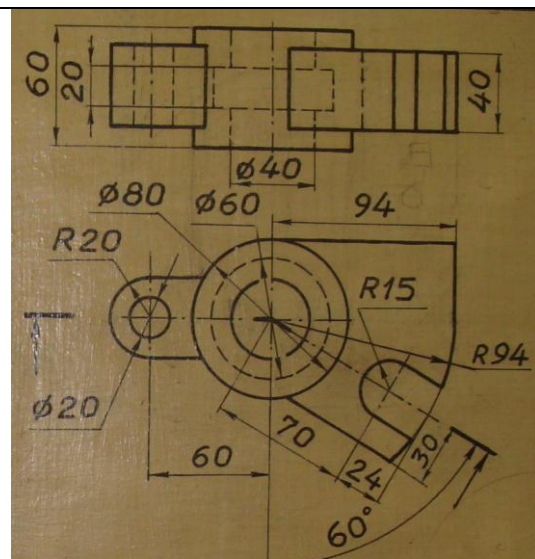
15



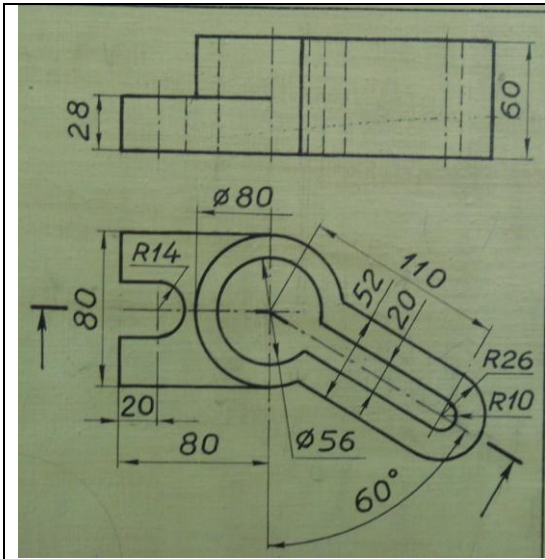
16



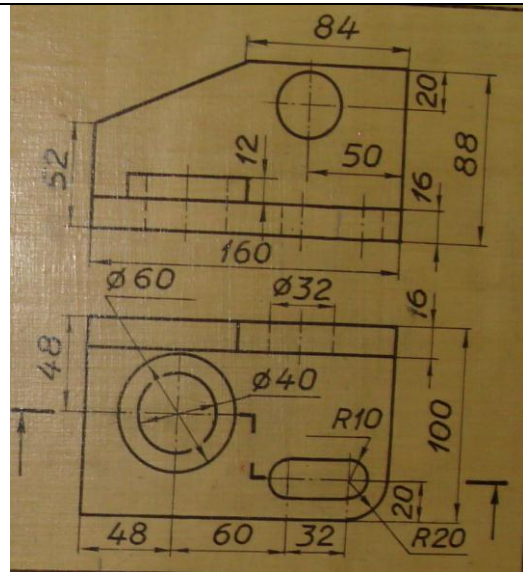
17



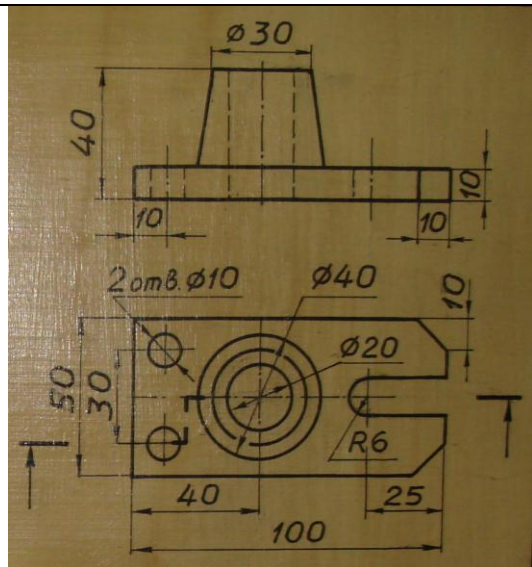
18



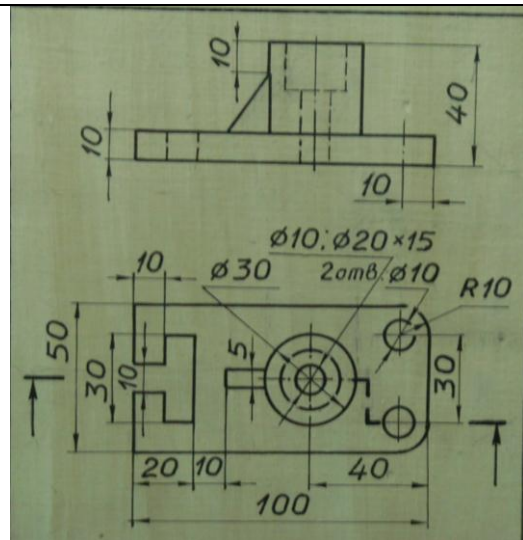
19



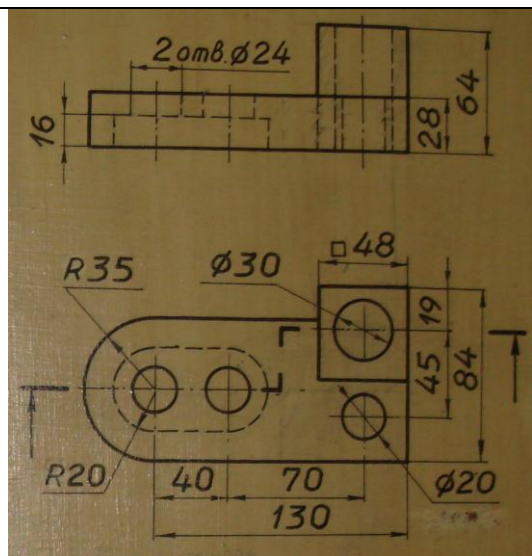
20



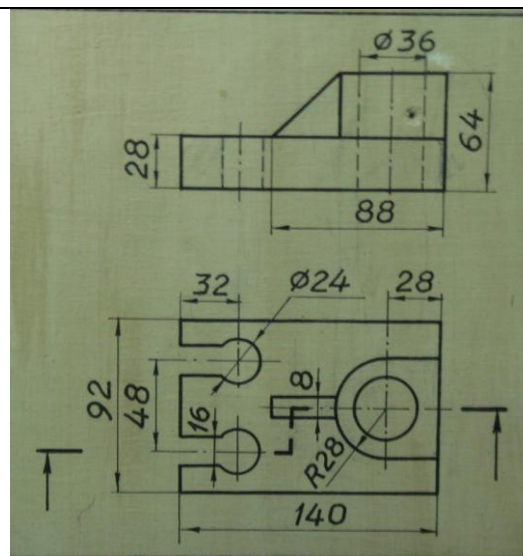
21



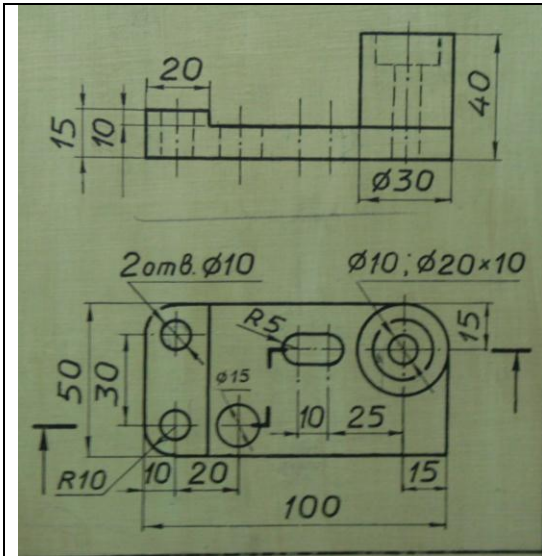
22



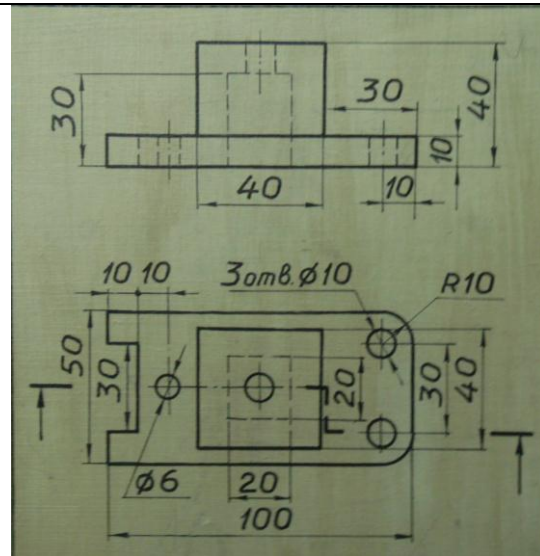
22



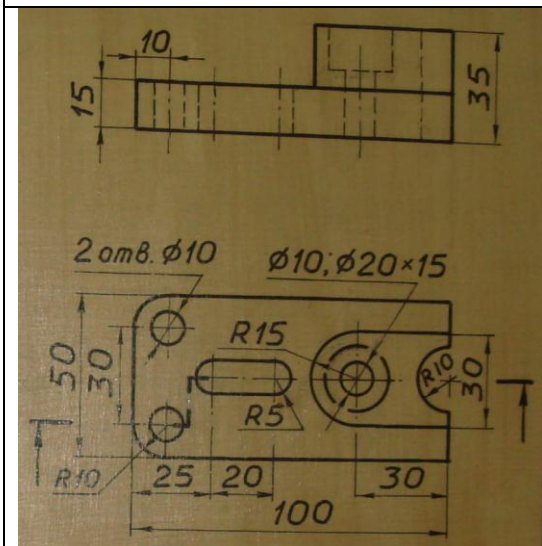
23



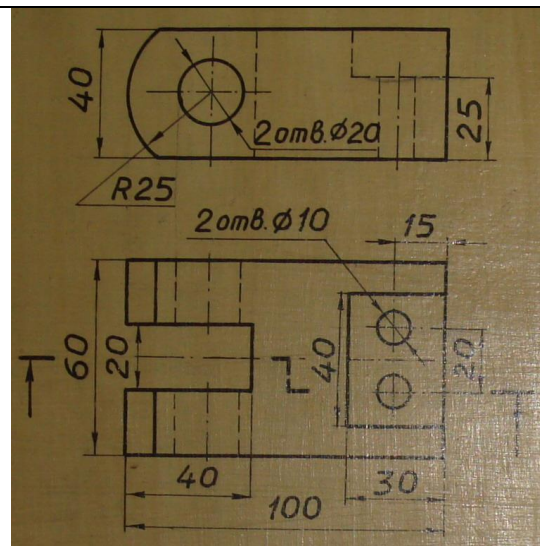
24



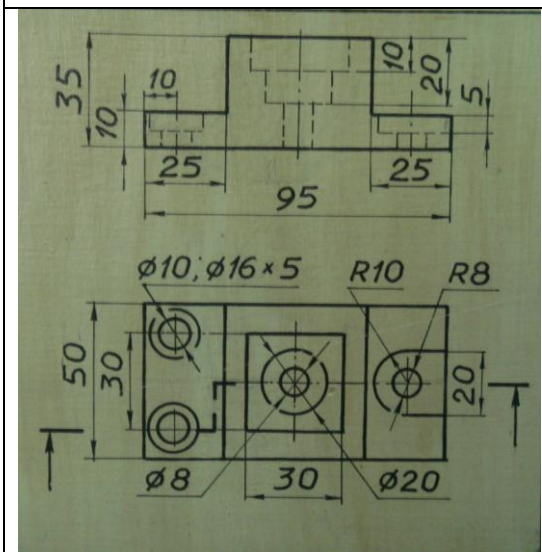
25



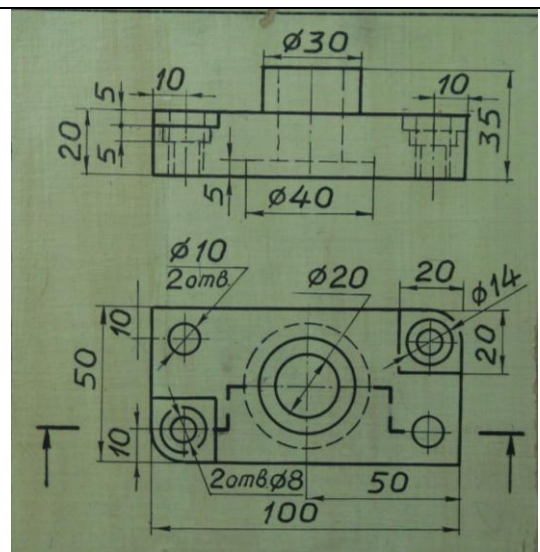
26



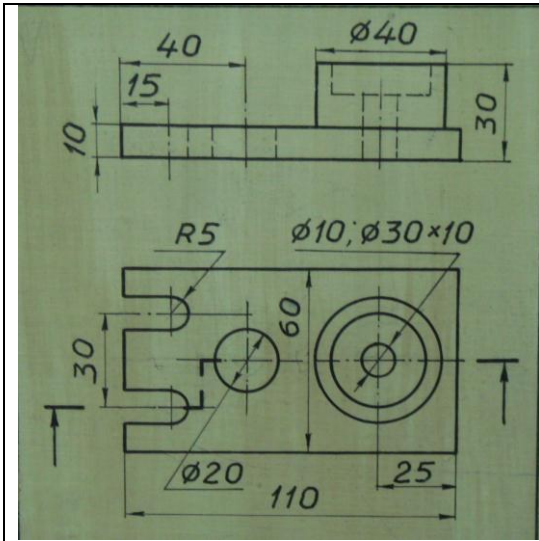
27



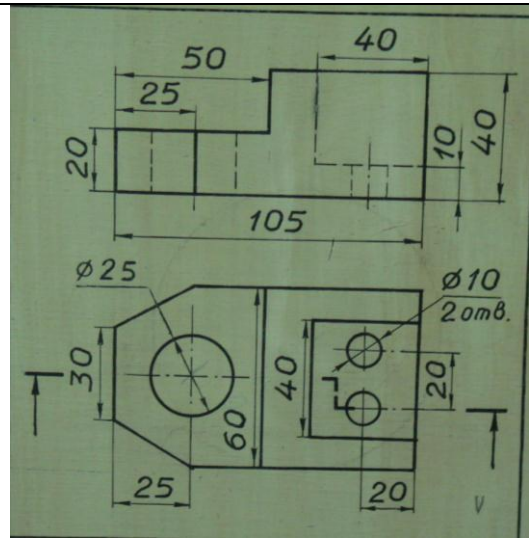
28



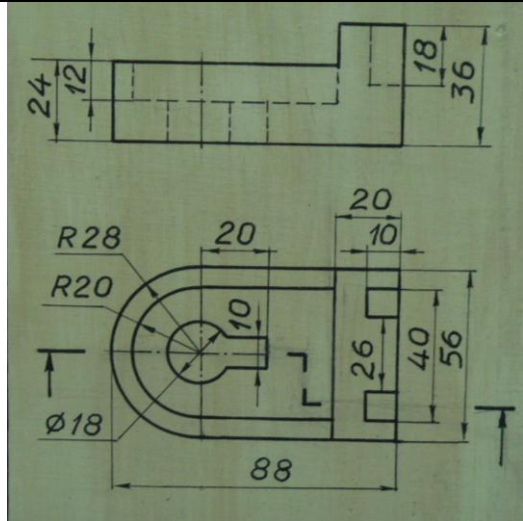
29



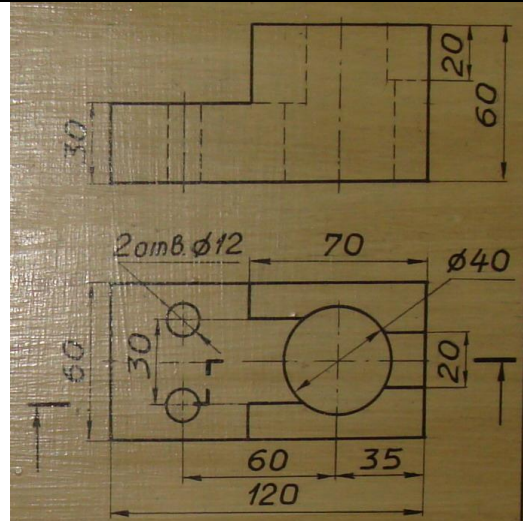
30



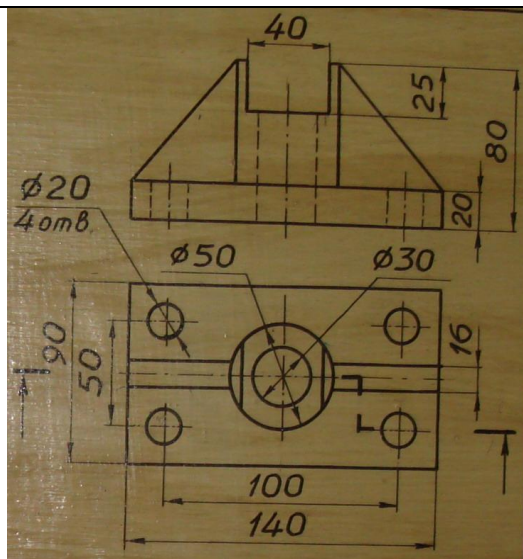
31



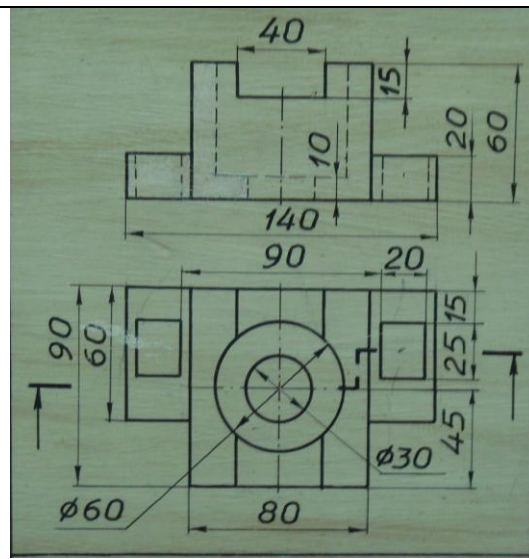
32



33



34



35

3. Вопросы для самоконтроля и защиты ДЗ № 2 (Лист 2)

1. Что такое сложный разрез?
2. Классификация сложных разрезов.
3. Дайте определение ступенчатого разреза?
4. Что такое ломаный разрез?
5. Что такое радиальный разрез?
6. Что такое комбинированный разрез?
7. Как обозначают сложные разрезы на чертежах?

Практическое занятие № 4 Изучение нормативов построения аксонометрических проекций

Цель занятия:

- углубленное изучение ГОСТ 2.317-69 «Аксонометрические проекции»;
- приобретение навыков в построении прямоугольной аксонометрической проекции (изометрической проекции детали);
- выполнение ДЗ № 2 (Лист 3).

1. Теоретические положения

Аксонометрия (от греч. *axcon* – ось и *metreo* – измеряю) дает наглядное изображение предмета на одной плоскости.

Изображение предмета в аксонометрии получается путем параллельного проецирования его на одну плоскость проекций вместе с осями прямоугольных координат, к которым этот предмет отнесен.

ГОСТ 2.317-69 устанавливает следующие аксонометрические проекции, применяемые в чертежах всех отраслей промышленности:

- прямоугольные проекции;
- косоугольные проекции;

а также диктует условности и нанесение размеров.

Прямоугольные проекции:

- Изометрическая проекция;
- Диметрическая проекция.

Изометрическая проекция. Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 28.

Коэффициент искажения по осям x , y , z равен **0,82**. Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям x , y , z , т.е. приняв коэффициент искажения равным 1.

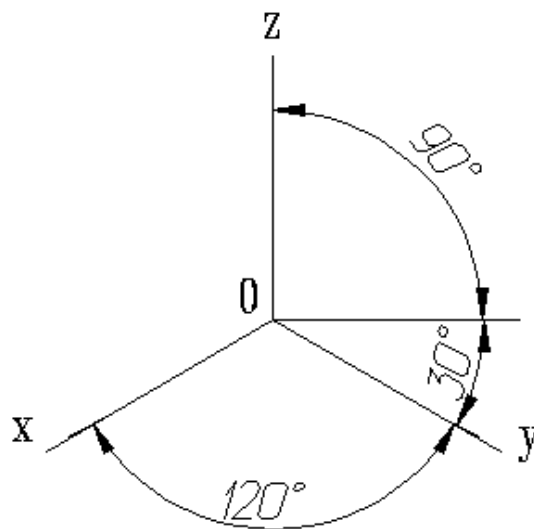


Рисунок 28 – Расположение аксонометрических осей прямоугольной изометрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рис. 29). Если аксонометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x , y , z , то большая ось эллипсов **1, 2, 3** равна **1,22**, а малая ось – **0,71** диаметра окружности.

Если аксонометрическую проекцию выполняют с искажением по осям x , y , z , то большая ось эллипсов **1, 2, 3** равна диаметру окружности, а малая – **0,58** диаметра окружности.

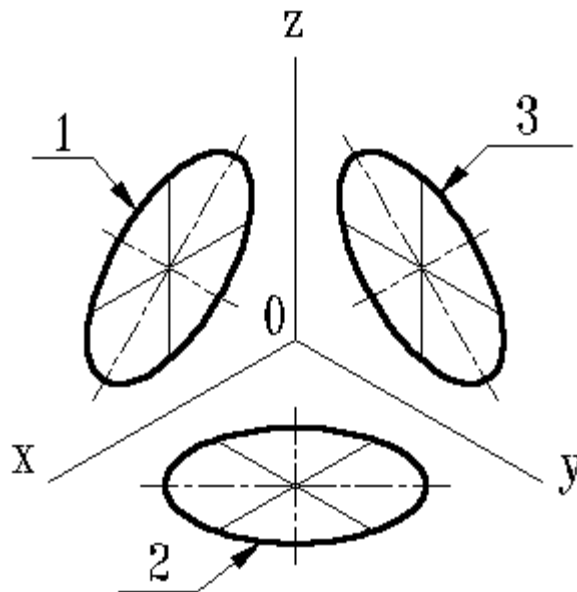


Рисунок 29 – Окружность в изометрии

- 1 – эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси y);
- 2 – эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси z);
- 3 – эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси x).

Пример изометрической проекции детали приведен на рисунке 30.

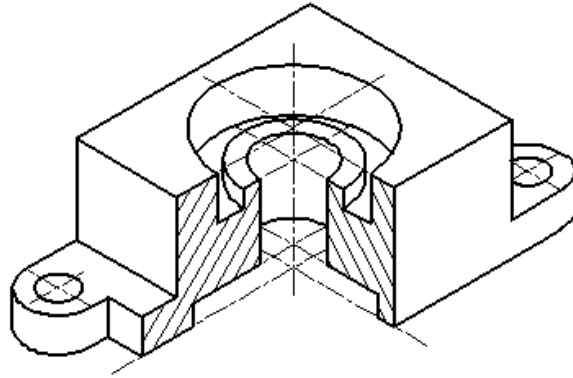


Рисунок 30 – Изометрическое изображение детали

Диметрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 31. Коэффициент искажения по оси y равен **0,47**, а по осям x и z – **0,94**. Диметрическую проекцию, как правило, без искажения по осям x и z и с коэффициентом искажения **0,5** по оси y .

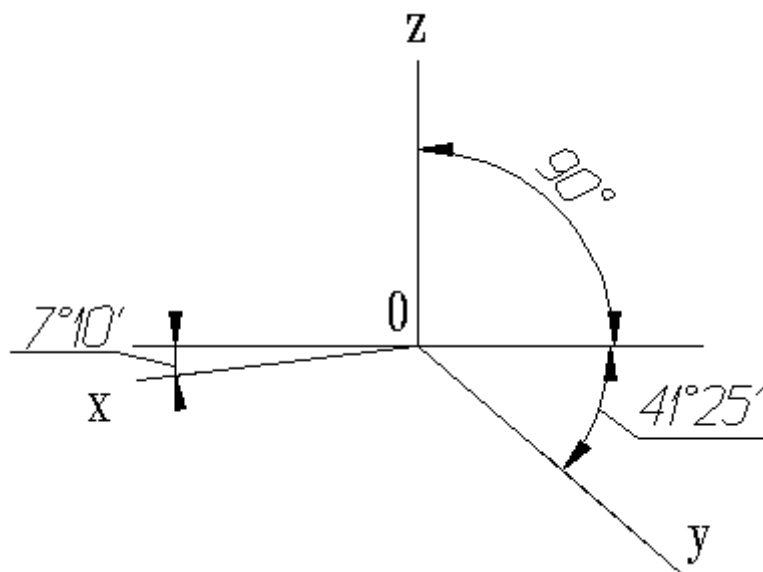


Рисунок 31 – Расположение аксонометрических осей прямоугольной диметрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рис. 32).

Если диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям x и z , то большая ось эллипсов **1, 2, 3** равна **1,06** диаметра окружности, а малая ось эллипса **1** – **0,95**, эллипсов **2** и **3** – **0,35** диаметра окружности.

Если диметрическую проекцию выполняют с искажением по осям x и z , то большая ось эллипсов **1, 2, 3** равна диаметру окружности, а малая ось эллипса **1** – **0,9**, эллипсов **2** и **3** – **0,33** диаметра окружности.

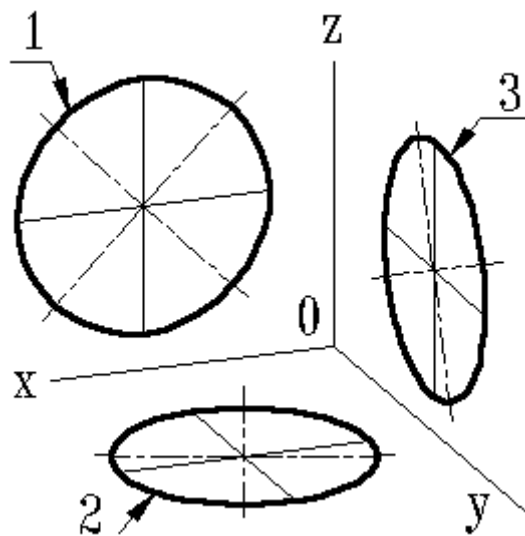


Рисунок 32 – Окружность в диметрии

- 1-эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси y);
- 2-эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси z);
- 3-эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси x)

Пример диметрической проекции детали приведен на рисунке 33.

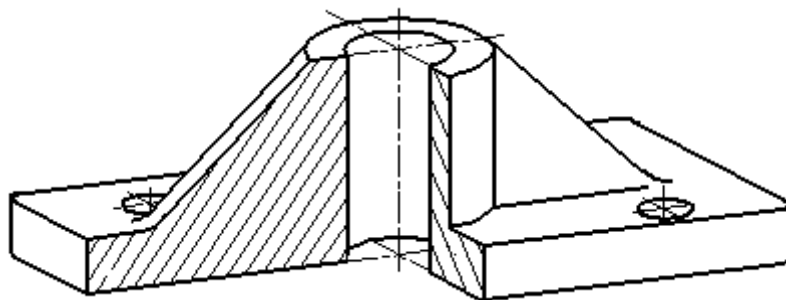


Рисунок 33 – Диметрическое изображение детали

Косоугольные проекции:

- Фронтальная изометрическая проекция;
- Горизонтальная изометрическая проекция;
- Фронтальная диметрическая проекция.

Фронтальная изометрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 34.

Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона оси y 30° и 60° . Фронтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x , y , z .

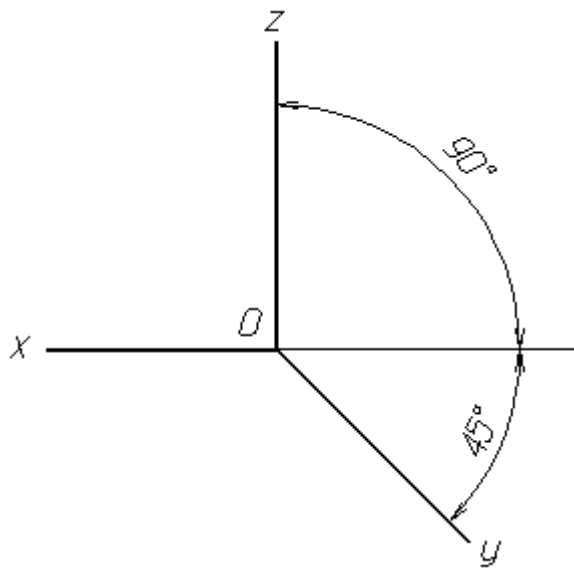


Рисунок 34 – Расположение аксонометрических осей фронтальной изометрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекции, — в эллипсы (рис. 35).

Большая ось эллипсов **2** и **3** равна **1,3**, а малая ось — **0,54** диаметра окружности.

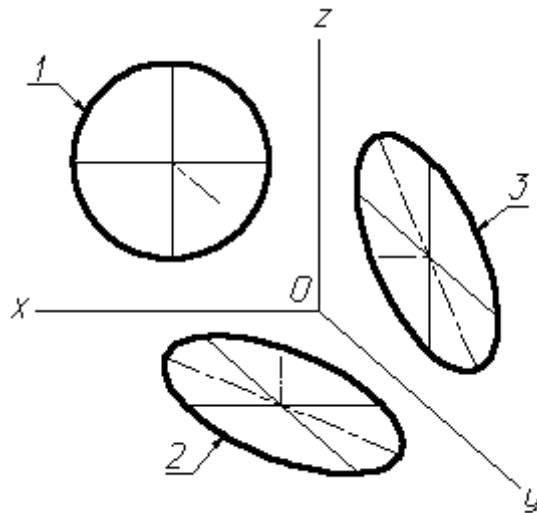


Рисунок 35 – Изображение окружности на фронтальной изометрической проекции; 1-окружность;
 2-эллипс (большая ось расположена под углом $22^{\circ}30'$ к оси x);
 3-эллипс (большая ось расположена под углом $22^{\circ}30'$ к оси z)

Пример фронтальной изометрической проекции детали приведен на рисунке 36.

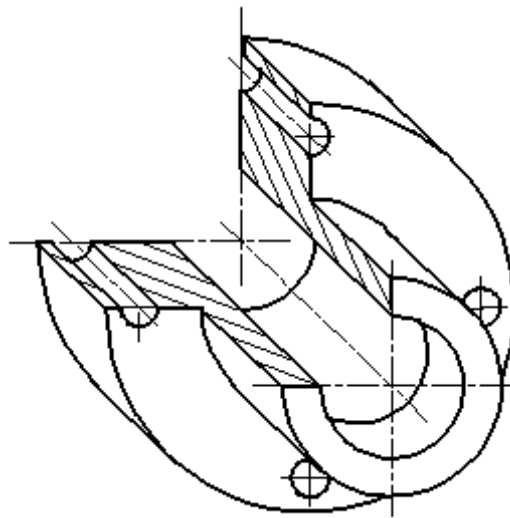


Рисунок 36 – Изображение детали на фронтальной изометрической проекции

Горизонтальная изометрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рисунке 37. Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углом наклона оси y 45° и 60° , сохраняя угол между осями x и y 90° .

Горизонтальную изометрическую проекцию выполняют без искажения по осям x , y и z .

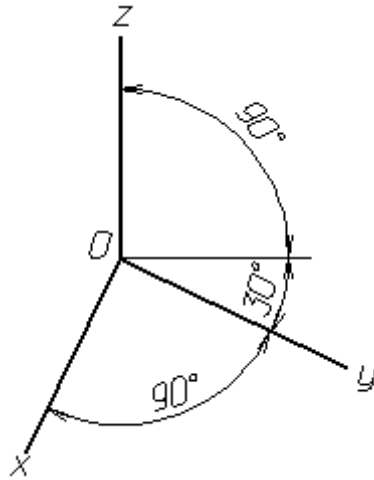


Рисунок 37 – Расположение аксонометрических осей горизонтальной изометрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружности, а окружности лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной и профильной плоскостям проекций— в эллипсы (рис. 38).

Большая ось эллипса **1** равна **1,37**, а малая ось — **0,37** диаметра окружности. Большая ось эллипса **3** равна **1,22**, а малая ось — **0,71** диаметра окружности.

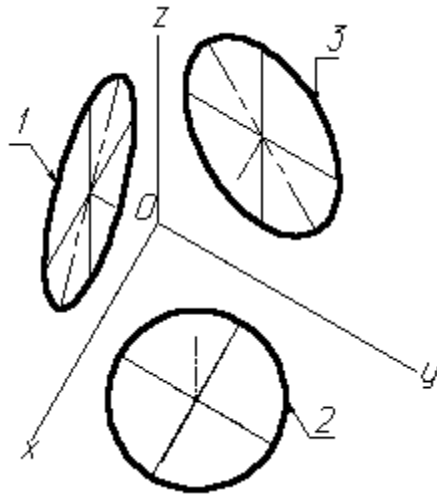


Рисунок 38 – Изображение окружности на горизонтальной изометрической проекции
 1-эллипс (большая ось расположена под углом 15° к оси z);
 2-окружность;
 3-эллипс (большая ось расположена под углом 30° к оси z)

Пример горизонтальной изометрической проекции приведен на рисунке 39.

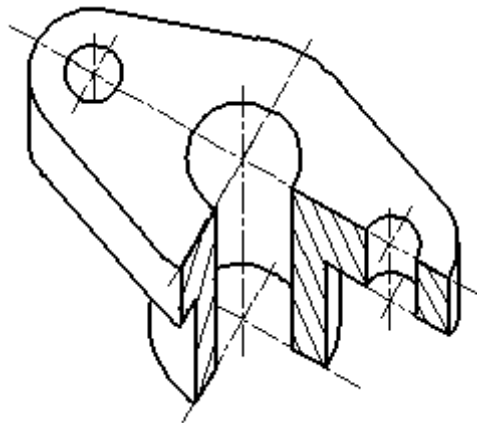


Рисунок 39 – Изображение детали на горизонтальной изометрической проекции

Фронтальная диметрическая проекция

Допускается применять фронтальные диметрические проекции с углом наклона оси y 30° и 60° . Коэффициент искажения по оси y равен $0,5$, а по осям x и z – 1 (рис. 40).

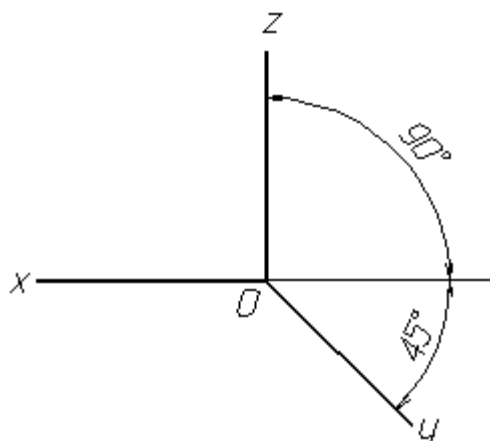


Рисунок 40 – Расположение аксонометрических осей фронтальной диметрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, – в эллипсы (рис. 41). Большая ось эллипсов 2 и 3 равна 1,07, а малая ось – 0,33 диаметра окружности.

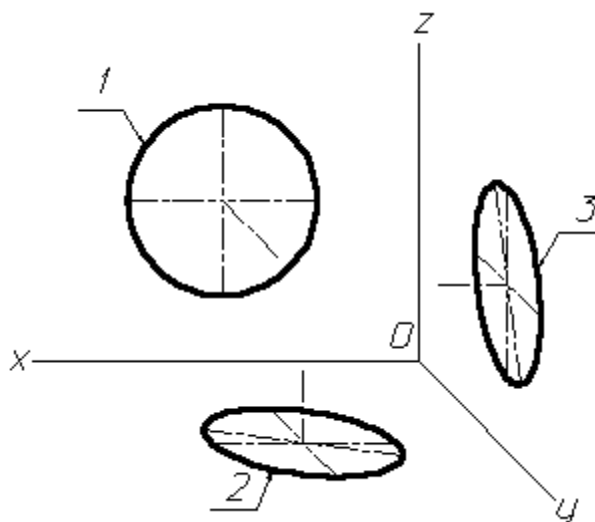


Рисунок 41 – Изображение окружности на фронтальной диметрической проекции

1 – окружность;

2 – эллипс (большая ось расположена под углом $7^{\circ}14'$ к оси x);

3 – эллипс (большая ось расположена под углом $7^{\circ}14'$ к оси z)

Пример фронтальной диметрической проекции детали приведен на рис. 42.

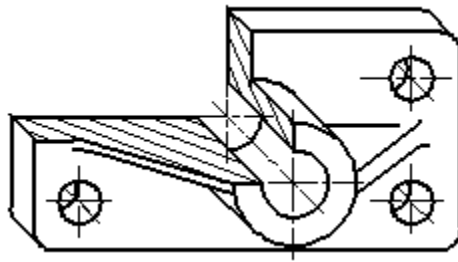


Рисунок 42 – Изображение детали на фронтальной диметрической проекции

Условности и нанесение размеров

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 43).

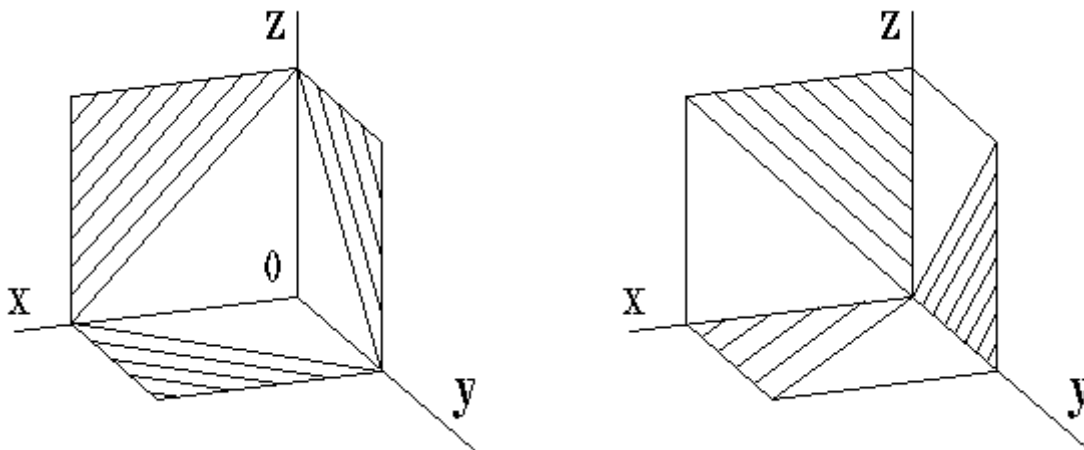


Рисунок 43 – Штриховка сечений в аксонометрических проекциях

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку (рис. 44).

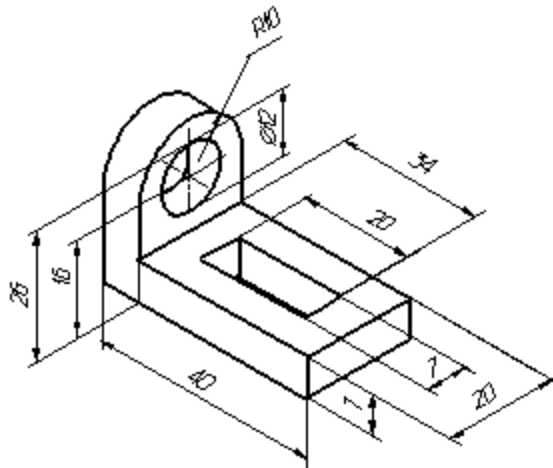


Рисунок 44 – Нанесение размеров на аксонометрических проекциях

2. Практическая часть

Домашнее задание № 2 (Лист 3) выполняется на чертежном листе формата А3 по индивидуальному номеру варианта, выданному преподавателем (для выполнения ДЗ № 2 (Лист 3) используют вариант детали из ДЗ № 2 (Лист 1) «Простой разрез», приложение 1). Пример Дз № 2 (Лист 3) представлен на рисунке 45.

Порядок выполнения Дз № 2 (Лист 3):

1. На листе формата А3 (горизонтальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104–68, форма 1.
2. Изучить конструкцию детали;
3. Вычертить прямоугольную изометрию детали с вырезом $\frac{1}{4}$ части детали;
4. Оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303–68 (линии) и ГОСТ 2.306–68.

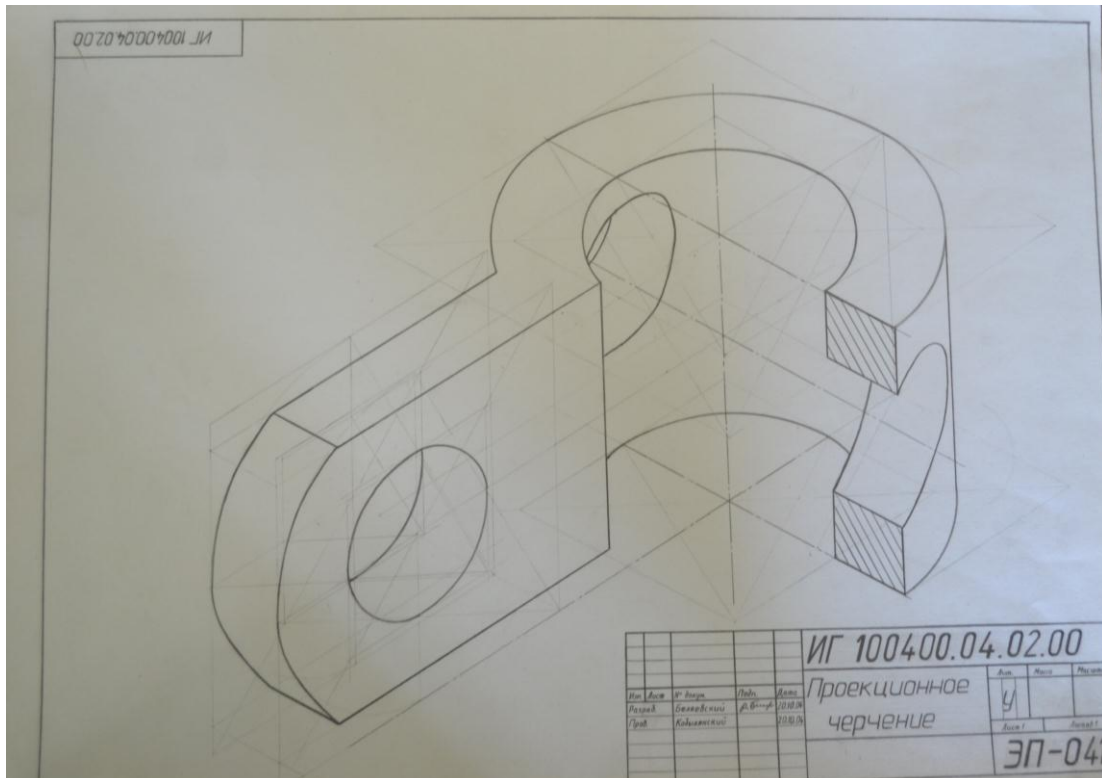


Рисунок 45 – Пример выполнения Дз № 2 (Лист 3)

Вопросы для самоконтроля и для защиты Дз № 2 (Лист 3)

1. Что такое аксонометрия?
2. Какие косоугольные аксонометрические проекции практически применяются при построении наглядных изображений?
3. Расскажите об аппарате аксонометрического проецирования косоугольных аксонометрических проекций.
4. Назвать коэффициенты искажения в косоугольных аксонометрических проекциях.
5. Как изображаются окружности по ГОСТ 2.317-69 во фронтальной косоугольной изометрической проекции.
6. Как изображаются окружности по ГОСТ 2.317-69 во фронтальной косоугольной диметрической проекции?
7. Как изображаются окружности по ГОСТ 2.317-69 в горизонтальной косоугольной изометрической проекции?
8. От чего зависят построения малых и больших полуосей эллипсов в аксонометрических косоугольных проекциях?

Практическое занятие № 5

Линия. Плоскость

Цель занятия:

- Ознакомление студентов с моделированием на эюре Монжа основополагающих геометрических образов: точки, прямой, плоскости.
- Умение задавать прямую и плоскость (моделировать) на чертеже, знать свойства прямых и плоскостей частного положения, особых линий плоскости.
- Решение графических задач по теме «Линия. Плоскость».

1. Теоретические положения

1.1. Линия

1.1.1. Прямые общего и частного положения.

В зависимости от расположения прямых в пространстве относительно плоскостей проекций, прямые подразделяют на прямые *общего* и *частного положения*.

Прямые общего положения – прямые не параллельные ни одной из плоскостей проекций.

Проекции прямой общего положения имеют след. свойства:

1. Проекция не параллельна ни одной из осей проекций;
2. Проекция всегда меньше натуральной величины прямой.

Различают два вида прямых общего положения – ***восходящие*** и ***нисходящие***.

Восходящая прямая – прямая, которая, удаляясь от наблюдателя, повышается над горизонтальной плоскостью проекций Π_1 (рис. 46). Проекция восходящей прямой направлены в одну сторону: слева направо или наоборот.

Нисходящая прямая – прямая, которая, удаляясь от наблюдателя, понижается над горизонтальной плоскостью проекций Π_1 (рис. 47). Проекция нисходящей прямой расходятся от оси x .

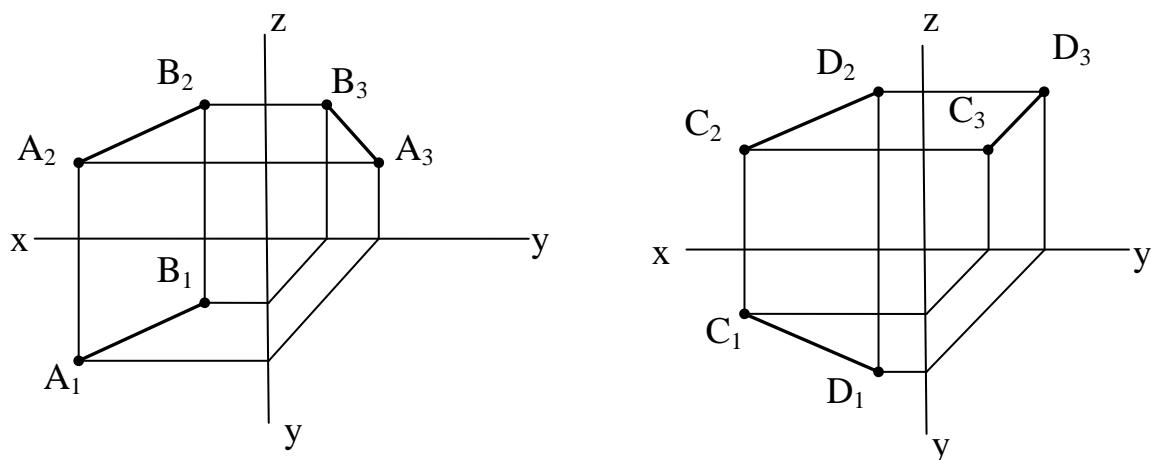


Рисунок 46 – Восходящая прямая Рисунок 47 – нисходящая прямая

Зная две проекции отрезка прямой, можно определить ее истинную (натуральную) длину и углы наклона к плоскостям проекций (метод прямоугольного треугольника).

Натуральная величина отрезка прямой на комплексном чертеже равна гипотенузе прямоугольного треугольника, первый катет которого равен одной из проекций отрезка, а второй катет равен разности расстояний от концов отрезка до той плоскости проекций, на которой взят первый катет (рис. 48).

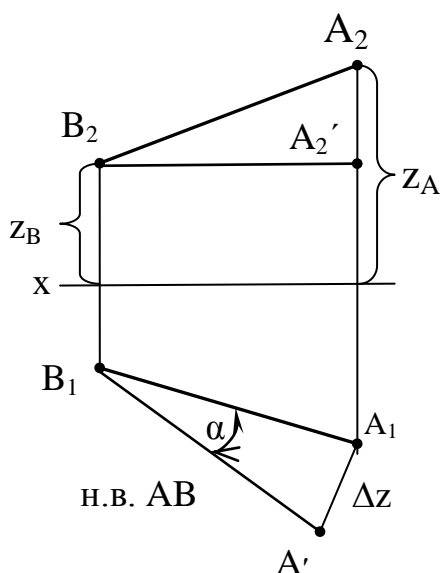


Рисунок 48 – определение натуральной величины отрезка АВ

Следовательно, построение на чертеже (рис. 48) натуральной величины отрезка АВ выглядит следующим образом. Принимая горизон-

тальную проекцию A_1B_1 за первый катет треугольника, проводим от точки A_1 или B_1 перпендикуляр к A_1B_1 (на рис. 48 перпендикуляр из точки A_1). Откладываем на нем от точки A_1 отрезок A_1A' , равный разности координат z_A и z_B точек A и B (Δz), и полученную точку A' соединяем с точкой B_1 прямой $A'B_1$. Гипотенуза $A'B_1$ построенного прямоугольного треугольника равна натуральной величине отрезка AB .

Натуральную величину отрезка прямой можно также определить способом прямоугольного треугольника, если в качестве первого катета взять фронтальную проекцию A_2B_2 . Тогда второй катет будет равен разности координат Δy концов A и B отрезка (рис. 49, а).

Аналогично определяется натуральная величина отрезка прямой с помощью его профильной проекции A_3B_3 . В этом случае второй катет прямоугольного треугольника равен разности координат Δx концов A и B отрезка (рис. 49. б).

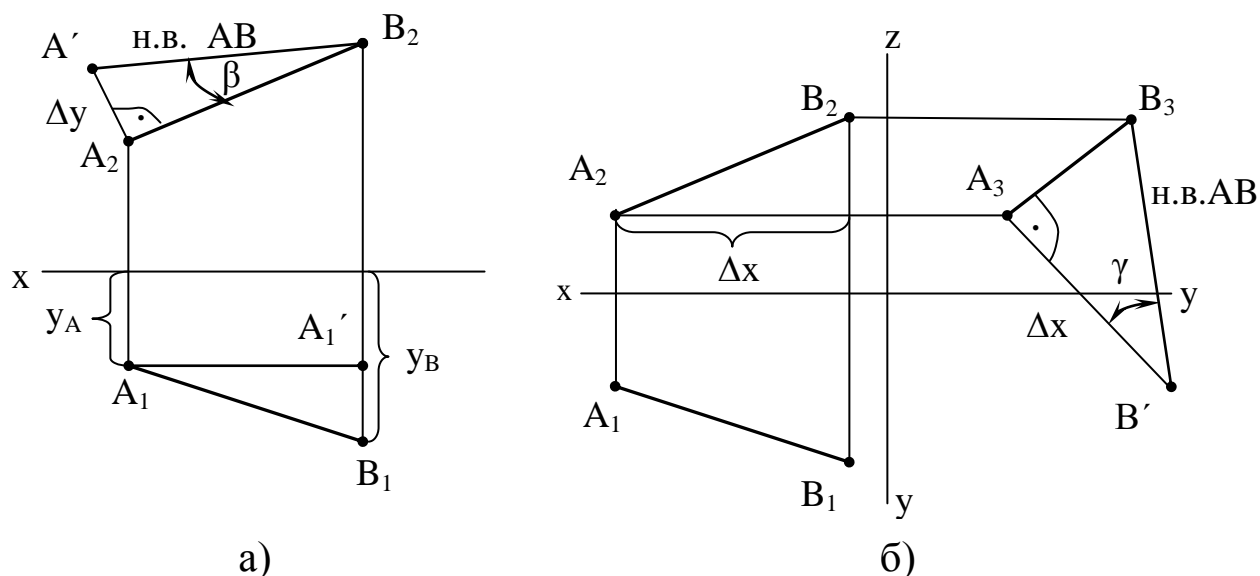


Рисунок 49 – Определение натуральной величины отрезка прямой AB

Разность координат между началом и концом отрезка (второй катет) берется по оси координат, перпендикулярной плоскости проекций, на которой взят первый катет (проекция отрезка): Δz для A_1B_1 ; Δy для A_2B_2 ; Δx для A_3B_3 .

Натуральная величина углов наклона отрезка прямой к плоскостям проекций также определяется способом прямоугольного треугольника (рис. 48 и 49 а, б). Углы α и β – натуральная величина углов

наклона отрезка АВ к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 , угол γ – угол наклона отрезка АВ к плоскости проекций Π_3 .

1.1.2. Следы прямой

Следом прямой называется точка пересечения прямой с плоскостью проекций.

В системе трех плоскостей проекций Π_1, Π_2, Π_3 прямая общего положения имеет три следа: горизонтальный, фронтальный и профильный.

На рисунке 50 изображена прямая общего положения CD. Она пересекается с плоскостью Π_1 в точке N, а с плоскостью Π_2 – в точке L. Точка N – горизонтальный след прямой CD, точка L – фронтальный след прямой CD.

Чтобы построить горизонтальный след прямой, необходимо продолжить ее фронтальную проекцию до пересечения с осью x в точке N_2 , которая будет фронтальной проекцией горизонтального следа. Затем из точки N_2 восстанавливаем перпендикуляр к оси x до пересечения его с горизонтальной проекцией C_1D_1 (или ее продолжением) в точке N_1 , которая является горизонтальной проекцией горизонтального следа, совпадающего с самим следом N прямой CD на плоскости Π_1 .

Чтобы построить фронтальный след прямой, необходимо продолжить ее горизонтальную проекцию до пересечения с осью x в точке L_1 , (горизонтальная проекция фронтального следа). Затем из точки L_1 восстанавливаем перпендикуляр к оси x до пересечения его с фронтальной проекцией C_2D_2 (или ее продолжением) в точке L_2 (фронтальной проекцией фронтального следа, совпадающего с самим следом L прямой CD на плоскости Π_2).

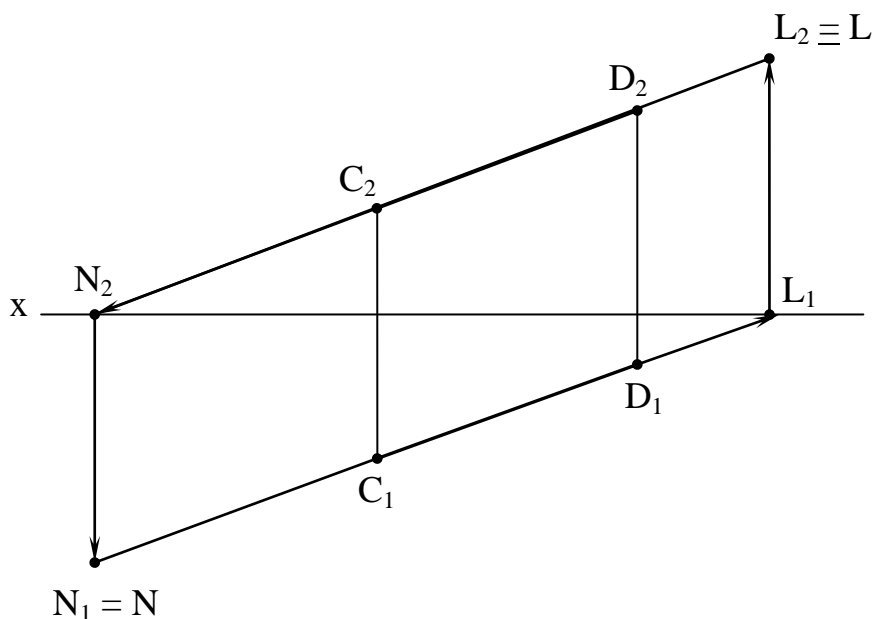


Рисунок 50 – Построение следов прямой CD

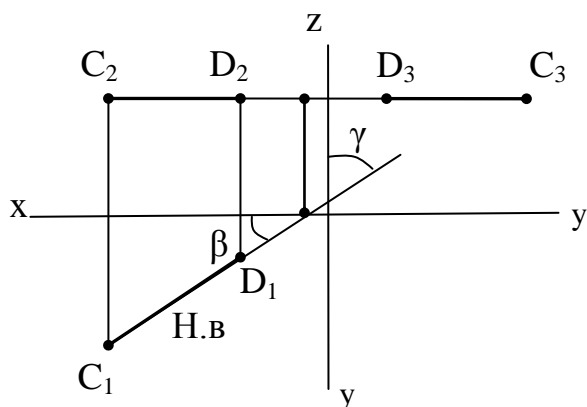
Построение профильного следа проводится аналогичным образом [1].

1.1.3. Прямые частного положения – прямые параллельные или перпендикулярные плоскостям проекций.

Различают прямые уровня и проецирующие прямые.

Прямые уровня – *прямые, параллельные одной из плоскостей проекций.*

Прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций Π_1 называется *горизонталью* (или *горизонтальной прямой*), (рис. 51).



Признак горизонтали:

$C_2D_2 //$ оси x

$C_3D_3 //$ оси y

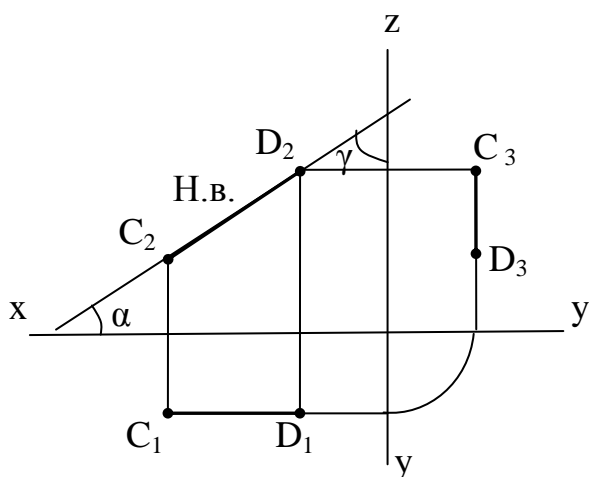
Свойство горизонтали

$C_1D_1 = / CD /$ – натуральная величина

Рисунок 51 – Горизонталь

Угол β – угол наклона горизонтали к фронтальной плоскости проекций Π_2 ; угол γ – угол наклона горизонтали к профильной плоскости проекций Π_3 ; угол $\beta + \text{угол } \gamma = 90^\circ$.

Прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций Π_1 называется **фронталью** (или **фронтальной прямой**) (рис. 52).



Признак фронтали:

$C_1D_1 // \text{оси } x$

$C_3D_3 // \text{оси } z$

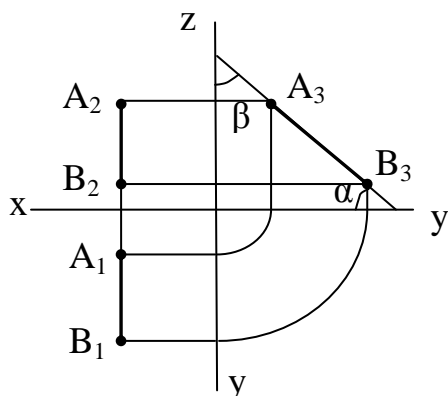
Свойство фронтали

$C_2D_2 = / CD /$ – натуральная величина

Рисунок 52 – Фронталь

Угол α – угол наклона фронтали к горизонтальной плоскости проекций Π_1 ; угол γ – угол наклона фронтали к профильной плоскости проекций Π_2 ; угол $\alpha + \text{угол } \gamma = 90^\circ$.

Прямая, параллельная профильной плоскости проекций Π_1 называется **профильной прямой** (рис. 53).



Признак профильной прямой

C_1D_1 и C_2D_2 перпендикулярны оси x ;

Свойство профильной прямой $C_3D_3 = / CD /$ – натуральная величина

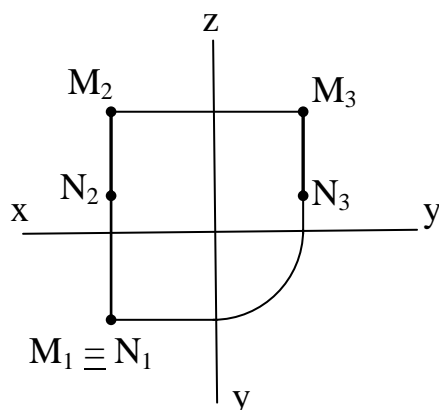
Рисунок 53 – Профильная прямая

Углы α и β – углы наклонной профильной прямой к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 . Угол $\alpha + \text{угол } \beta = 90^\circ$.

Прямые уровня имеют по два следа: у горизонтали отсутствует горизонтальный след, у фронтали – фронтальный, профильная прямая не имеет профильного следа.

Проецирующие прямые – *Прямые, перпендикулярные плоскостям проекций.*

Прямая, перпендикулярная горизонтальной плоскости, называется **горизонтально проецирующей** (рис. 54).

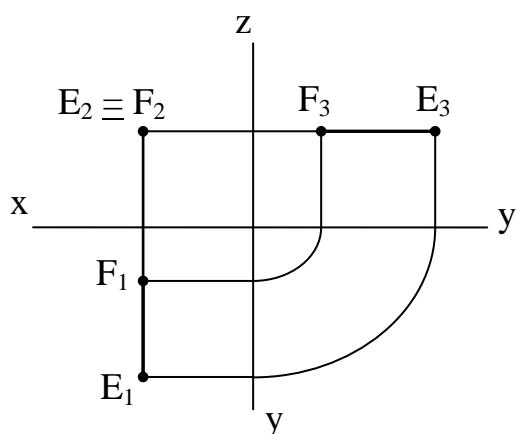


$$MN \perp \Pi_1$$

M_2N_2 и M_3N_3 соответствует натуральной величине прямой MN

Рисунок 54 – Горизонтально проецирующая прямая

Прямая, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций, называется **фронтально проецирующей** (рис. 55).

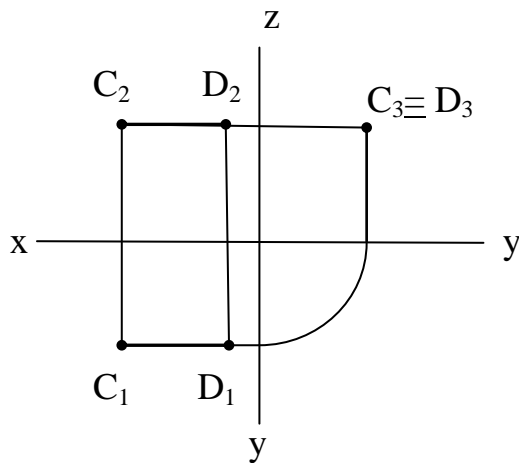


$$EF \perp \Pi_2$$

E_1F_1 и E_3F_3 – соответствуют натуральной величине прямой EF

Рисунок 55 – Фронтально проецирующая прямая

Прямая, перпендикулярная профильной плоскости проекций, называется **профильно проецирующей** (рис. 56).



$$CD \perp \Pi_3$$

C_2D_2 и C_1D_1 – соответствуют натуральной величине;

C_2D_2 и C_1D_1 перпендикулярны осям x и y .

Рисунок 56 – Профильно проецирующая прямая

1.2. Плоскость

На эюре Монжа без особого труда можно изобразить точку или прямую, но невозможно изобразить плоскость, так как «все» точки изображаемой плоскости перекроют точки плоскостей проекций. Плоскость на чертеже можно лишь задать, указав набор определяющих её элементов.

Из стереометрии известно, что плоскость определяется тремя точками, не лежащими на одной прямой. Объединяя попарно точки в прямые, можно перейти к другим наборам геометрических образов, задающим плоскости. Промоделировав эти образы, получим способы задания плоскости на эюре Монжа (рис. 57).

Чаще всего плоскость на эюре Монжа задают:

- моделями трёх точек, не лежащих на одной прямой (рис. 57, а);
- моделями точки и прямой (рис. 57, б);
- моделями точки и двойной прямой (рис. 57, в);
- моделями двух пересекающихся прямых (рис. 57, г);
- моделями двух параллельных прямых (рис. 57, д);
- моделями двух пересекающихся прямых принадлежащих плоскостям проекций – следами плоскостей (рис. 57, е);
- моделью треугольника (рис. 57, ж).

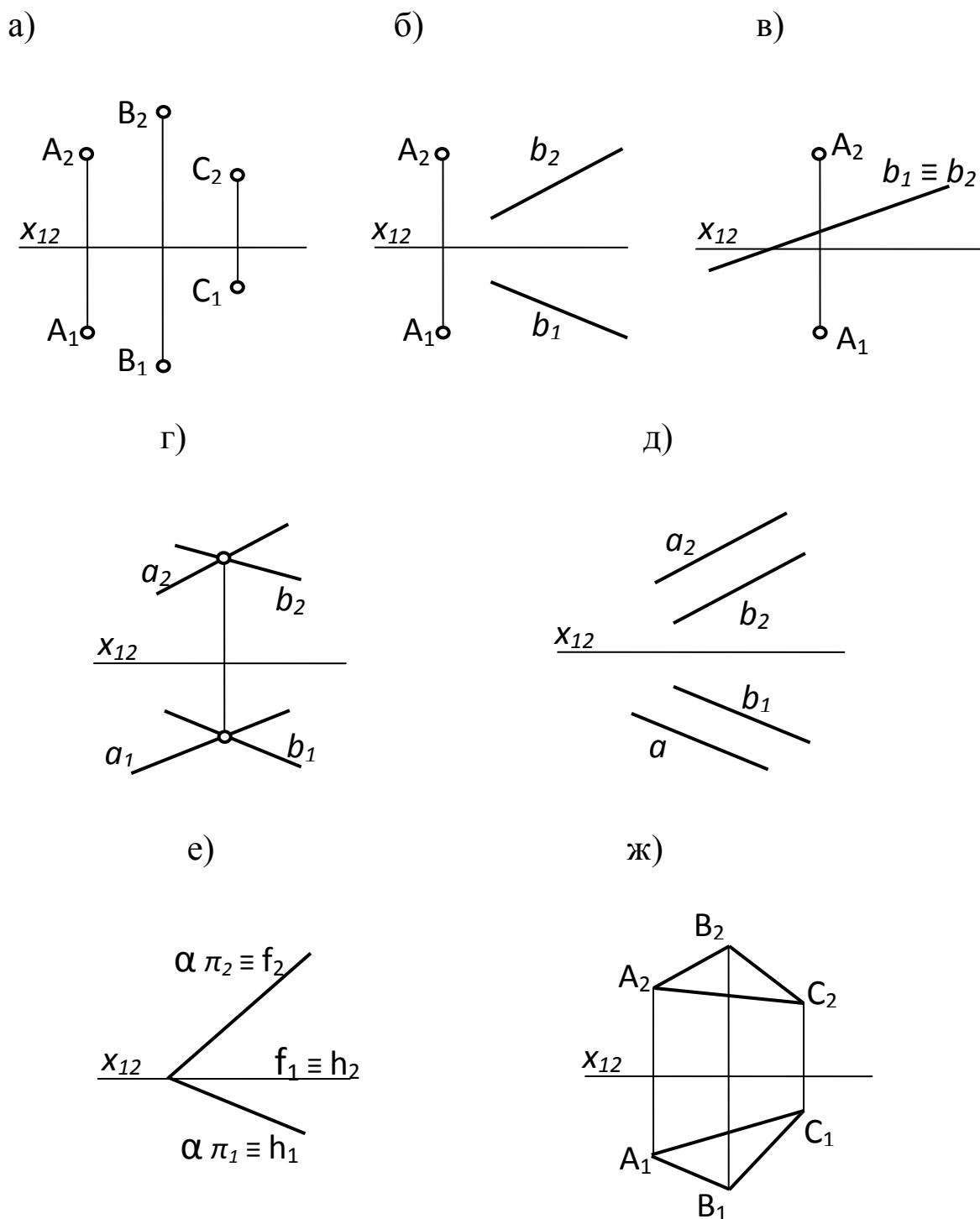


Рисунок 57 Способы задания плоскости на чертеже

Способы задания плоскости взаимосвязаны между собой, что позволяет легко перейти от одного способа к другому. Если плоскость задана, то по одной из проекций точки, принадлежащей плоскости, можно построить единственную соответствующую ей недостающую про-

екцию точки. Алгоритм построения недостающей проекции основан на условии принадлежности точек и прямых плоскости: *точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой принадлежащей этой плоскости; прямая принадлежит плоскости, если она проходит хотя бы через две точки, принадлежащие плоскости.*

1.2.1. Особые линии плоскости

Среди множества прямых, принадлежащих плоскости, выделяют некоторые, занимающие особое положение – особые прямые. Это: линии уровня плоскости, двойная прямая, следы плоскости. Линии уровня плоскости – это горизонтали и фронталы, принадлежащие плоскости (рис. 58).

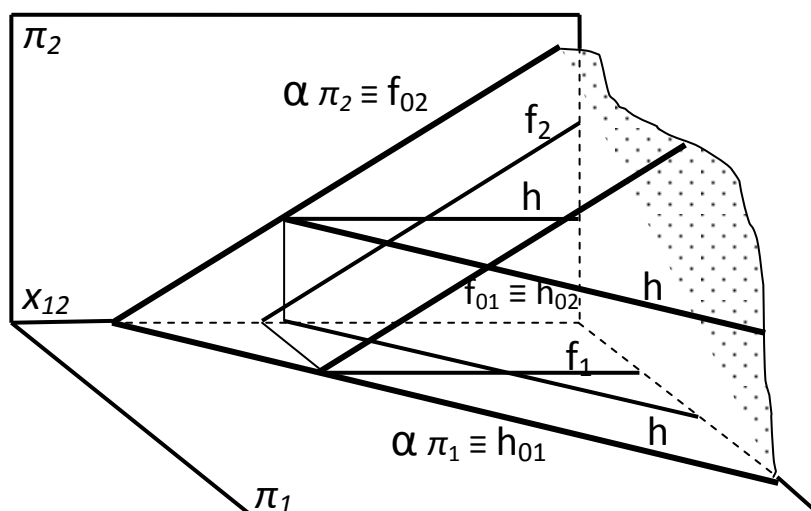


Рисунок 58 – Особые линии плоскости

Горизонталью плоскости называется прямая h , лежащая в плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций.

Отличительным признаком горизонтали на эпюре Монжа будет параллельность её фронтальной проекции оси проекций.

Свойством горизонтали является то, что горизонтальная проекция любого отрезка этой прямой равна его натуральной величине.

Фронталью плоскости называется прямая f , лежащая в плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций.

Отличительным признаком фронталы на эпюре Монжа будет параллельность её горизонтальной проекции оси проекций.

Свойством фронтали является то, что фронтальная проекция любого отрезка этой прямой равна его натуральной величине.

Построение горизонталей на чертеже обычно начинают с фронтальной проекции, а фронталей с – горизонтальной проекции (рис. 59). В приведённом примере фронталью является сторона треугольника AB .

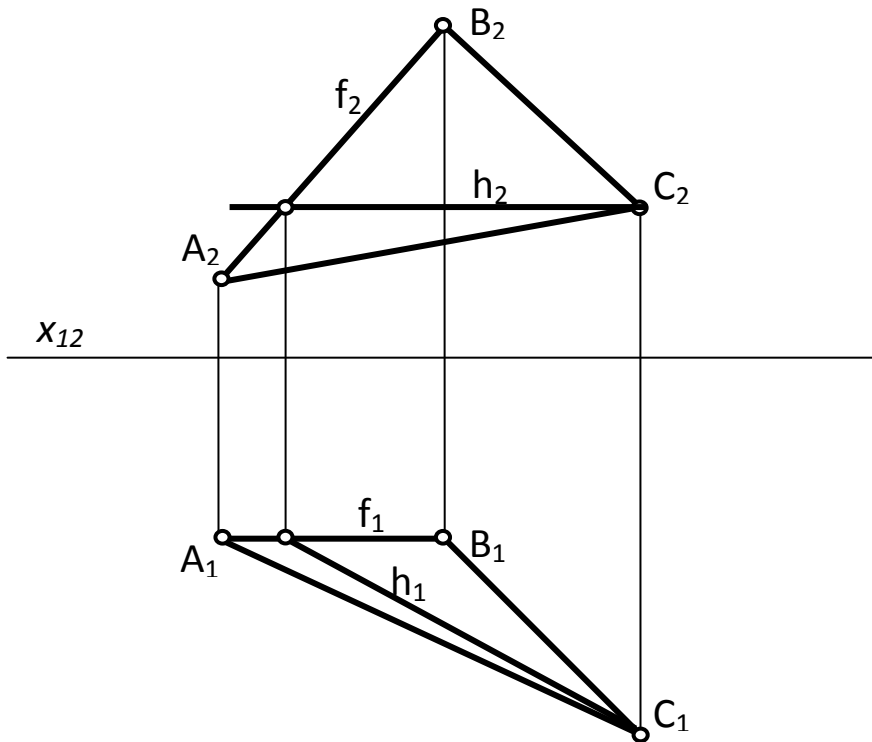


Рисунок 59 – Пример построения горизонтали и фронтали плоскости

1.2.2. Следы плоскости

Линии пересечения данной плоскости с плоскостями проекций называются **следами плоскости**. Для построения следа плоскости необходимо построить соответствующие следы для любых двух прямых плоскости. Нетрудно заметить, что горизонтальный след плоскости параллелен горизонталям плоскости – частный случай горизонтали, а фронтальный след плоскости параллелен фронталям плоскости – частный случай фронтали. Горизонтальный и фронтальный следы плоскости всегда пересекаются в одной точке X_α на оси проекций – *точке схода следов* (точке пересечения трёх плоскостей α , π_1 и π_2). Построение следов плоскости показано на рисунке 60.

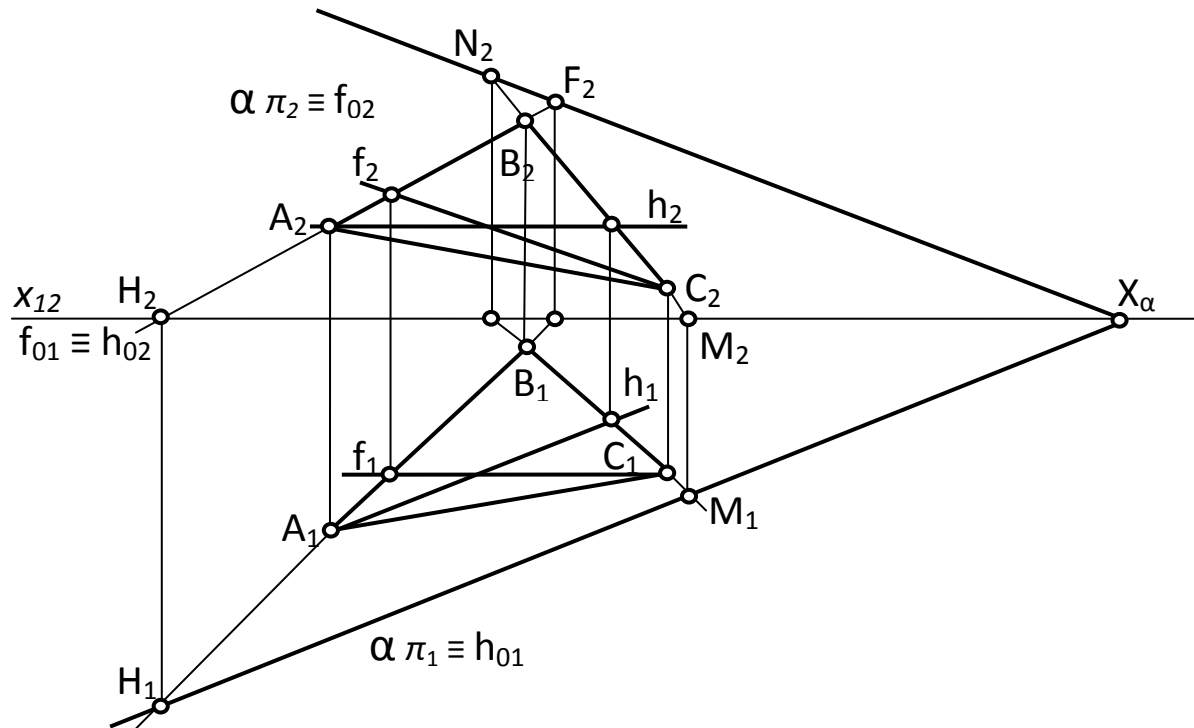


Рисунок 60 – Следы плоскости

В любой плоскости есть множество точек, имеющих совпавшие проекции, Такие точки лежат на одной прямой – линии пересечения данной плоскости с тождественной. Эту особую прямую называют **двойной прямой** плоскости. Для построения двойной прямой, достаточно построить двойные точки для любых двух прямых этой плоскости (рис. 61).

Заметим, что точка схода следов X_α является двойной точкой для горизонтального и фронтального следов плоскости, а это значит, что через эту точку всегда проходит двойная прямая плоскости $s_2 \equiv s_1$.

На рисунке 62 показано построение всех названных особых линий плоскости.

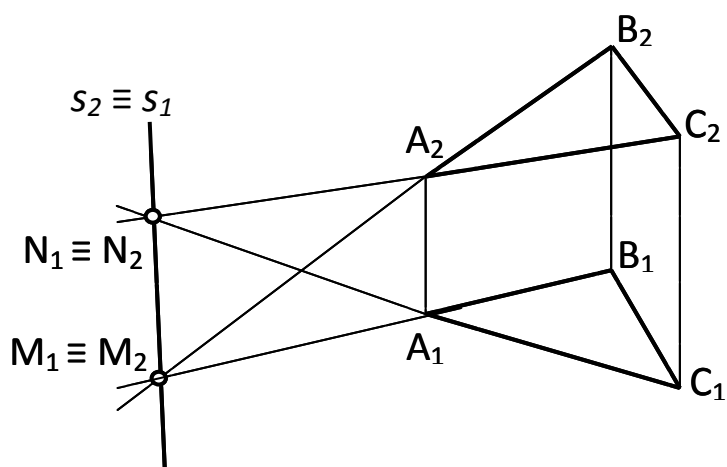


Рисунок 61 – Двойная прямая

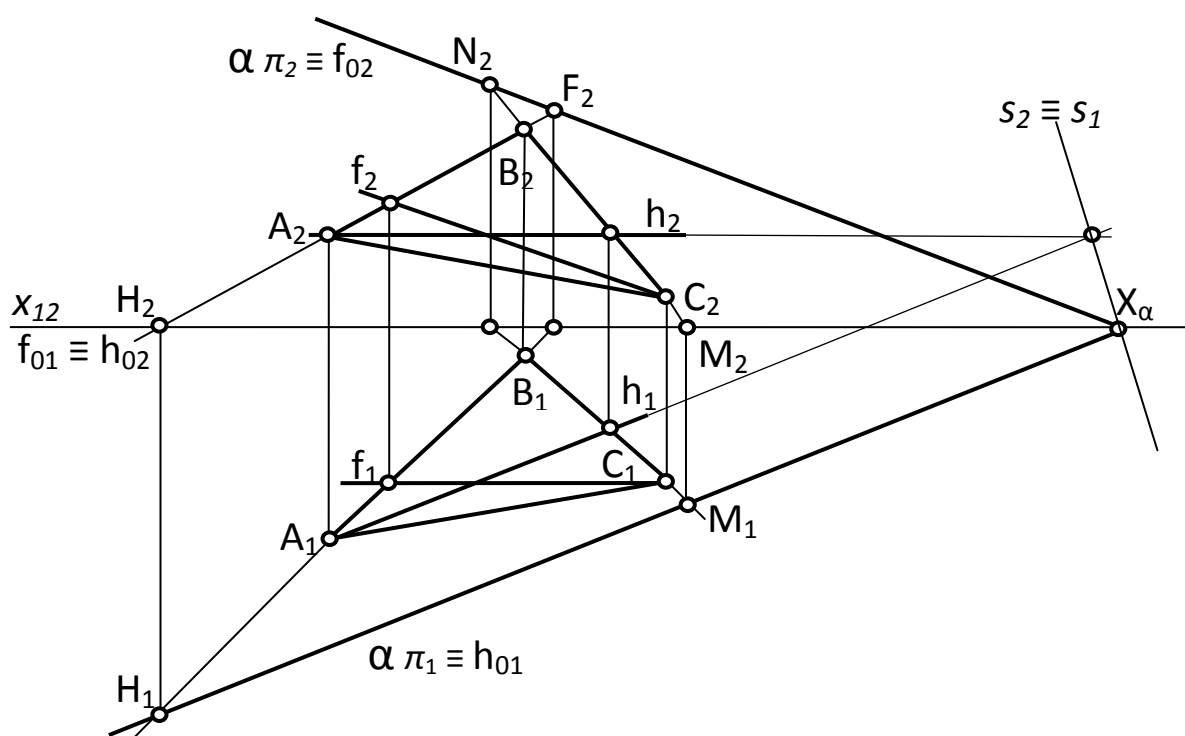


Рисунок 62 – Пример построения всех особых линий плоскости

2. Практическая часть

Для закрепления теоретического материала необходимо решить графические задачи, представление в рабочей тетради «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика. Часть I. Начерта-

тельная геометрия. Инженерная графика» для студентов направления подготовки специалистов 130400.65 «Горное дело», специализация 130412.65 «Техносферная безопасность и горноспасательное дело»:

- тема № 1 «Точка. Линия»;
- тема № 2 «Прямые частного положения. Взаимное положение прямых. Проекция прямого и плоских углов»;
- тема № 3 «Плоскость. Прямая и точка в плоскости. Плоскости общего положения»;
- тема № 4 «Плоскости частного положения. Особые линии плоскости».

3. Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой эпюр точки?
2. Сколько проекций определяет положение точки в пространстве?
3. От чего зависит положение проекций точки на эюре?
4. Чем определяется положение прямой в пространстве?
5. Что значит прямые общего положения (восходящие и нисходящие прямые)?
6. Как определить натуральную величину прямой и углы наклона к плоскостям проекций (метод прямоугольного треугольника)?
7. Следы прямой. Как построить следы прямой?
8. Какие прямые частного положения существуют? Их классификация и определения.
9. Какие существуют способы задания плоскости?
10. Назовите плоскости частного положения, укажите их признаки и свойства.
11. Какие особые линии выделяют в плоскости?
12. Как построить линии уровня в плоскости?
13. Что называют следом плоскости? Как его построить?
14. Что называют двойной прямой плоскости? Как ее построить?
15. Назовите условия принадлежности точки и прямой плоскости.

Практическое занятие № 6

Взаимное положение прямой и плоскости.

Взаимное положение двух плоскостей

Цель занятия:

- изучение студентами основных позиционных задач в начертательной геометрии;
- закрепление теоретического материала для решения 1-ой и 2-ой позиционных задач.

1. Теоретические положения

1.1. Взаимное положение двух плоскостей

- две плоскости параллельны;
- две плоскости пересекаются (первая позиционная задача).

Две плоскости параллельны, если две пересекающиеся прямые одной плоскости соответственно параллельны двум пересекающимся прямым, лежащим в другой плоскости (рис. 63, а). В качестве таких прямых могут служить, например, следы плоскости (рис. 63,б).

У параллельных плоскостей горизонтали одной плоскости параллельны горизонталям другой плоскости, фронталы также взаимно параллельны.

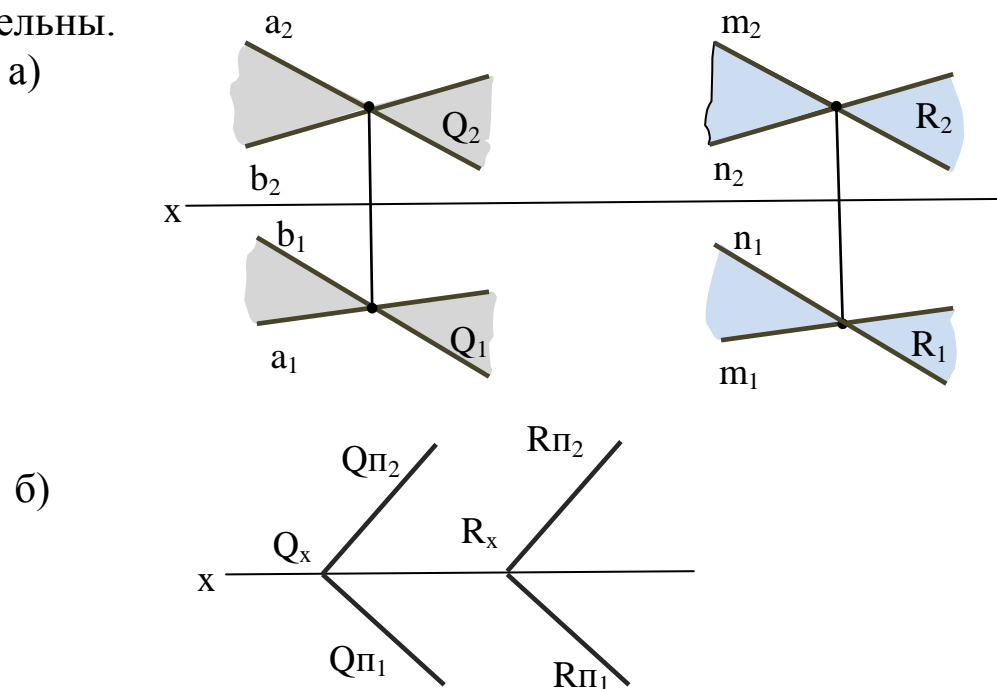


Рисунок 63 – Параллельные плоскости

1.1.1. Первая позиционная задача (Пересечение двух плоскостей)

Для построения линии пересечения двух плоскостей достаточно найти две их общие точки. На чертежах такого типа задачи решаются с помощью вспомогательных секущих плоскостей (проецирующих или плоскостей уровня).

Алгоритм решения задач на пересечение двух плоскостей:

1. Плоскости $R(\triangle ABC)$ и $Q(a \cap b)$ пересекаются двумя вспомогательными горизонтальными плоскостями уровня φ и ω (рис. 64).
2. Плоскость φ пересекает плоскости R и Q по двум горизонталям, в результате получаем точку пересечения 1 – общую точку для плоскостей R и Q .
3. Плоскость ω пересекает плоскости R и Q по двум горизонталям, в результате получаем точку пересечения 2 – вторую общую точку для плоскостей R и Q .
4. Соединяем на эюре проекции точек K и M , получаем линию пересечения плоскостей.

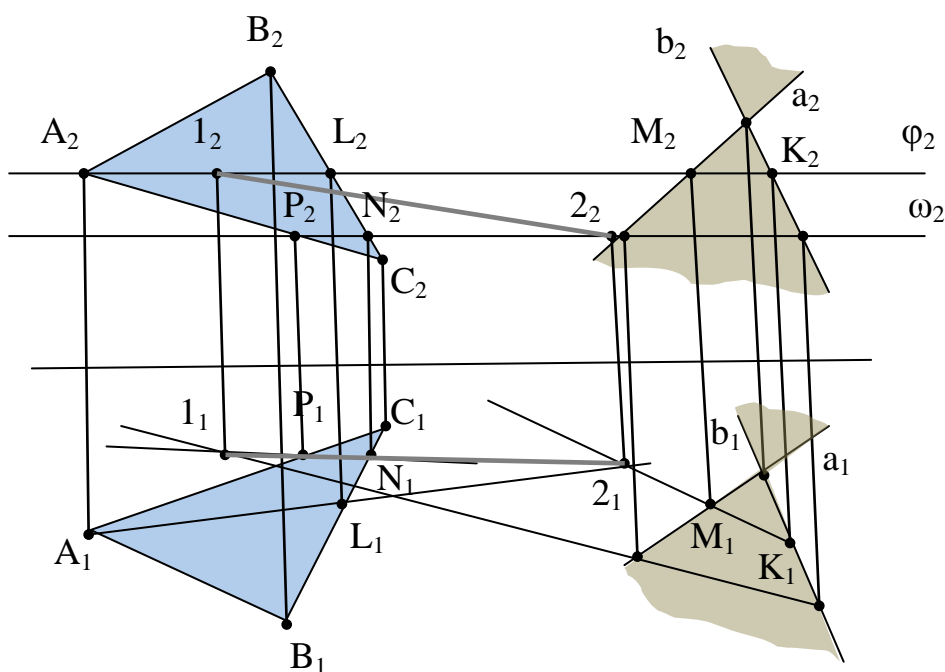


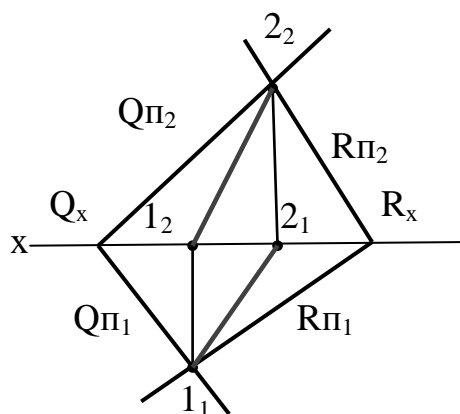
Рисунок 64 – Построение линии пересечения двух плоскостей

При задании пересекающихся плоскостей следами линию взаимного пересечения находят по точкам пересечения одноименных следов плоскостей. Для этого нужно (рис. 65 а, б):

1. Продлить на эюре следы плоскостей до их взаимного пересечения (1_1 и 2_2);
2. Найти на линии связи вторую проекцию точки, лежащую на оси (1_2 и 2_1);
3. Соединить попарно горизонтальные и фронтальные проекции точек.

Как видно из рисунка 65 (а, б), прямая пересечения двух плоскостей имеет следы (1 и 2), лежащие на следах пересекаемых плоскостей.

а)



б)

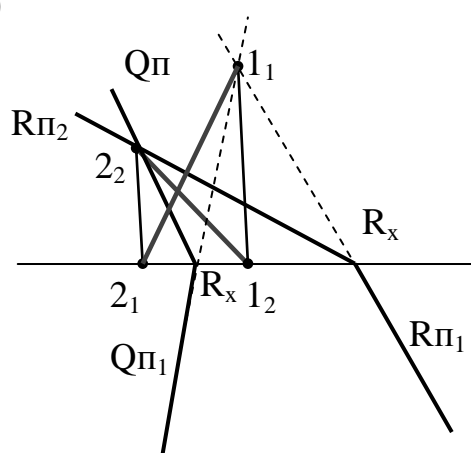


Рисунок 65 – Построение линии пересечения двух плоскостей

1.1.2. Пресечение двух плоскостей. Частный случай

Две плоскости пересекаются по прямой линии. Для построения линии их пересечения необходимо найти две точки, принадлежащие этой линии. Задача упрощается, если одна из пересекающихся плоскостей занимает частное положение. В этом случае ее вырожденная проекция включает в себя проекцию линии пересечения плоскостей.

На рисунке 66 приведен комплексный чертеж двух пересекающихся плоскостей \mathcal{L} и \mathcal{O} , причем плоскость Σ частного положения — фронтально проецирующая. Она пересекает линии AB и AC плоскости \mathcal{O} , данной треугольниками ABC — плоскости общего положения. Точки пересечения 1 и 2 и определяют линию пересечения плоскостей. Соединив их, получаем искомую линию: $a(1, 2) = \Sigma \cap \mathcal{O}$.

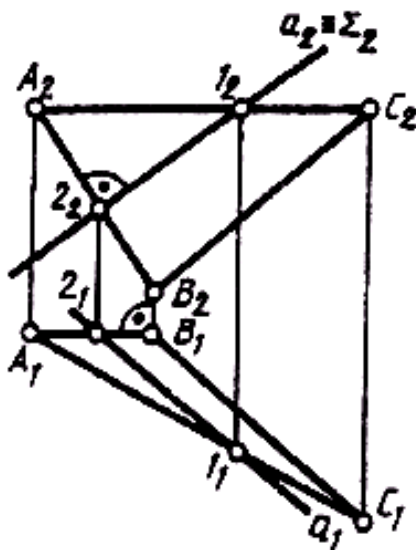


Рисунок 66 – Пересечение двух плоскостей (частный случай)

1.2. Взаимное положение прямой и плоскости

- прямая принадлежит плоскости (см. прак. занятие № 5);
- прямая параллельна плоскости;
- прямая пересекает плоскость (вторая позиционная задача).

Прямая параллельна плоскости, если она параллельна какой-либо прямой лежащей в этой плоскости (рис. 67).

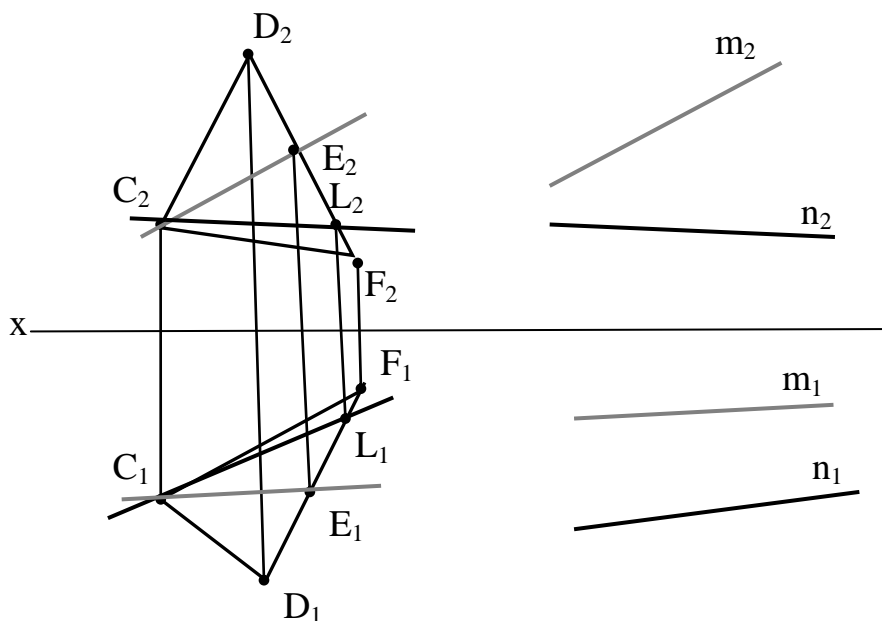


Рисунок 67 – Прямая параллельна плоскости

1.2.1. Вторая позиционная задача (Пересечение прямой с плоскостью)

Алгоритм решения задач:

1. Через прямую проводится вспомогательная проецирующая плоскость. На рисунке 68 (а) через фронтальную проекцию прямой (b_2) проведена фронтальная проекция фронтально проецирующей плоскости Q .
2. Находятся проекции линии (D_2E_2 и D_1E_1) взаимного пересечения заданной плоскости ABC и вспомогательной Q .
3. Точка пересечения (встречи) прямой с плоскостью лежит на пересечении заданной прямой b и линии пересечения DE плоскостей Q и ABC . На горизонтальной проекции находим горизонтальную проекцию (K_1) искомой точки K . Затем от проекции K_1 проводим линию связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой b_2 и получаем фронтальную проекцию K_2 точки пересечения K прямой b с плоскостью ABC .

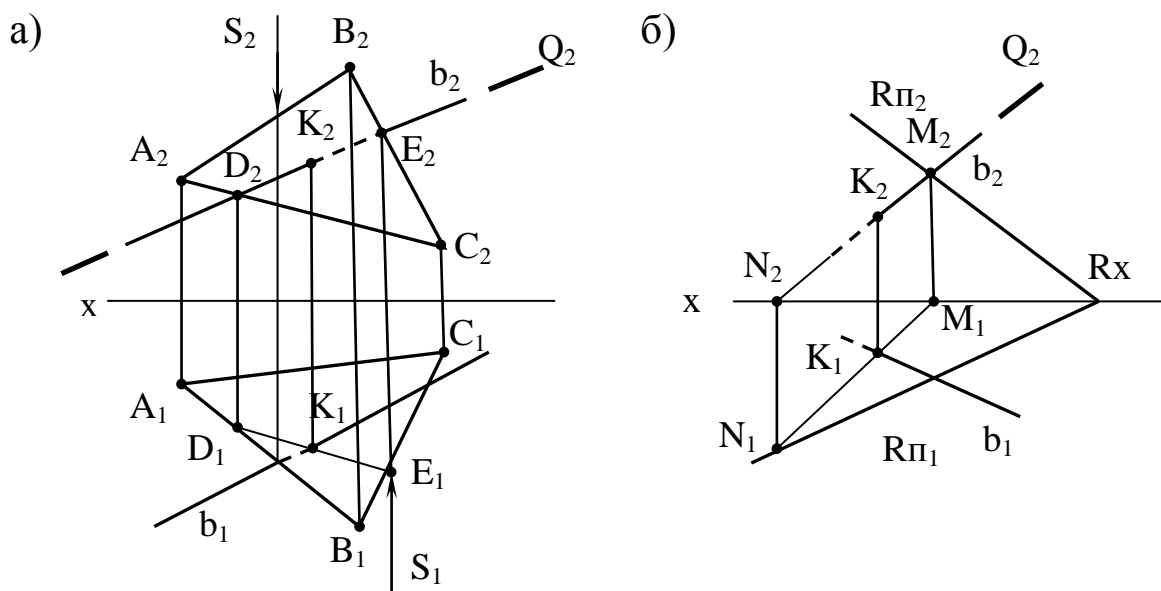


Рисунок 68 – Пересечение прямой с плоскостью

При необходимости по правилу конкурирующих точек определяют видимость элементов на обеих проекциях. Для этого проводят проецирующие лучи S_1 и S_2 . Затем по направлению стрелки оценивается взаимное положение в пространстве прямых AB и b . Так как при взгляде сверху линия A_2B_2 располагается выше, чем линия b_2 , то и на горизонтальной проекции до точки K_1 линия b_2 невидима. Аналогично, анализируя расположение прямых в пространстве BC и b , устанавливается невидимая часть линии b на фронтальной проекции после точки K .

При задании плоскости следами алгоритм решения задач на построение точки пересечения прямой с плоскостью не изменяется (рис. 68, б).

В случае, если один из двух пересекающихся геометрических элементов занимает частное положение, тогда вспомогательные плоскости при решении задач не используются, т. к. на одной из проекций точка пересечения (линия пересечения) уже будет задана.

1.2.1. Пересечение прямой и плоскости (частный случай)

В случае пересечения прямой и плоскости, занимающей частное положение, прямую заключать в проецирующую плоскость не нужно, так как на одной из плоскостей проекций точка пересечения уже задана.

На рисунке 69 (а) представлены пересекающиеся фронтально проецирующая плоскость L и прямая m . На плоскость Π_2 фронтально проецирующая плоскость проецируется в прямую линию, значит K_2 – фронтальная проекция точки пересечения K плоскости L и прямой m . Остается по линии связи найти горизонтальную проекцию K_1 и определить по методу конкурирующих точек видимость прямой на горизонтальной плоскости проекций Π_1 .

На рисунке 69 (б) изображены пересекающиеся горизонтально проецирующая плоскость ΔKML и прямая c . Решение задачи сводится к аналогичному способу, указанному в предыдущей задаче. Горизонтально проецирующая плоскость на плоскость Π_1 проецируется в прямую линию, следовательно, горизонтальная проекция S_1 точки пересечения S прямой c и плоскости уже задана. Остается найти фронтальную проекцию точки пересечения S_2 и определить видимость прямой.

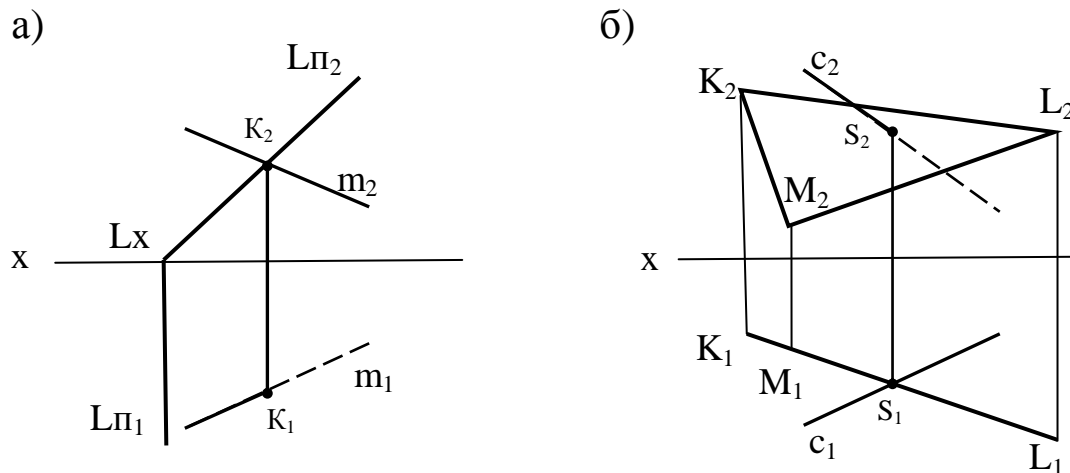


Рисунок 69 – Пересечение прямой и плоскости (частный случай)

2. Практическая часть

Для закрепления теоретического материала необходимо решить графические задачи, представленные в рабочей тетради «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика. Часть I. Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов направления подготовки специалистов 130400.65 «Горное дело», специализация 130412.65 «Техносферная безопасность и горноспасательное дело»: темы № 5 «Взаимное положение двух плоскостей. Первая позиционная задача», № 6 «Взаимное положение прямой и плоскости. Вторая позиционная задача».

Вопросы для самоконтроля

1. В каком случае плоскости называют параллельными?
2. Как расположены горизонтали, фронталы и профильные прямые плоскостей, в случае, когда плоскости параллельны?
3. Что значит термин *позиционные задачи*?
4. Что необходимо и достаточно найти для построения линии пересечения двух плоскостей?
5. Расскажите алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей. Общий случай.

6. Частные случаи построения линии пересечения двух плоскостей.
7. Дайте определение параллельности прямой и плоскости.
8. Расскажите алгоритм построения пересечения прямой с плоскостью. Общий случай.
9. Частные случаи построения пересечения прямой с плоскостью.
10. В чем заключается метод конкурирующих точек, как определить видимость на чертеже при пересечении прямой с плоскостью?

Практическое занятие № 7

Перпендикулярность прямой и плоскости, двух плоскостей. Поверхности и многогранники

Цель занятия:

- Изучение теоретических положений перпендикулярности прямой и плоскости;
- изучение студентами основных теоретических положений по теме «Поверхность»:

 1. Поверхности вращения;
 2. Построение точек и линий на поверхности.

- закрепление теоретического материала для решения задач по теме «Поверхность»;
- получение задания для ДЗ № 3 «Пересечение поверхности плоскостью»

1. Теоретические положения

1.1. Перпендикулярность прямой и плоскости

Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым этой плоскости (рис. 70 а, б).

В качестве пересекающихся прямых плоскости при решении графических задач в начертательной геометрии используют главные (или особые) линии плоскости – горизонтали, фронталы и профильные прямые плоскости. При этом построение перпендикуляров на эюре производят к проекциям главных линий, соответствующих натуральной величине (на основании теоремы о проецировании прямого угла) (рис. 70, а).

Если плоскость задана следами, в таком случае следы плоскости и будут образовывать пересекающиеся прямые данной плоскости, т. к. они являются главными линиями нулевого уровня (рис. 70, б).

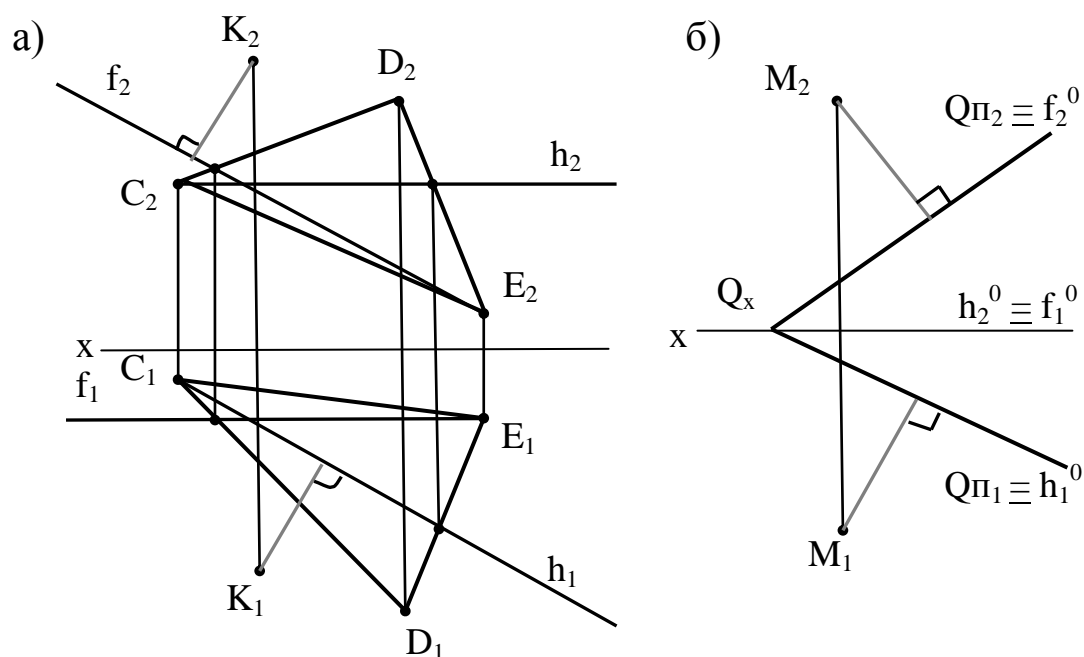


Рисунок 70 – Перпендикулярность прямой и плоскости

1.2. Перпендикулярность двух плоскостей

Две плоскости перпендикулярны, если одна плоскость содержит прямую, перпендикулярную другой плоскости (рис. 71).

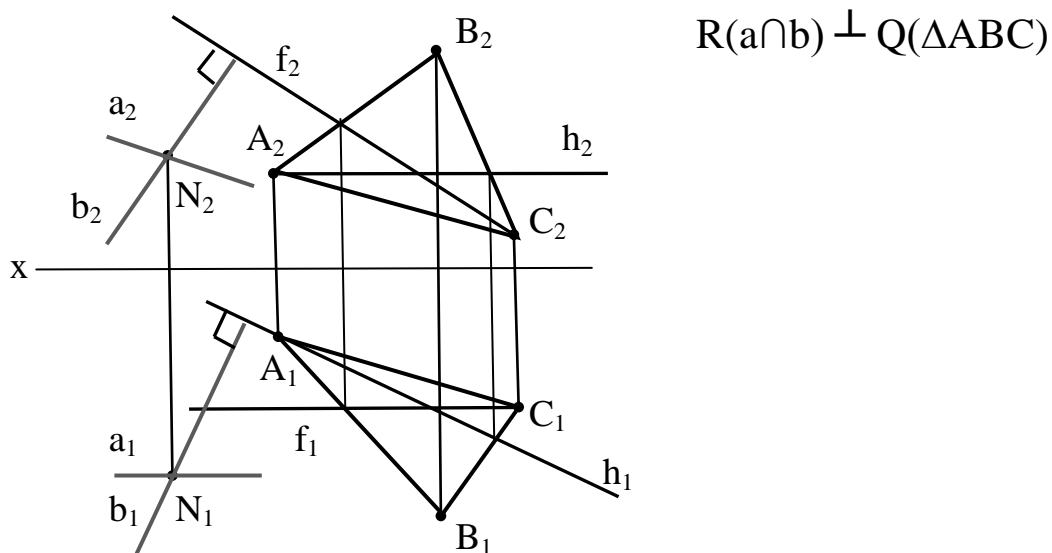


Рисунок 71 – Перпендикулярность двух плоскостей

1.3. Поверхности и многогранники

В зависимости от формы образующей и закона ее перемещения в пространстве поверхности можно разделить на отдельные группы.

Линейчатые поверхности – поверхности, которые могут быть образованы с помощью прямой линии.

Нелинейчатые поверхности – поверхности, которые могут быть образованы только с помощью кривой линии.

Развертывающиеся поверхности – поверхности, которые после разреза их по образующей могут быть совмещены с плоскостью без наличия разрывов и складок.

Неразвертывающиеся поверхности – поверхности, которые не могут быть совмещены с плоскостью без наличия разрывов и складок.

Поверхности с постоянной образующей – поверхности, образующая которых не изменяет своей формы в процессе образования поверхности.

Поверхности с переменной образующей – поверхности, образующая которых изменяется в процессе образования поверхности.

Рассмотрим построение точек и линий на поверхности на примере поверхностей вращения.

К поверхностям вращения относятся поверхности, образующиеся вращением линии l вокруг прямой i , представляющей собой ось вращения. Они могут быть линейчатыми, например конус или цилиндр вращения, и нелинейчатыми или криволинейными, например сфера. Определитель поверхности вращения включает образующую l и ось i .

Каждая точка образующей при вращении описывает окружность, плоскость которой перпендикулярна оси вращения. Такие окружности поверхности вращения называются параллелями. Наибольшую из параллелей называют **экватором**. Экватор определяет горизонтальный очерк поверхности, если $i \perp \Pi_1$. В этом случае параллелями являются горизонтали h этой поверхности.

Кривые поверхности вращения, образующиеся в результате пересечения поверхности плоскостями, проходящими через ось вращения, называются **меридианами**. Все меридианы одной поверхности конгруэнтны. Фронтальный меридиан называют главным меридианом; он определяет фронтальный очерк поверхности вращения. Профильный меридиан определяет профильный очерк поверхности вращения.

Поверхности вращения нашли самое широкое применение в технике. Они ограничивают поверхности большинства машиностроительных деталей.

Коническая поверхность вращения образуется вращением прямой l вокруг пересекающейся с ней прямой — оси i (рис. 72, а).

Цилиндрическая поверхность вращения образуется вращением прямой l вокруг параллельной ей оси i (рис. 72, б). Эту поверхность называют еще цилиндром или прямым круговым цилиндром.

Сфера, образуется вращением окружности вокруг ее диаметра (рис. 72, в). Точка A на поверхности сферы принадлежит главному меридиану f , точка B — экватору h , а точка M построена на вспомогательной параллели h' .

Тор образуется вращением окружности или ее дуги вокруг оси, лежащей в плоскости окружности. Если ось расположена в пределах образующейся окружности, то такой тор называется закрытым (рис. 73, а). Если ось вращения находится вне окружности, то такой тор называется открытым (рис. 73, б). Открытый тор называется еще кольцом.

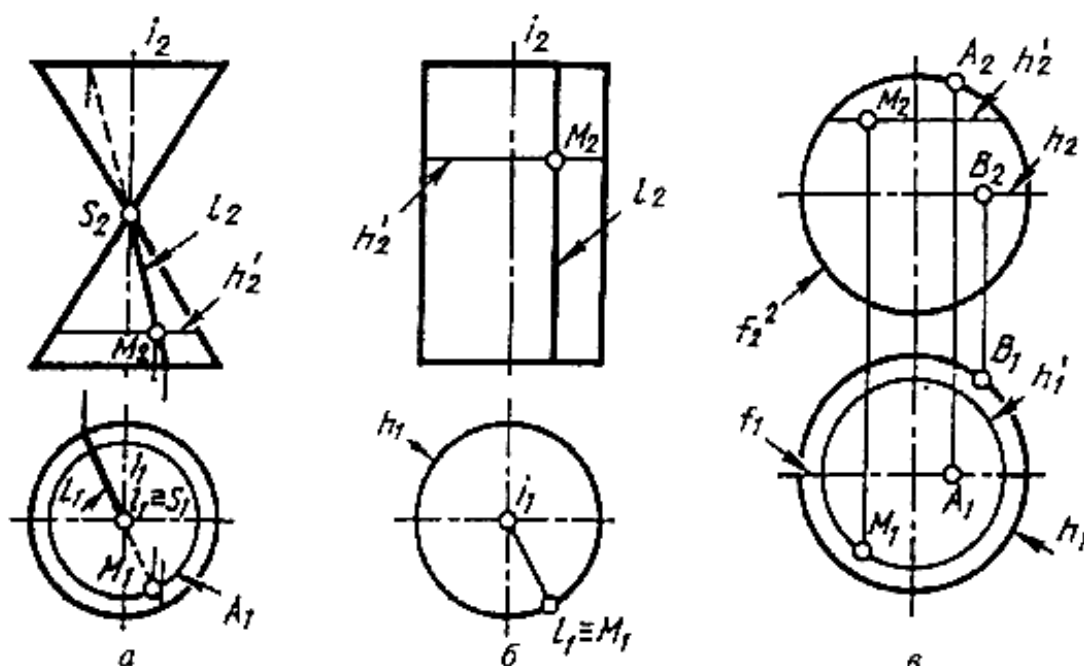


Рисунок 72 – Коническая поверхность вращения

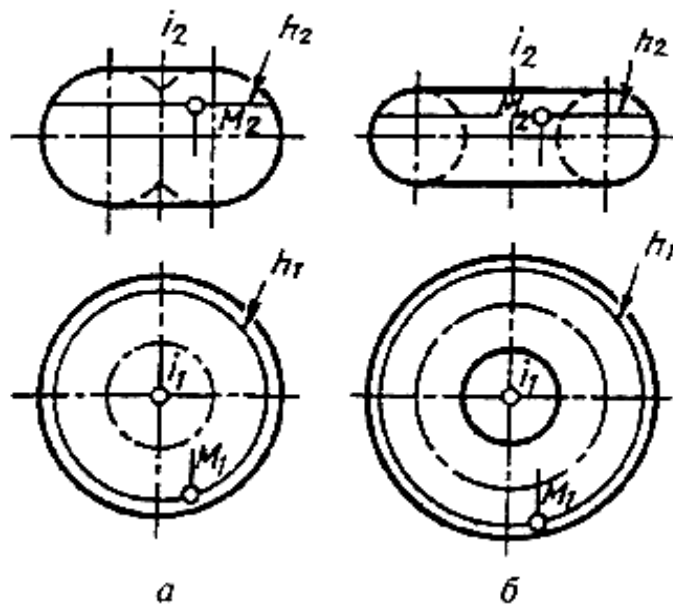


Рисунок 73 – Тор образуется вращением окружности или ее дуги вокруг оси

Поверхности вращения могут быть образованы и другими кривыми второго порядка. Эллипсоид вращения (рис. 74, а) образуется вращением эллипса вокруг одной из его осей; параболоид вращения (рис. 74, б) — вращением параболы вокруг ее оси; гиперболоид вращения однополостный (рис. 74, в) образуется вращением гиперболы вокруг мнимой оси, а двуполостный (рис. 74, г) — вращением гиперболы вокруг действительной оси.

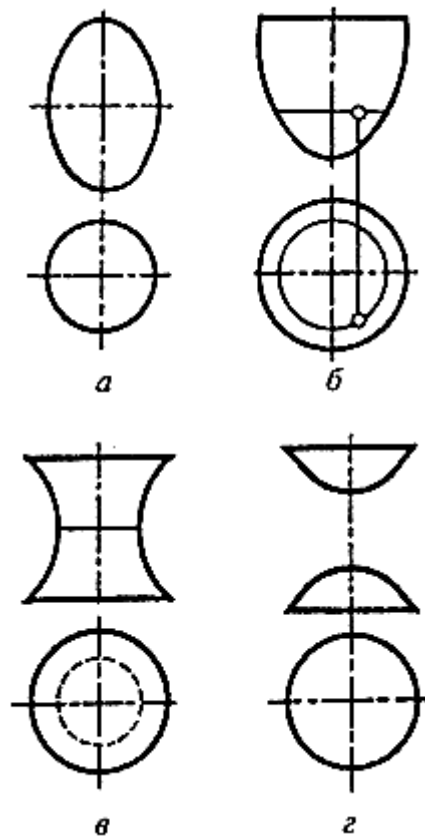


Рисунок 74 – Поверхности вращения, образованные кривыми второго порядка

В общем случае поверхности изображаются не ограниченными в направлении распространения образующих линий. Для решения конкретных задач и получения геометрических фигур ограничиваются плоскостями обреза. Например, чтобы получить круговой цилиндр, необходимо ограничить участок цилиндрической поверхности плоскостями обреза (см. рис. 72, б). В результате получим его верхнее и нижнее основания. Если плоскости обреза перпендикулярны оси вращения, цилиндр будет прямым, если нет — цилиндр будет наклонным.

Чтобы получить круговой конус (см. рис. 72, а), необходимо выполнить обрез по вершине и за пределами ее. Если плоскость обреза основания цилиндра будет перпендикулярна оси вращения — конус будет прямой, если нет — наклонный. Если обе плоскости обреза не проходят через вершину — конус получим усеченным.

С помощью плоскости обреза можно получить призму и пирамиду. Например, шестигранная пирамида будет прямой, если все ее ребра имеют одинаковый наклон к плоскости обреза. В других случаях она

будет наклонной. Если она выполнена с помощью плоскостей обреза и ни одна из них не проходит через вершину — пирамида усеченная.

Призму можно получить, ограничив участок призматической поверхности двумя плоскостями обреза. Если плоскость обреза перпендикулярна ребрам, например восьмигранной призмы, она прямая, если не перпендикулярна — наклонная.

Выбирая соответствующее положение плоскостей обреза, можно получать различные формы геометрических фигур в зависимости от условий решаемой задачи.

1.4. Принадлежность прямой и точки поверхности

В общем случае линия может принадлежать поверхности или не принадлежать. ***Линия принадлежит поверхности, если все ее точки принадлежат этой поверхности*** (см. рис. 75, линия l). Исключение составляет случай, когда линия представлена прямой, а поверхность — плоскостью. В этом случае для принадлежности прямой плоскости достаточно, чтобы хотя бы две точки ее принадлежали этой поверхности.

Задачи на построение линий, принадлежащих поверхности, являются составной частью задач на построение линий пересечения поверхностей плоскостью и пересечения двух поверхностей.

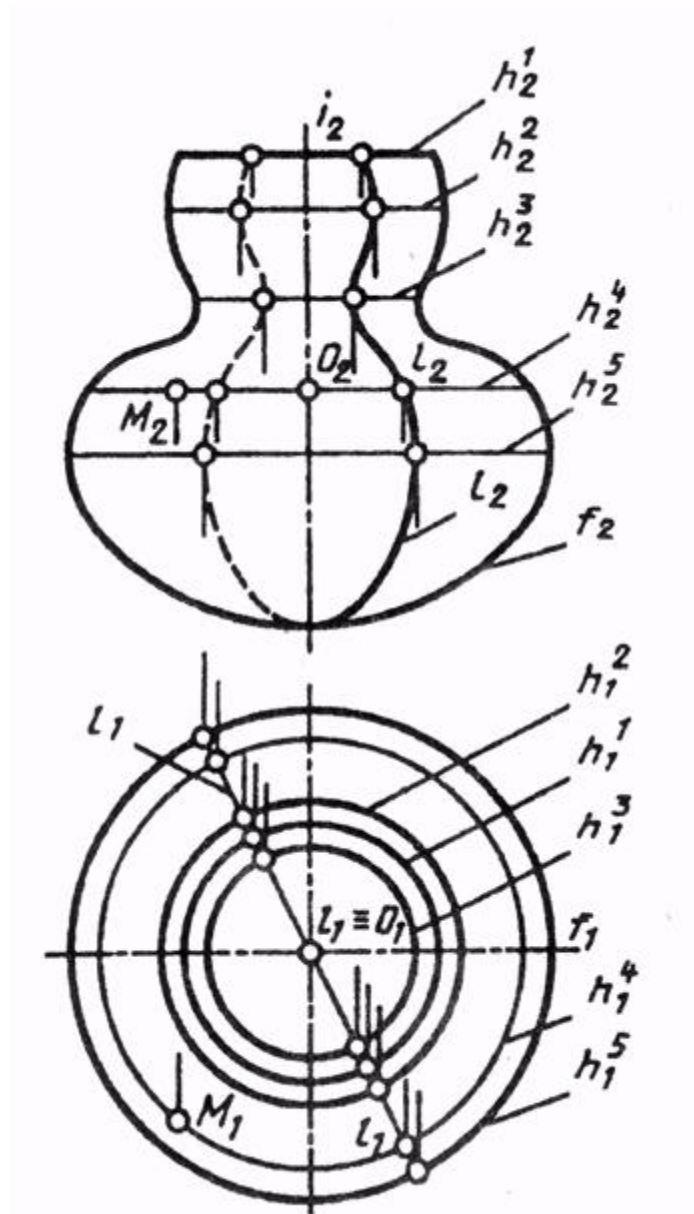


Рисунок 75 – точки и линия l на поверхности вращения

Точка может принадлежать поверхности и не принадлежать. **Точка принадлежит поверхности, если она лежит на линии, расположенной на этой поверхности**

Задача на определение принадлежности точки поверхности решается следующим способом. Если заданы проекции элементов поверхности и точки, необходимо на одной из плоскостей проекций через заданную точку провести линию, принадлежащую поверхности, и построить проекцию этой линии на одной плоскости проекций. Если вто-

рая проекция пройдет через вторую проекцию точки — точка принадлежит поверхности, если не пройдет — не принадлежит.

Строить точку на криволинейных поверхностях вращения удобнее всего с помощью параллелей поверхности. На рис. 75 точка M построена на параллели h^4 .

Эту задачу можно рассмотреть на примере рис. 72 (а). На комплексном чертеже задана коническая поверхность очерковыми линиями. Задана также точка M горизонтальной и фронтальной проекциями. Через горизонтальную проекцию точки проведем горизонтальную проекцию h_1 окружности, принадлежащей конической поверхности.

Построив фронтальную проекцию h_2 этой окружности, убеждаемся, что она прошла через фронтальную проекцию точки M . Это и подтверждает, что точка принадлежит конической поверхности.

На рис. 72 (б) точка M принадлежит сферической поверхности, так как она находится на линии окружности h^1 , лежащей на этой поверхности. Точки A и B тоже принадлежат сферической поверхности, так как они расположены на линиях очерковых окружностей, принадлежащих сферической поверхности.

Примеры принадлежности точки поверхности можно привести и в случае наличия поверхности тора (точка M на рис. 73).

2. Практическая часть

1. Задачи для закрепления теоретической части данной темы представлены на рисунке 76, достроить недостающие проекции точек на поверхностях.

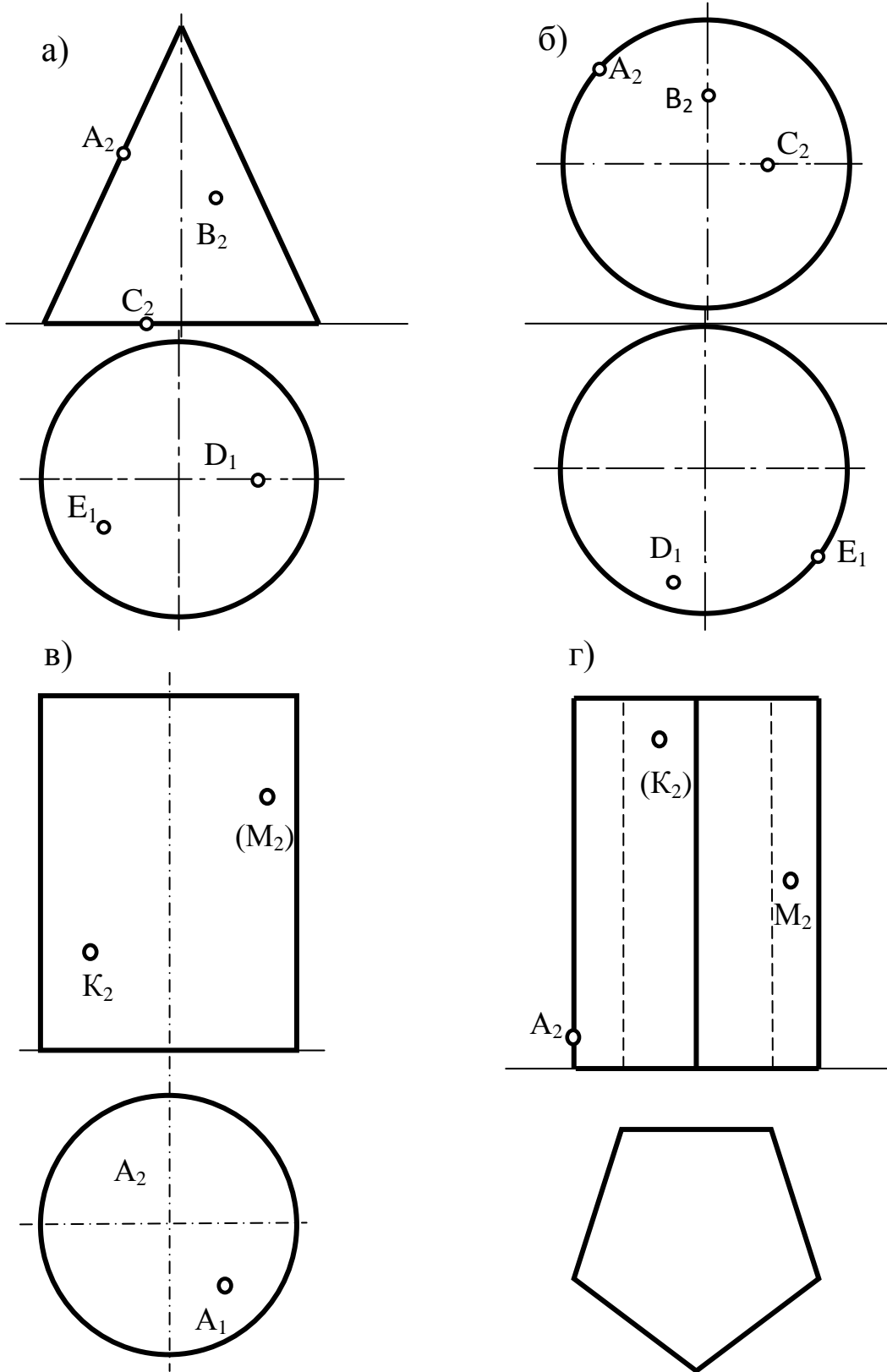


Рисунок 76 – Поверхности

2. Задание для выполнения домашнего задания № 3 «Пересечение поверхности плоскостью»:

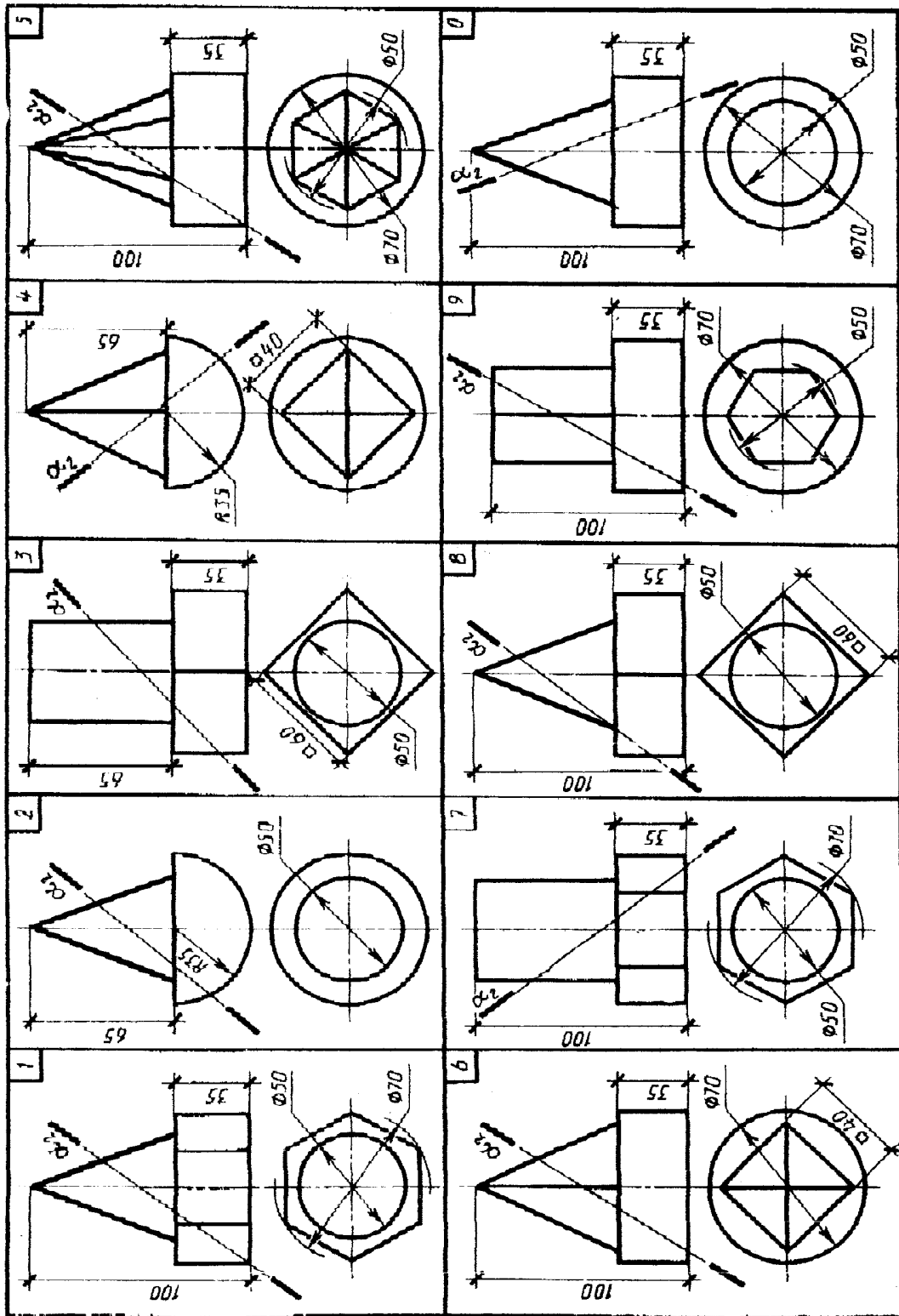
На листе формата А3 построить линию пересечения поверхности плоскостью. Варианты задания представлены в приложении 3. Теоретические положения представлены в практическом занятии № 8. Поэтому к следующему практическому занятию необходимо подготовить лист формата А3 для выполнения ДЗ № 3:

1. На листе формата А3 (горизонтальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104–68, форма 1.
2. Вычертить задание по варианту тонкими линиями;
3. Изучив теоретические положения практического занятия № 8, построить линию пересечения поверхности плоскостью;
4. Оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303–68 (линии).

**3. Вопросы для самоконтроля
и защиты ДЗ № 3**

1. Дайте определение перпендикулярности прямой и плоскости.
2. Как построить прямую перпендикулярную к плоскости треугольника, к плоскости, заданной следами?
3. Дайте определение перпендикулярности двух плоскостей.
4. Как построить плоскость, перпендикулярную другой плоскости?
5. Что называется поверхностью?
6. На какие две группы можно разделить поверхности по виду образующей? Привести примеры.
7. Как образуются поверхности вращения? Что такое параллель, горло, экватор?
8. Какие поверхности вращения называются линейчатыми?
9. Когда точка принадлежит поверхности? Когда линия принадлежит поверхности?

Приложение 3



Практическое занятие № 8

Сечение поверхностей вращения и многогранников плоскостями общего и частного положения

Цель занятия:

- изучение основных теоретических положений при решении задач на пересечение плоскости с поверхностью, прямой с поверхностью;
- приобретение навыков при решении задач на пересечение плоскости с поверхностью, прямой с поверхностью;
- получение задания для выполнения ДЗ № 4 «Взаимное пересечение поверхностей»

1. Теоретические положения

1.1. Пересечение плоскости с поверхностью

При пересечении поверхности с плоскостью в сечении получают плоскую линию. Эту линию строят по отдельным точкам. В начале построения выявляют и строят *опорные точки*, лежащие на контурных линиях поверхности, а также точки на ребрах и линиях основания поверхности. В тех случаях, когда проекция линии пересечения не полностью определяется этими точками, строят дополнительные, промежуточные точки, расположенные между опорными.

1.2. Пересечение поверхностей плоскостями частного положения

Задача 1. Построить линию пресечения плоскости Σ с пирамидой $SABC$.

Решение: так как в данном случае секущая плоскость Σ занимает фронтальное проецирующее положение, плоская ломаная линия. Чтобы построить эту линию, достаточно определить точки пересечения плоскостью ребер и сторон основания, и соединить построенные точки с учетом их видимости (рис. 77, а).

Так как грань SAC относительно плоскости Π_2 невидима, то и линия $l_1—3_1$ тоже невидима.

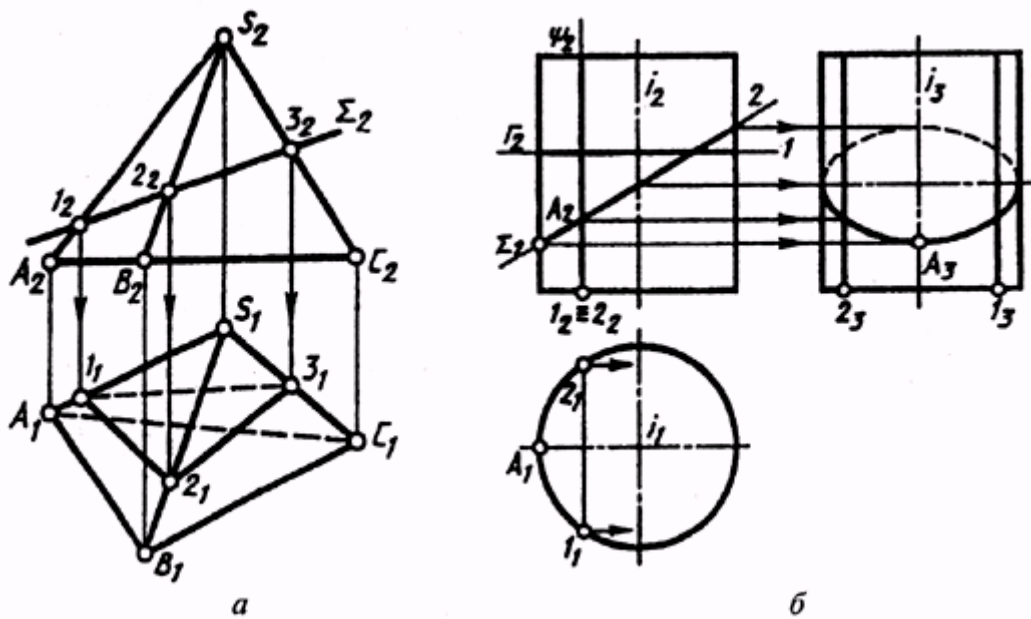


Рисунок 77 – Пересечение поверхностей плоскостью

Задача 2. Построить пересечение цилиндра с плоскостью.

Решение:

В случае пересечения цилиндрической поверхности вращения плоскостью могут быть получены следующие линии (рис. 77, б):

- окружность, если секущая плоскость Γ перпендикулярна оси вращения поверхности;
- эллипс, если секущая плоскость Σ не перпендикулярна и не параллельна оси вращения;
- две образующие прямые, если секущая плоскость φ параллельна оси поверхности.

На плоскость Π_1 , перпендикулярную оси вращения поверхности, окружность и эллипс на поверхности цилиндра проецируются в окружность, совпадающую с проекцией всей поверхности.

Задача 3. Построить пересечение конической поверхности плоскостью.

Решение: При пересечении конической поверхности вращения плоскостью могут быть получены следующие линии (рис. 78, а — д):

- окружность, если секущая плоскость Γ перпендикулярна оси вращения (рис. 78, а);
- эллипс, если секущая плоскость Σ пересекает все образующие

поверхности (рис. 78, б);

- парабола, если секущая плоскость (Σ^2) параллельна только одной образующей (S^1) поверхности (рис. 78, в);

- гипербола, если секущая плоскость (Σ^3) параллельна двум образующим (S^5 и S^6) поверхности (рис. 78, г);

- две образующие (прямые), если секущая плоскость (Σ^4) проходит через вершину S поверхности (рис. 78, д).

Проекции кривых линий сечений плоскостью конуса строятся по отдельным точкам (точки 2, 4 на рис. 78, б).

Задача 4. Построить линию пересечения сферы плоскостью.

Решение: при пересечении сферы плоскостью всегда получается окружность. Если секущая плоскость параллельна какой-либо плоскости проекций, то на эту плоскость окружность сечения проецируется без искажения (рис. 79, а).

Если секущая плоскость занимает проецирующее положение, то на плоскости проекций, которой секущая плоскость перпендикулярна (рис. 79, б — на фронтальной), окружность сечения изображается отрезком прямой ($1_2—4_2$), длина которого равна диаметру окружности, а на другой плоскости — эллипсом, большая ось которого ($5_1—6_1$) равна диаметру окружности сечения. Этот эллипс строят по точкам. Точки видимости 2 и 3 относительно плоскости Π_1 лежат на экваторе сферы.

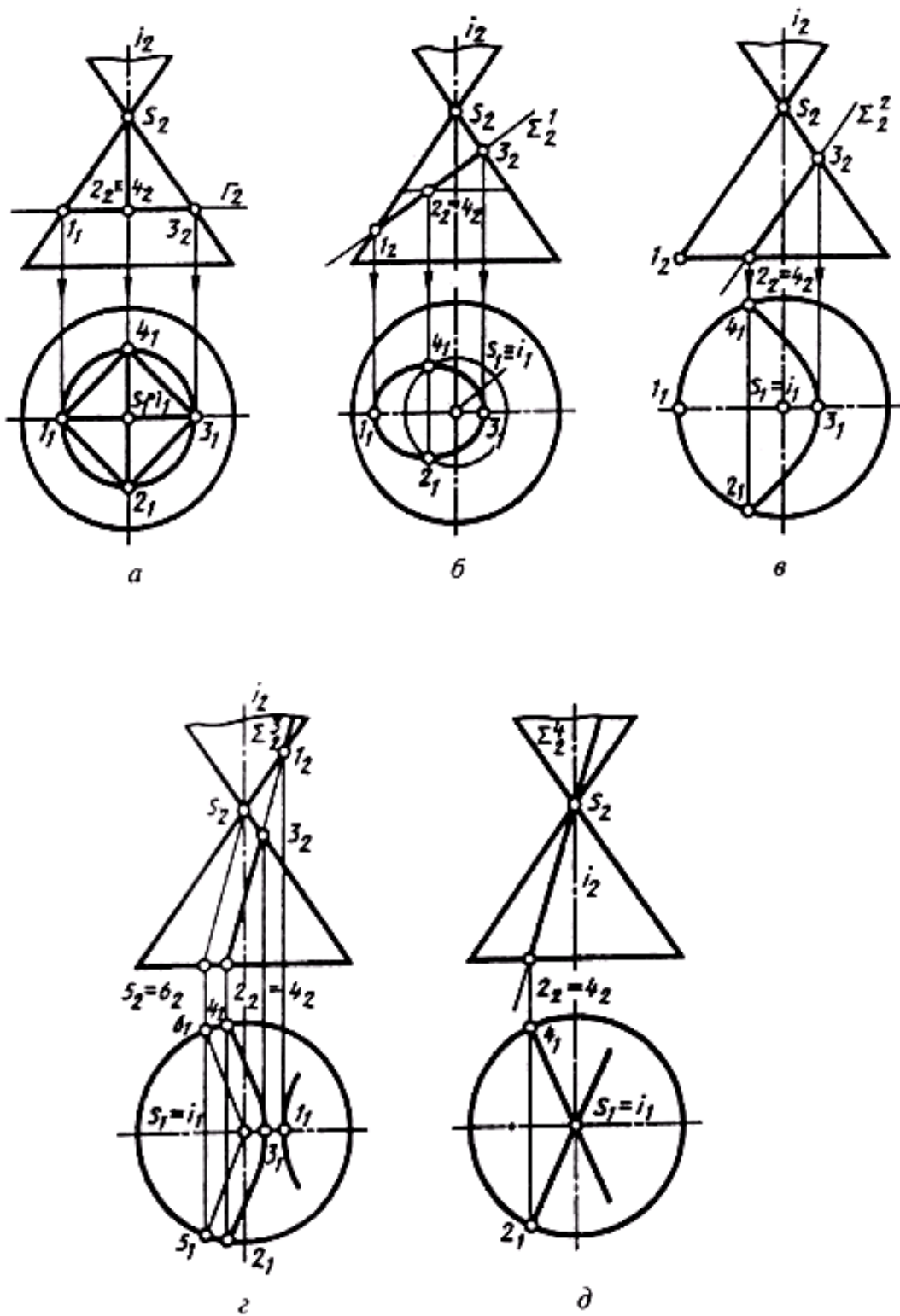


Рисунок 78 – Пересечение конической поверхности плоскостью

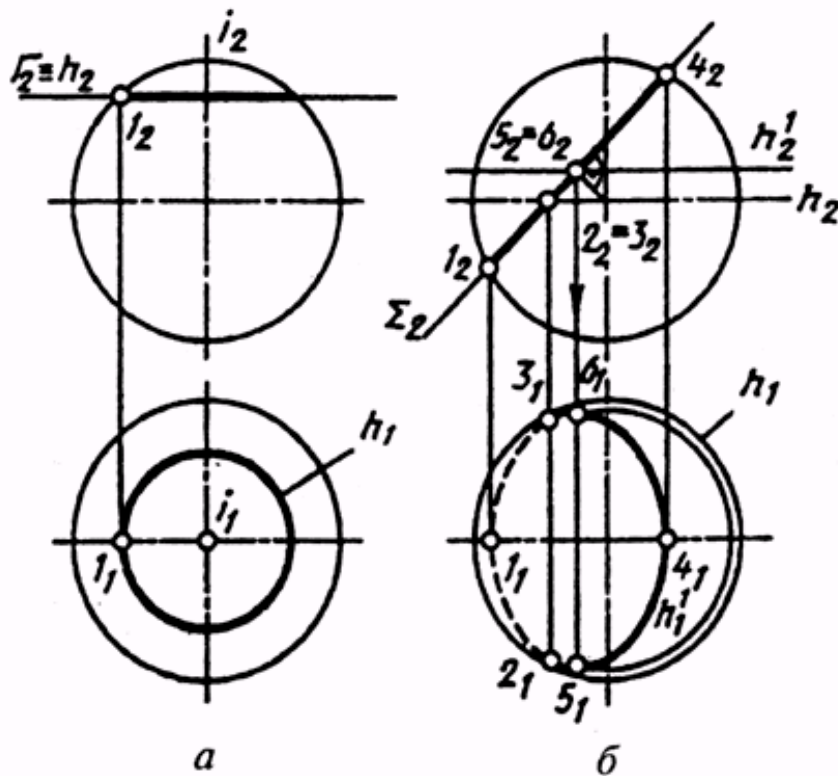


Рисунок 79 – пересечение сферы плоскостью

1.3. Пересечение поверхностей плоскостями общего положения

Задача 5. Построить пересечение сферы плоскостью общего положения P (P_1 и P_2) (рис. 80).

Решение: для решения задачи плоскость общего положения P ($P_1 P_2$) преобразуют способом замены плоскостей проекций в проецирующую. Заменяют фронтальную плоскость проекции Π_2 на Π_4 . Проводят ось x_1 перпендикулярно к горизонтальному следу p_i плоскости P . Строят плоскость P в новой системе плоскостей Π_1/Π_4 . Для этого берут на фронтальном следе P_2 плоскости P произвольную точку E (E_2). Находят горизонтальную проекцию E_1 точки E , затем строят проекцию точки E и в системе Π_1/Π_4 . Через проекцию E_4 и точку схода следов на оси Px_{14} проводят фронтальный след P_4 плоскости проекции сферы переносят в систему Π_1/Π_4 . Для этого проводят через горизонтальную проекцию 0_1 , центра 0 сферы линию проекционных связей перпендикулярно к оси x_1 и отмечают на ней (на линии проекционных связей) координату z точки 0 . Полученную проекцию обозначают 0_4 . Затем строят проекцию сферы заданного радиуса в системе Π_1/Π_4 . После

преобразования плоскости P в проецирующее положение задача сводится к решению предыдущей задачи (см. рис. 79), т. е. сначала строят горизонтальную проекцию фигуры сечения, а затем, используя признак принадлежности точки плоскости, строят фронтальную проекцию фигуры сечения сферы плоскостью общего положения.

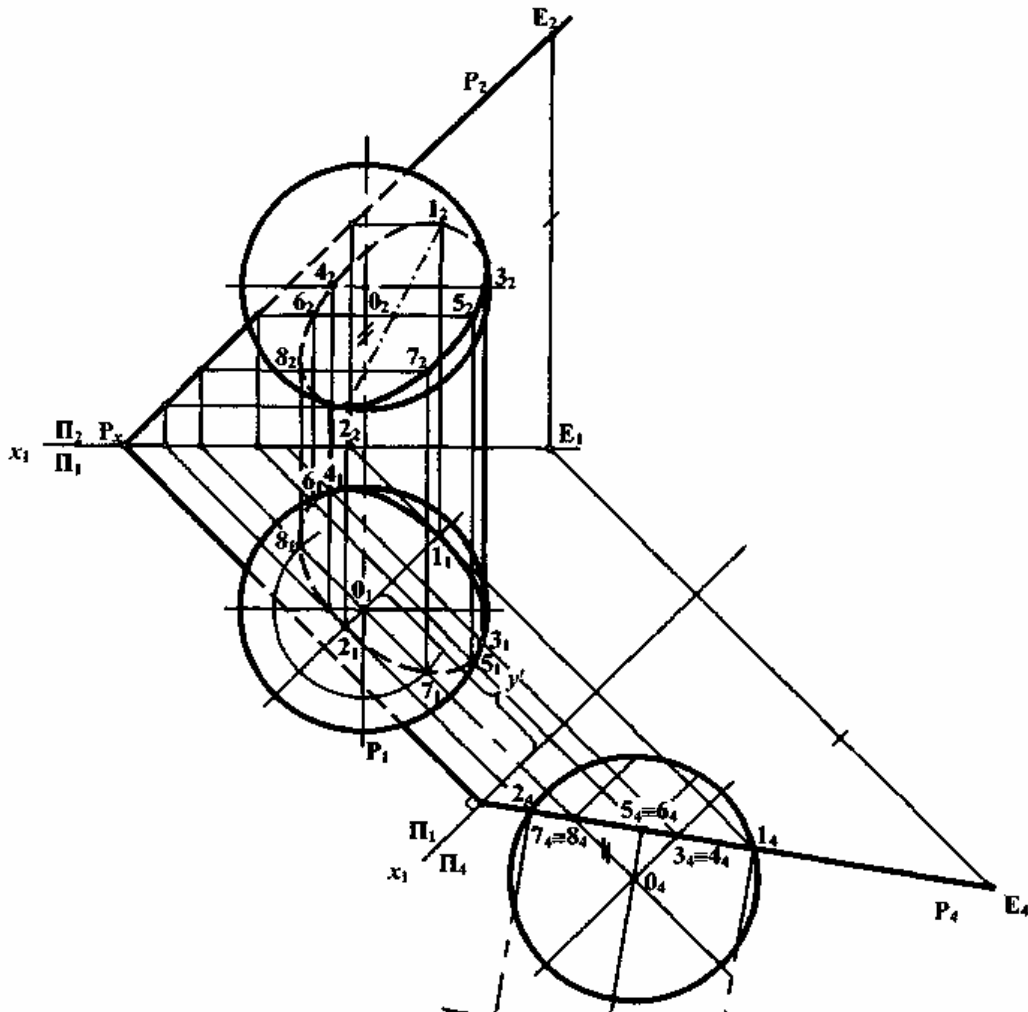


Рисунок 80 – Пересечение сферы плоскостью общего положения

Задача 6. Построить пересечение поверхности конуса плоскостью общего положения P (рис. 81).

Решение: на рисунке 81 изображены прямой круговой конус и секущая плоскость P общего положения. Ось конуса расположена перпендикулярно к плоскости Π_1 основание конуса лежит на плоскости Π_1 .

Решение задачи значительно упростится, если секущая плоскость P будет проецирующего положения. Для этого преобразуют эпюр способом перемены плоскостей проекций так, чтобы секущая плоскость P стала фронтально проецирующей. Замену фронтальной плоскости проекций производят для того, чтобы ось конуса осталась перпендикулярной к плоскости Π_1 .

Преобразованный эпюр показывает, что секущая плоскость пересекает только боковую поверхность конуса, а основание не пересекает.

Для нахождения проекций сечения необходимо найти проекции эллипса, получаемого от сечения конической поверхности плоскостью.

На фронтальную плоскость проекции Π_4 эллипс проецируется в отрезок $[A_4B_4]$. Точки A и B являются низшей и высшей точками эллипса сечения плоскости с конической поверхностью, т. е. концами большой оси эллипса. A_4B_4 — натуральная величина большой оси эллипса. Малая ось эллипса перпендикулярна к большой оси и делит её пополам. Большая ось эллипса A_1B_1 параллельна плоскости проекций Π_4 , а малая ось перпендикулярна Π_4 и проецируется на неё в точку ($1_4 \equiv 2_4$). Затем задают на эллипсе сечения ещё ряд точек (3, 4, 5, 6, 7, 8). По их фронтальным проекциям на плоскость Π_4 находят горизонтальные проекции (проводя через точки на конической поверхности образующие). По горизонтальным проекциям находят фронтальные проекции на плоскость проекций Π_2 (проводя фронтали через проекции точек $1_1 3_1 5_1 7_1$).

Для нахождения границы видимости кривой на фронтальной проекции находят проекции очерковых образующих, на которых лежат искомые точки, на фронтальную плоскость проекций Π_4 . На пересечении этих образующих с плоскостью P и будут искомые точки (проекции 9_4 и 10_4). По проекциям 9_4 и 10_4 находят горизонтальные проекции 9_1 и 10_1 а затем фронтальные проекции 9_2 и 10_2 . Видимая часть кривой на фронтальной проекции — от точки 10 через точки $A, 5, 1, 3, 7$ до точки 9 . Остальная часть невидимая.

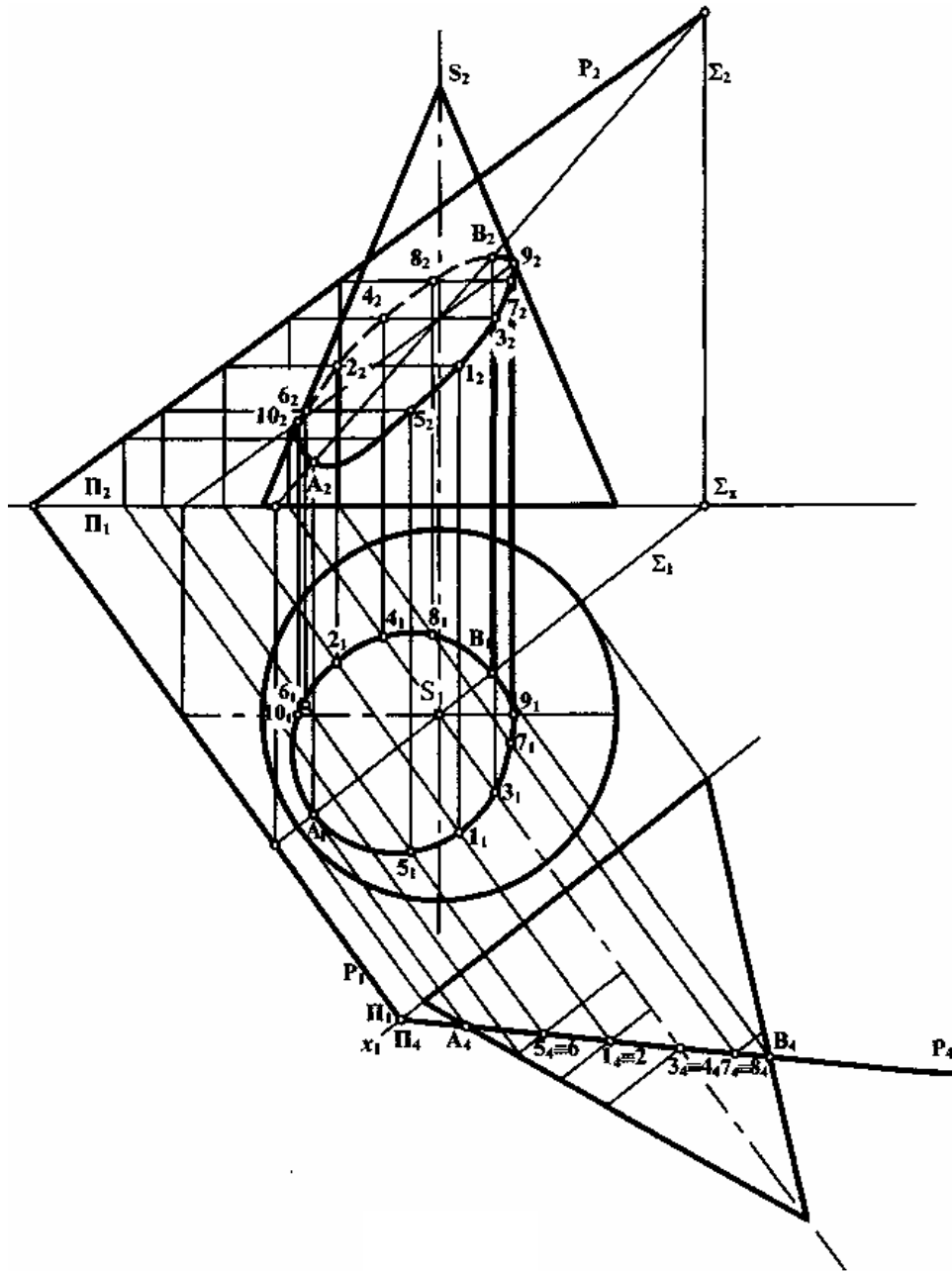


Рисунок 81 – Пересечение поверхности конуса
плоскостью общего положения

2. Практическая часть

1. Для закрепления теоретического материала необходимо решить графические задачи, представленные в рабочей тетради «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов направления подготовки специалистов 130400.65 «Горное дело»: тема № 9 «Сечение многогранников и поверхностей вращения плоскостями».

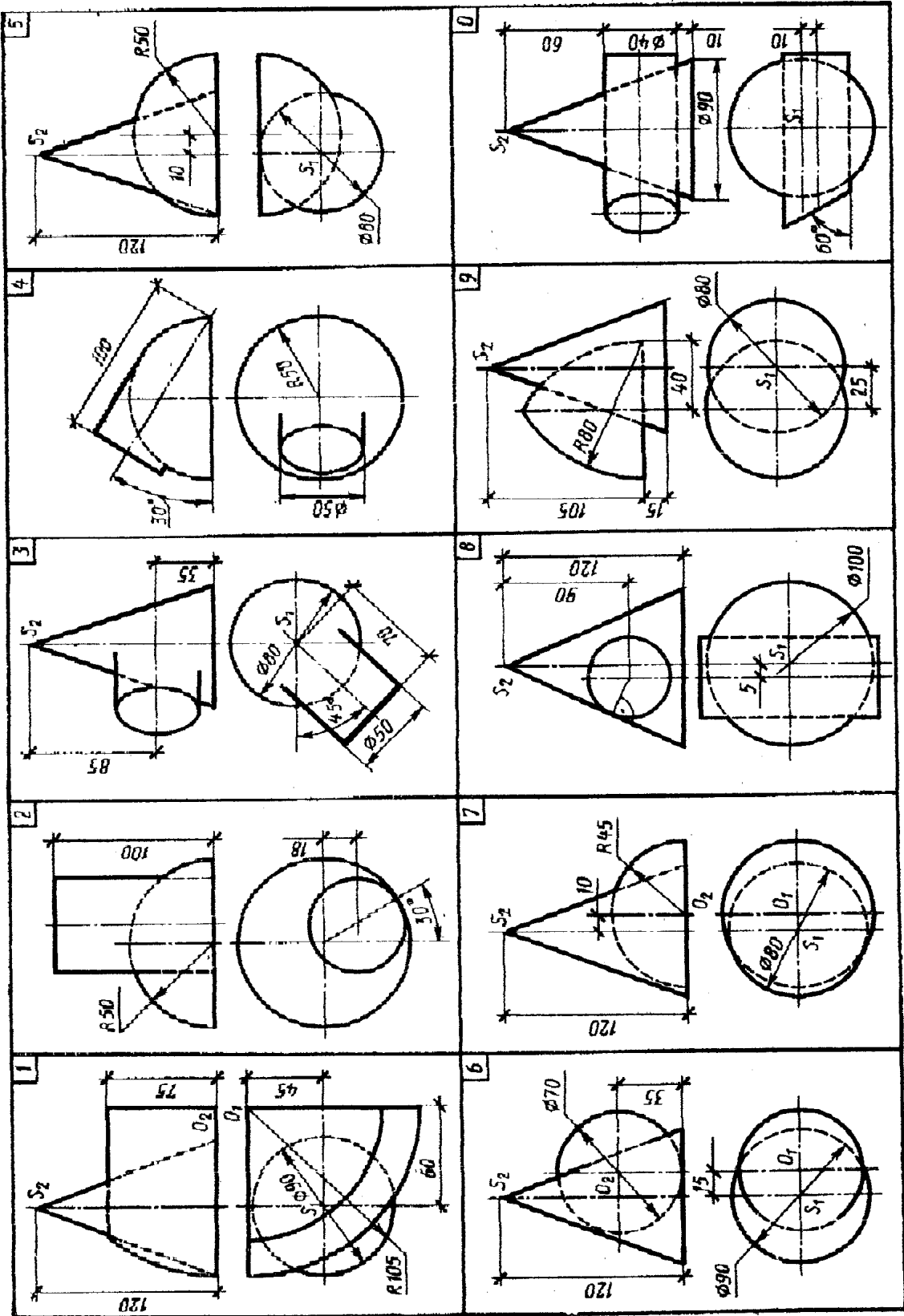
2. Задание для выполнения домашнего задания № 4 «Взаимное пересечение поверхностей»:

На листе формата А3 построить линию взаимного пересечения двух поверхностей. Варианты задания представлены в приложении 4. Теоретические положения представлены в практическом занятии № 9. Поэтому к следующему практическому занятию необходимо подготовить лист формата А3 для выполнения ДЗ № 4:

1. На листе формата А3 (горизонтальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104–68, форма 1.
2. Вычертить задание по варианту тонкими линиями;
3. Изучив теоретические положения практического занятия № 9, построить линию взаимного пересечения двух поверхностей;
4. Оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303–68 (линии).

3. Вопросы для самоконтроля и защиты ДЗ № 4

1. Как построить сечение многогранника плоскостью частного положения?
2. Как построить сечение многогранника плоскостью общего положения?
3. Как построить сечение поверхности вращения плоскостью частного положения?
4. Как построить сечение поверхности вращения плоскостью общего положения?



Практическое занятие № 9 Взаимное пересечение поверхностей

Цель занятия:

- изучение основных теоретических положений при решении задач на пересечение поверхностей;
- приобретение навыков при решении задач на пересечение поверхностей.

1. Теоретические положения

Построение линии пересечения поверхностей осуществляется при помощи вспомогательных секущих поверхностей. При этом данные поверхности пересекаются вспомогательной поверхностью и определяются линии пересечения каждой из данных поверхностей со вспомогательной. Если эти линии пересекаются (а они, в силу принадлежности одной и той же вспомогательной поверхности, могут пересекаться, касаться или не иметь общих точек), то полученные точки пересечения принадлежат обоим данным поверхностям и, следовательно, их линии пересечения.

Если в качестве вспомогательных секущих поверхностей используются плоскости, то способ построения называют *способом вспомогательных плоскостей*. Если используются сферы – *способом вспомогательных сфер*.

Задача 1. Рассмотрим применение *вспомогательных секущих плоскостей* на примере построения линии пересечения цилиндра с конусом вращения (рис.82).

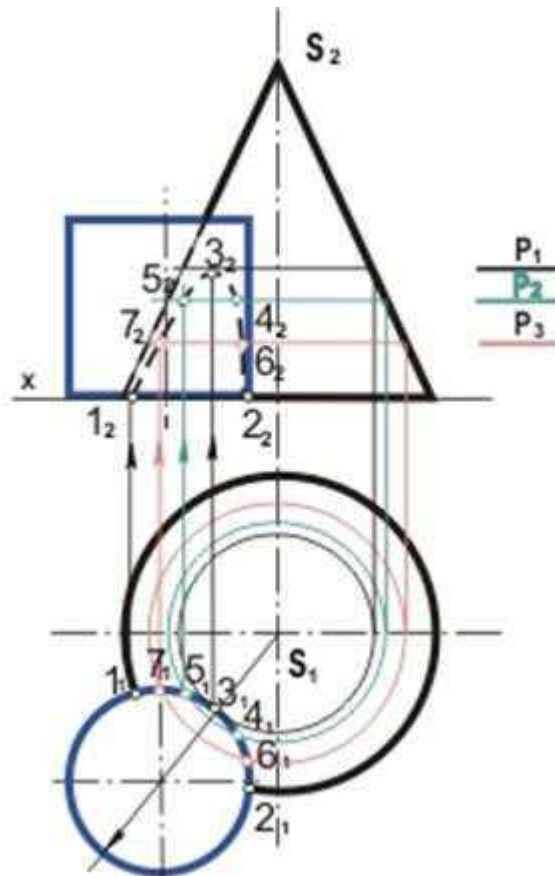


Рисунок 82 – Пример построения линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра с помощью вспомогательных секущих плоскостей

Для построения линии пересечения заданных поверхностей удобно в качестве вспомогательных поверхностей использовать серию горизонтальных плоскостей, перпендикулярных оси конуса, которые пересекают цилиндр и конус по окружностям. На пересечении этих окружностей находят точки искомой линии пересечения.

Известно, что если ось поверхности вращения проходит через центр сферы и сфера пересекает эту поверхность, то линия пересечения сферы и поверхности вращения – окружность, плоскость которой перпендикулярна оси поверхности вращения. При этом, если ось поверхности вращения параллельна плоскости проекций, то линия пересечения на эту плоскость проецируется в отрезок прямой линии. Это свойство используют для построения линии взаимного пересечения двух поверхностей вращения с помощью вспомогательных сфер. При этом

могут быть использованы концентрические и неконцентрические сферы.

Задача 2. Рассмотрим применение *вспомогательных концентрических сфер – сфер с постоянным центром* (рис.83).

Способ секущих сфер с постоянным центром для построения линии пересечения двух поверхностей применяют при следующих условиях:

- обе линии пересекающиеся поверхности – поверхности вращения;
- оси поверхностей вращения пересекаются;
- точку пересечения принимают за центр вспомогательных (концентрических) сфер;
- плоскость, образованная осями поверхностей (плоскость симметрии), должна быть параллельна плоскости проекций.

В случае, если это условие не соблюдается, то, чтобы его обеспечить, прибегают к способам преобразования чертежа.

Такие сферы применяют, если:

- одна из пересекающихся поверхностей – поверхность вращения, другая поверхность имеет круговые сечения;
- две поверхности имеют общую плоскость симметрии (т. е. ось поверхности вращения и центры круговых сечений второй поверхности принадлежат одной плоскости – плоскости их симметрии).

Плоскость симметрии параллельна плоскости проекций (это условие при необходимости может быть обеспечено преобразованием чертежа).

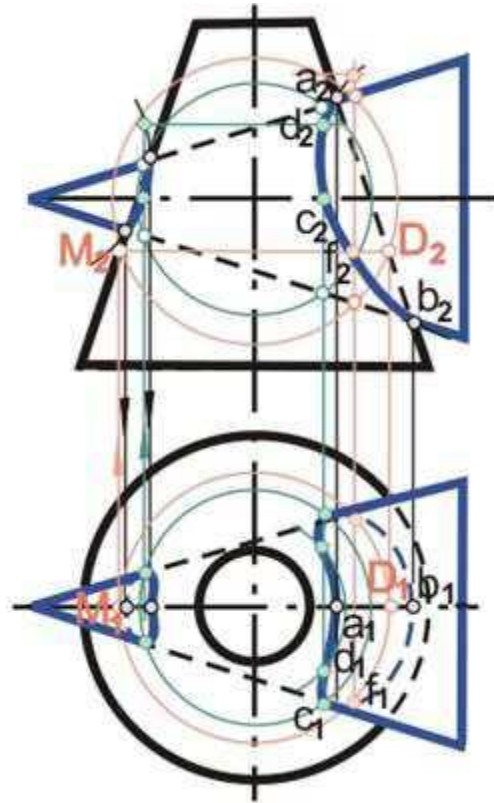


Рисунок 83 – Пример построения линии пересечения поверхностей конусов с помощью концентрических сфер

Задача 3. Рассмотрим *построение линии пересечения* прямого кругового конуса и тора, оси которых скрещиваются *с помощью эксцентрических сфер* (рис. 84).

Ось конуса параллельна плоскости Π_2 , ось тора перпендикулярна плоскости Π_2 , окружность центров осевых круговых сечений тора и ось конуса лежат в одной плоскости, параллельной плоскости Π_2 . Две очевидные характерные точки: высшая с проекцией a_2 и низшая d_2 – являются точками пересечения проекций очерков тора и конуса.

Для построения проекций промежуточных точек, например проекции b_2 , выполняют следующие построения: выбирают на поверхности тора окружность, например с проекцией $1_2 2_2$ с центром в точке с проекцией 3_2 .

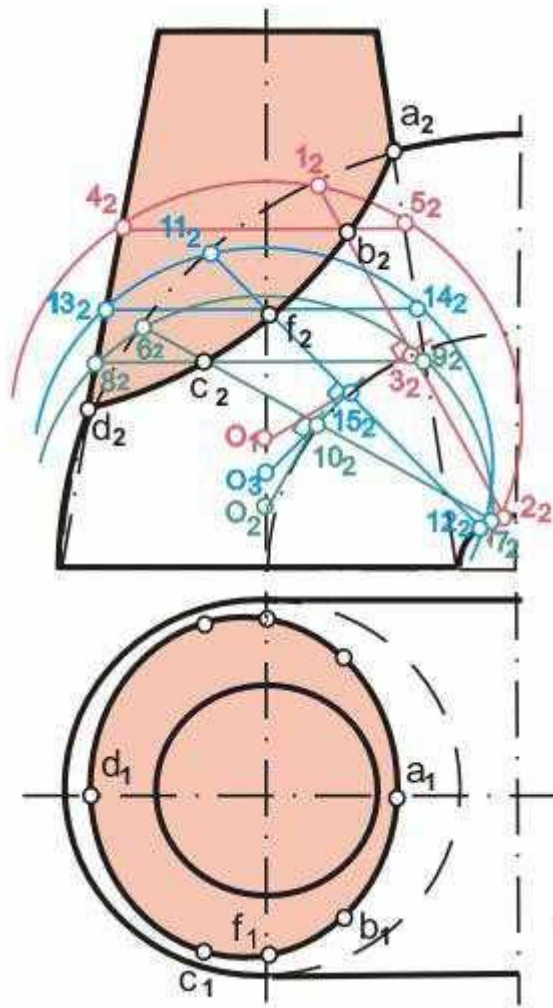


Рисунок 84 – Пример построения линии пересечения поверхностей конуса и тора с помощью эксцентрических сфер

Перпендикуляр к плоскости этой окружности из точки с проекцией 3_2 является линией центров множества сфер, которые пересекают тор по окружности с проекцией $1_2 2_2$. Из множества этих сфер выбирают сферу с центром на оси конуса. Его проекция O_1 . Эта сфера радиусом R_1 пересекает конус по окружности с проекцией $4_2 5_2$. Пересечение проекций $1_2 2_2$ и $4_2 5_2$ является проекцией пары общих точек тора и конуса, т.е. линии их пересечения. На чертеже обозначена проекция b_2 одной из указанных точек – точки на видимом участке линии пересечения.

Построение проекций второй пары точек линии пересечения, из которых обозначена проекция c_2 , выполнено с помощью отрезка $6_2 7_2$ – проекции окружности на поверхности тора. Вспомогательная сфера для построения проекции c_2 – сфера радиуса R_2 с центром, проекция кото-

рого O_2 . Конус эта сфера пересекает по окружности с проекцией $8_2 9_2$. В пересечении проекций $6_2 7_2$ и $8_2 9_2$ окружностей находим проекцию c_2 искомой точки и симметричной ей на невидимой части пересекающихся поверхностей.

2. Практическая часть

Для закрепления теоретического материала необходимо решить графические задачи, представленные в рабочей тетради «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика. Часть I. Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов направления подготовки специалистов 130400.65 «Горное дело», специализация 130412.65 «Техносферная безопасность и горноспасательное дело»: тема № 11 «Взаимное пересечение поверхностей. Метод секущих плоскостей. Метод сфер».

3. Вопросы для самоконтроля

1. От каких параметров поверхности и плоскости зависит форма линии пересечения поверхности с плоскостью?
2. Каков алгоритм (порядок) определения линии пересечения поверхности плоскостью?
3. Какое положение плоскости пересечения по отношению к поверхности является предпочтительным для определения линии пересечения?
4. Какой способ построения линии пересечения называется способом вспомогательных сфер?
5. В каком случае при определении линии пересечения применяются концентрические (эксцентрические) сферы?
6. Какой способ построения линии пересечения необходимо применить, если две поверхности имеют общую плоскость симметрии?
7. Приведите пример определения линии пересечения поверхностей с помощью эксцентрических сфер.

Практическое занятие № 10

Резьбы, крепежные изделия и соединения

Цель занятия:

- Ознакомление с условными обозначениями и изображениями резьб; со стандартными изделиями с резьбой и их условными обозначениями.
- Приобретение навыков основных направлений для вычерчивания крепежных соединений, выполнения домашнего задания № 5 «Резьбы крепежные изделия и соединения».

1. Теоретические положения

1.1. Основные параметры, типы резьб и область применения

1.1.1. Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

Шаг резьбы (Р) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьб.

Ход резьбы – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежавшего одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьб.

1.1.2. Резьбы подразделяются:

- ✓ В зависимости от количества заходов – однозаходные и многозаходные.
- ✓ На цилиндрические и конические – по форме поверхности, на которой они нарезаются.
- ✓ По месту образования на наружную (на наружной поверхности), внутреннюю (на внутренней поверхности).
- ✓ По направлению – на правые и левые.
- ✓ В зависимости от профиля – на:
 - а) метрическую – профиль – равносторонний треугольник с углом при вершине 60° (рис. 85, а);

б) трубную цилиндрическую – профиль – равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° и закругленными вершинами (рис. 85, б);

в) трапецидальную – равнобокая трапеция – угол между боковыми сторонами равен 30° (рис. 85, в);

г) упорную – профиль – неравнобокая трапеция с углами наклона ее сторон к прямой, перпендикулярной к оси стержня, 3° и 30° (рис. 85, г).

д) прямоугольную – профиль – прямоугольник (рис. 85, д);

е) круглую (рис. 85, е).

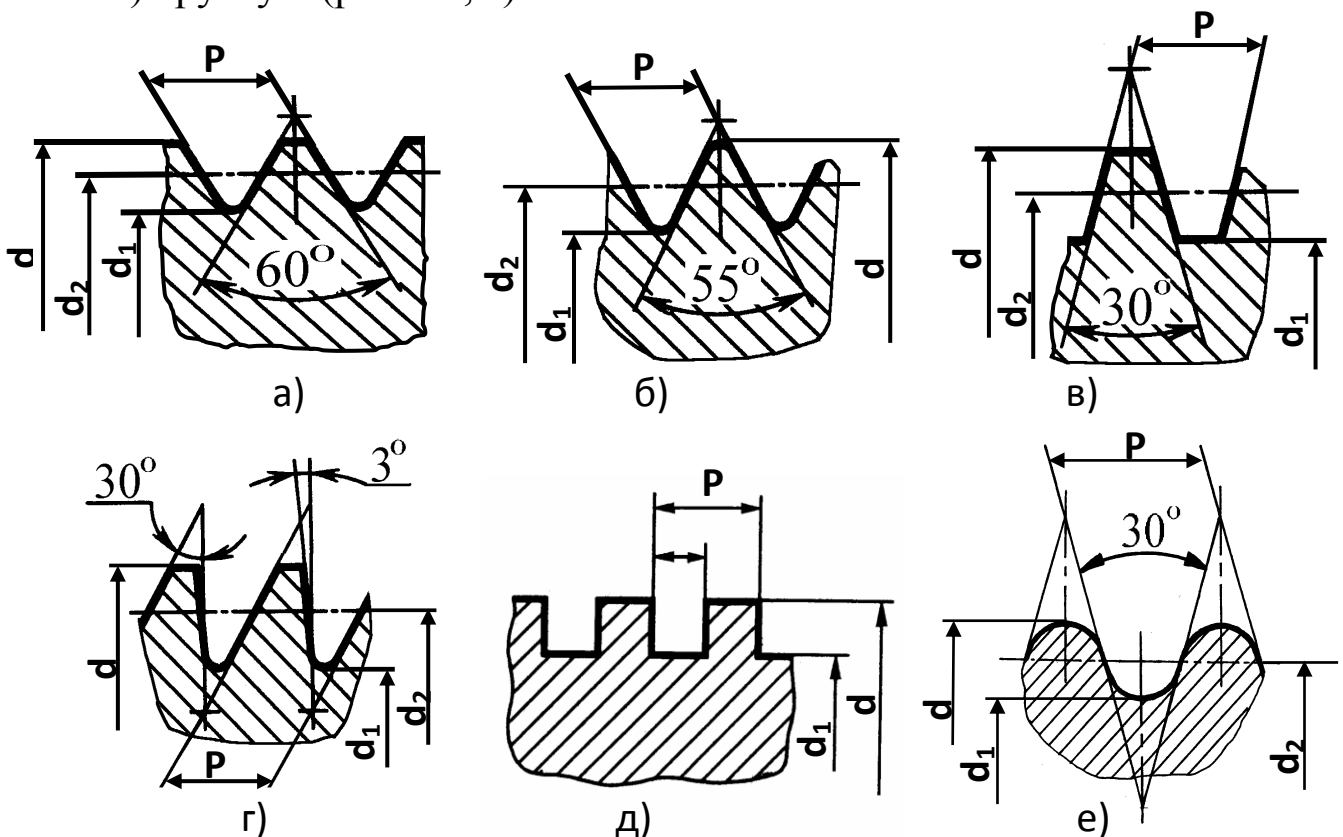


Рисунок 85 – Классификация резьб по профилю

✓ По назначению резьбы разделяются на крепежные и ходовые.

Крепежные резьбы:

а) основной крепежной резьбой является метрическая резьба. Размеры метрических резьб определяют по ГОСТ 24705-81, профиль – ГОСТ 9150-81, шаги – ГОСТ 10907-81.

При одинаковых наружных диаметрах стандартизованные резьбы могут быть выполнены с крупным и мелким шагом;

б) трубная резьба:

1) трубную цилиндрическую резьбу используют для трубных соединений (ГОСТ 6357-81);

2) трубная коническая (ГОСТ 6211-81);

в) круглую резьбу применяют для санитарно-технической арматуры (для шпинделей, вентилях, смесителей – ГОСТ 13536-68 и водопроводных кранов – ГОСТ 20275-74), в цоколях и патронах электрических ламп (резьба Эдиссона – ГОСТ 6042-83), а также при больших динамических нагрузках, возможных загрязнениях резьбы пылью, песком (в пожарной арматуре, на крюках грузоподъемных машин).

Ходовые резьбы

Ходовые резьбы используют для преобразования вращательного движения в поступательное.

В качестве ходовых применяют резьбы:

а) трапецеидальную (ГОСТ 9484-81);

б) упорную (ГОСТ 10177-82);

в) прямоугольную, не предусмотренную стандартом, но широко используемую на ходовых винтах ручных прессов, в пароводяной арматуре;

г) специальную – специальной называют резьбу, имеющую стандартизованный профиль резьбы, но отличающийся размерами диаметров, шагов, а также числом заходов, или имеющий специальный профиль.

1.2. Условные изображения резьбы

Резьбу на чертежах изображают условно (по ГОСТ 2.311-68).

На стержне (рис. 86): наружный диаметр показывают сплошными основными линиями, внутренний диаметр – сплошными тонкими линиями, которые наносят на расстоянии не менее 0,8 мм и не более шага резьбы от основных линий.

На плоскости, перпендикулярной к оси стержня, внутренний диаметр резьбы изображают в виде дуги, приблизительно равной $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте, но концы дуги не должны совпадать с осевыми линиями (рис. 86).

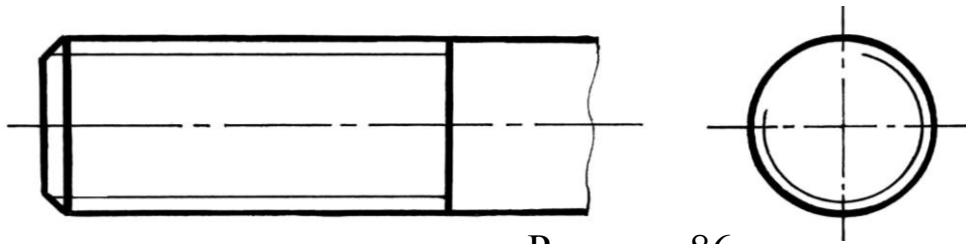


Рисунок 86

В отверстии: внутренний диаметр – сплошными основными линиями, наружный диаметр – сплошными тонкими линиями. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы сплошной основной линией (или штриховой, если она невидима) (рис. 87).

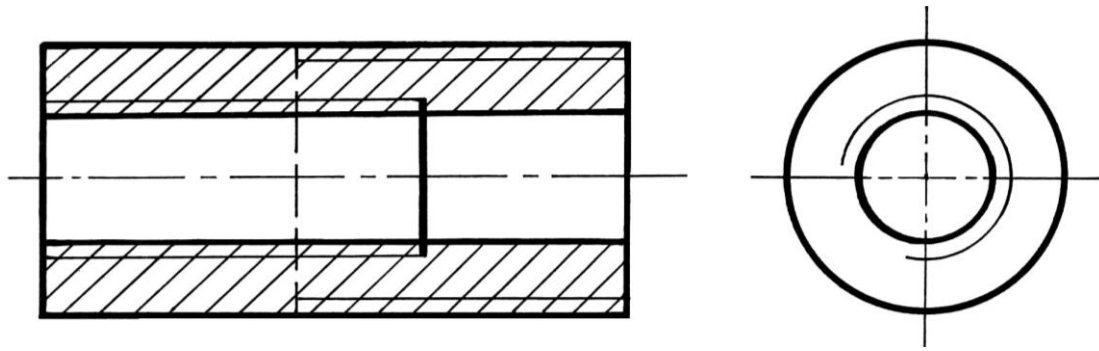


Рисунок 87

При вычерчивании стержней и отверстий с конической резьбой количество концентрических окружностей на чертеже наносят, как показано на рисунке 88.

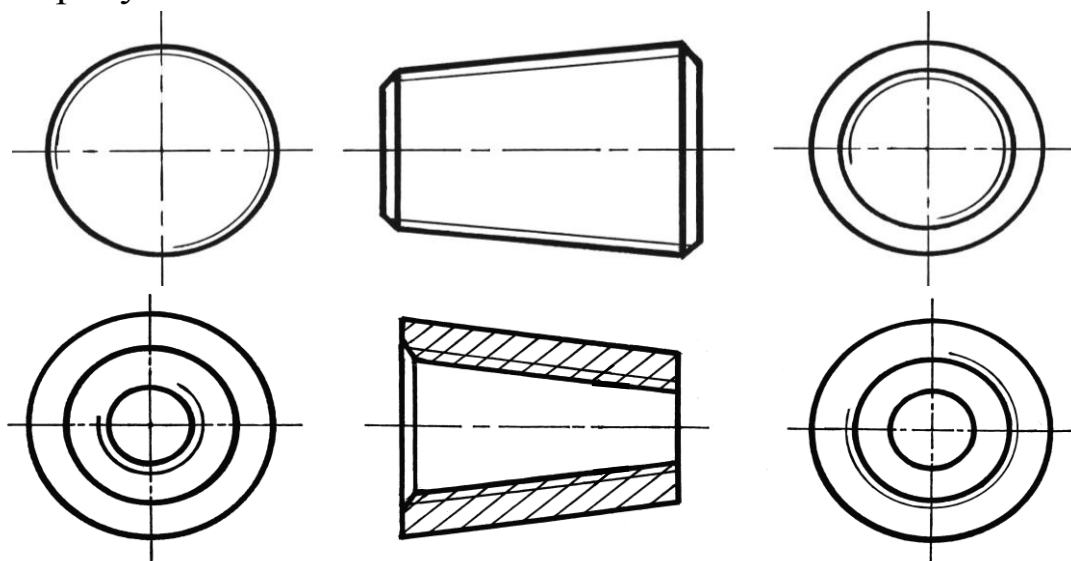


Рисунок 88

К элементам резьб относят сбеги, недоводы, недорезы, проточки, фаски.

Сбег резьбы – это участок неполного профиля в зоне перехода резьбы с гладкой части детали. Участок, включающий в себя сбег и недовод, называется недорезом (рис. 89).

Для упрощения нарезания резьбы и удобства соединения между собой резьбовых деталей на конце стержня и в начале отверстия выполняют фаски. Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой имеют форму усеченного конуса с углом при вершине 90° . Фаску изображают только на проекции, параллельной оси резьбы.

На проекции, перпендикулярной оси резьбы, фаску не показывают. Размеры фасок на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой устанавливает ГОСТ 10549-80 (для всех видов резьб, кроме метрической). Размеры фасок для наружной метрической резьбы крепежных изделий устанавливает ГОСТ 12414-66. Определяющим размером служит наружный диаметр стержня.

При нарезании на станках с помощью резца, чтобы избежать сбега резьбы, выполняют наружные и внутренние проточки. На детали проточку изображают упрощенно и дополняют чертеж выносным элементом (рис. 90). Размеры сбегов, недорезов и проточек устанавливает ГОСТ 27148-86.

По условному изображению резьбы невозможно определить тип резьбы и ее условные параметры, поэтому ГОСТы на резьбы предусматривают условные обозначения, в которых указывают тип резьбы, наружный диаметр, шаг, ее допуск, направление и число заходов.

По ГОСТ 2.311-68 обозначение всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, относят к наружному диаметру и проставляют над размерной линией, на ее продолжении или на полке линии – выноски.

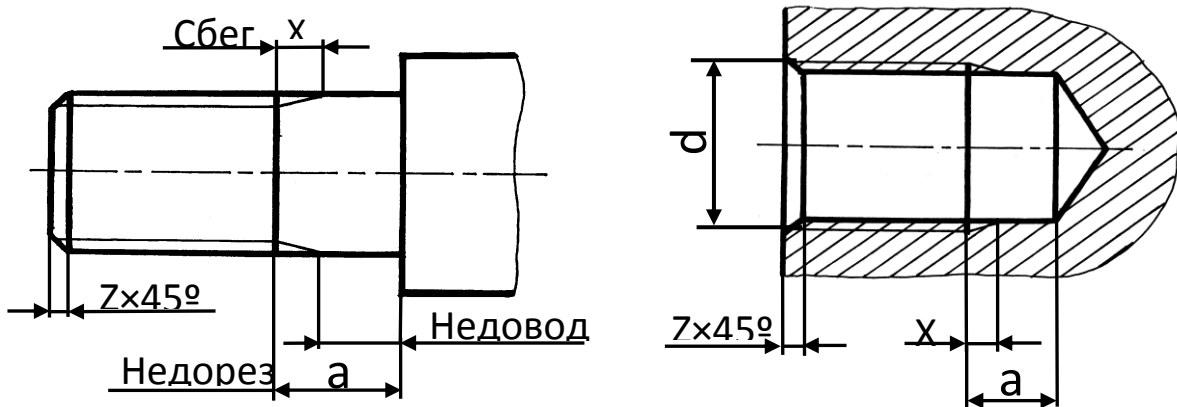


Рис. 89

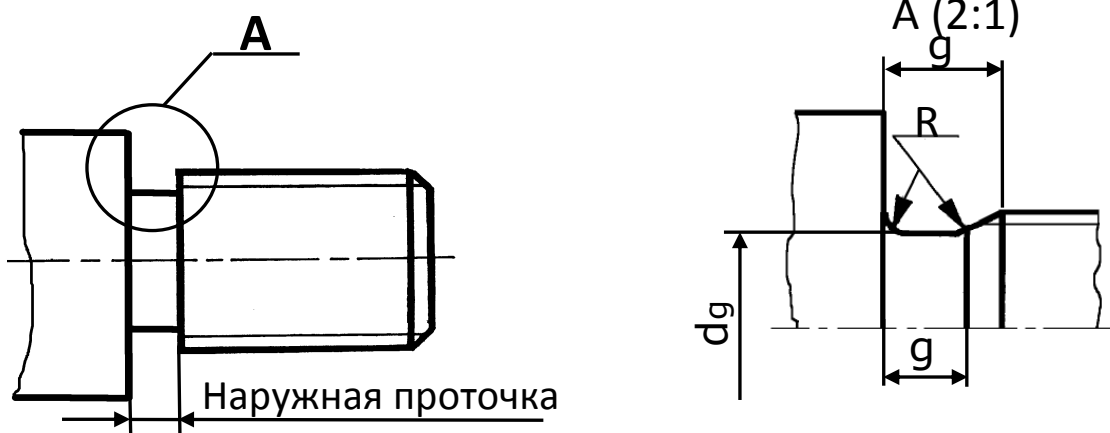


Рис.90

Обозначение стандартных резьб:

а) метрическая резьба.

В обозначение входит буква М, значение наружного диаметра (мм), поле допуска по ГОСТ 16093-81, а также значение шага, если мелкий шаг (рис. 91).

Примеры условного обозначения:

М12-6q – наружный диаметр 12 мм, с крупным шагом, с полем допуска 6 q, резьба с мелким шагом должна обозначаться буквой М, номинальным диаметром и шагом резьбы, М12×1-6 q.

Для левой резьбы после условного обозначения ставят буквы М12×1ЛН-6 q (рис. 91);

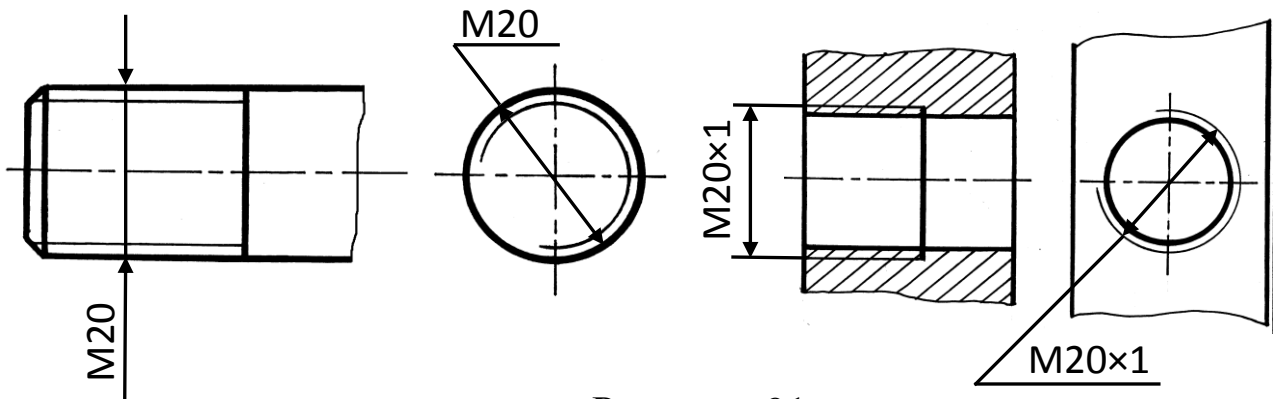


Рисунок 91

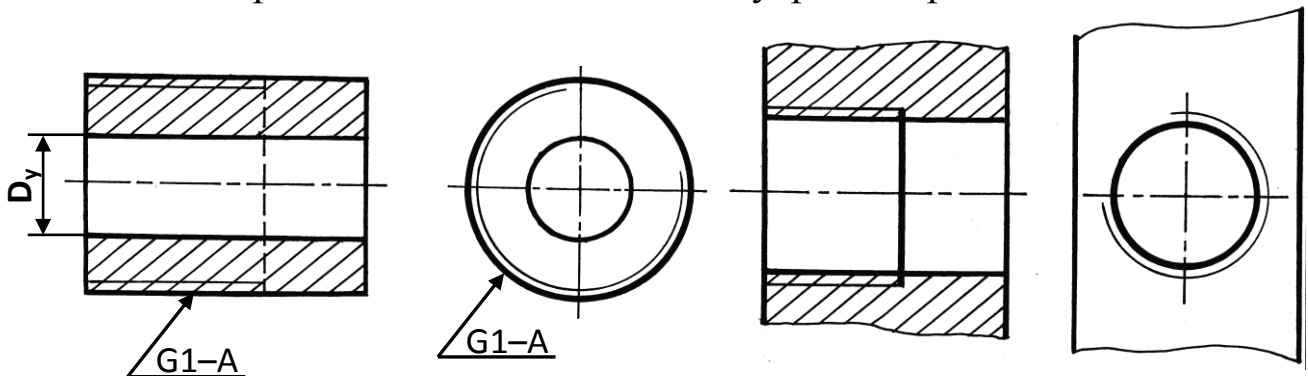
б) трубную цилиндрическую резьбу обозначают буквой *G*. В обозначение входят номинальный диаметр резьбы (дюймы), внутренний диаметр трубы и класс точности среднего диаметра. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности *A* и *B*.

Примеры условного обозначения:

1) *G1-A*; класс точности *A*, размер диаметра 1 дюйм – условный проход трубы – *Dy* (рис. 92);

Внешняя резьба

Внутренняя резьба



2) *G1LN-B*; левая резьба, класс точности *B*, с диаметром 1 дюйм;

Рисунок 92

в) трубная коническая резьба обозначается буквой *R* (наружная) и буквой *R_c* (внутренняя) с указанием номинального диаметра резьбы (дюймы) (рис.93).

Пример: *R 3/4* или *3/4 LN* – наружная левая,

R_c 3/4 – внутренняя (рис. 93),

R_c 3/4 LN – внутренняя левая;

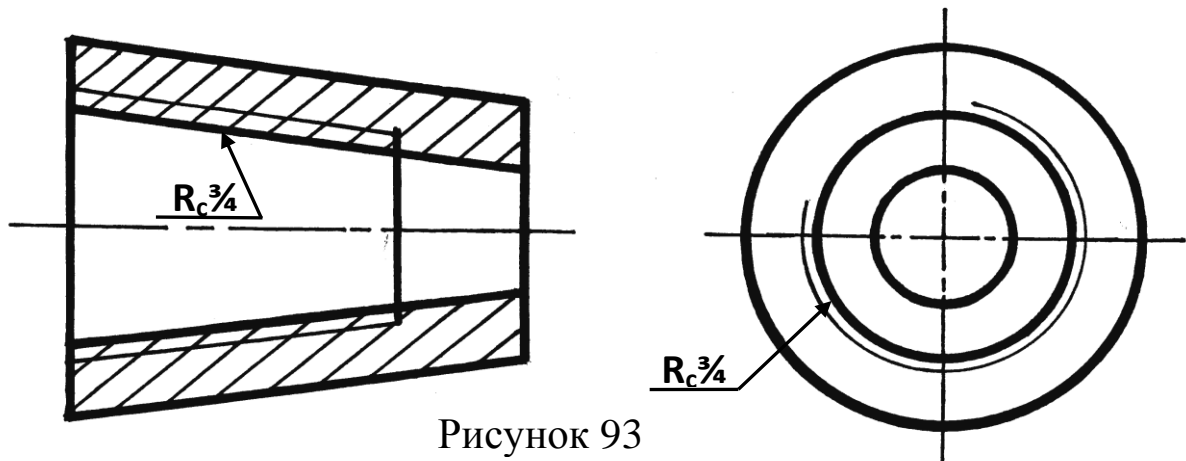


Рисунок 93

г) трапецеидальная резьба – обозначают буквой Tr наружный диаметр (мм), шаг (мм) и поле допуска (ГОСТ 9662-81, ГОСТ 24789-81).

Пример условного обозначения резьбы.

1. $Tr\ 40\times 6-7e$ – номинальный диаметр 40 мм, шаг 6 мм, однозаходная, с полем допуска $7e$, наружная.
2. $Tr\ 40\times 6\ LH-7e$ – то же левая.
3. $Tr\ 40\times 18\ (P6)-8H$ – номинальный диаметр 40 мм, трехзаходная, с шагом 6 мм, ход 18 мм, внутренняя.
4. $Tr\ 40\times 18\ (P6)\ LH-8H$ – то же, левая резьба (рис.94);

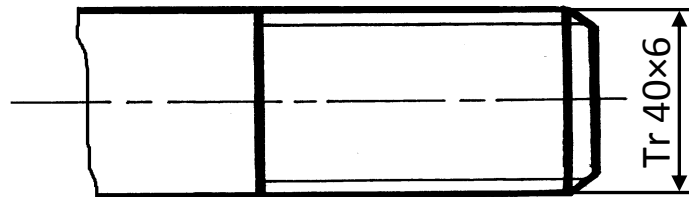


Рис. 94

д) упорная резьба – обозначают буквой S , значение номинального диаметра (мм) и шага буквами LH – для левой резьбы; значение хода – для многозаходной резьбы (в скобках проставляется условное обозначение шага – буква P и значение шага, мм), поле допуска среднего диаметра (рис.95).

Примеры условного обозначения.

1. $S\ 80\times 16-7h$ – номинальный диаметр 80 мм, шагом 16 мм, наружная, с полем допуска $7h$.

2. S 80×32 (P 16) LH -7h – номинальный диаметр 80 мм, двухзаходная со значением хода 32 мм, левая, с полем допуска 7h;

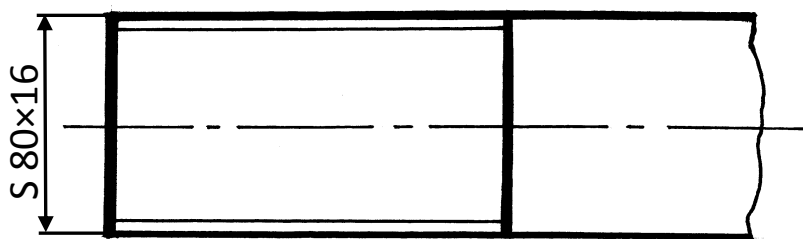


Рисунок 95

е) специальная резьба обозначается неодинаково. Если резьба имеет стандартный профиль, но размеры диаметра или шага отличны от принятых по стандарту, то к обозначению резьбы добавляют буквы Сп.

Например: Сп.М 64×5-6q (рис. 96).

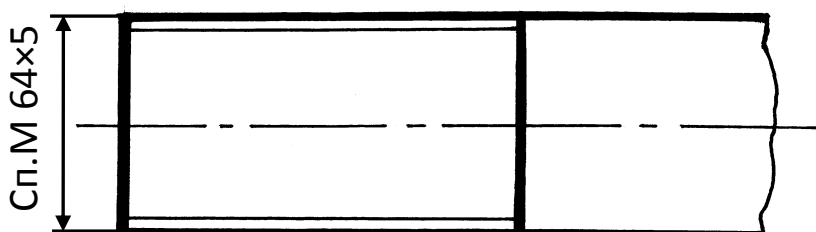


Рисунок 96

Если резьба имеет нестандартный профиль, например прямоугольный, то его выполняют в увеличенном масштабе и на изображении проставляют все необходимые размеры (рис. 97, 98).

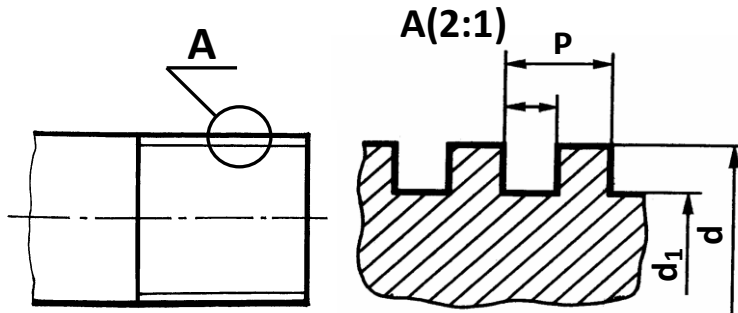


Рис. 97

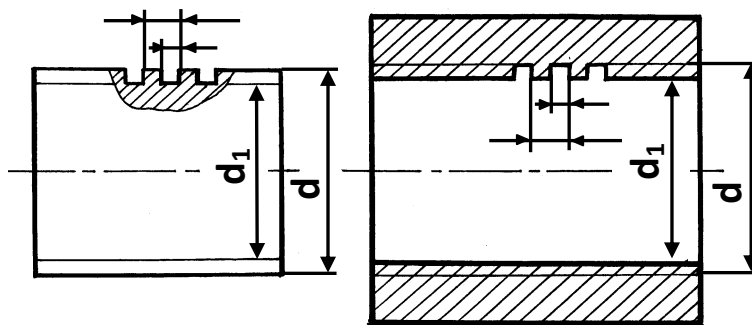


Рис. 98

Примечание: на студенческих чертежах допускается не ставить поле допуска.

1.3. Крепежные изделия

1.3.1. **Болт** – цилиндрический стержень, имеющий с одной стороны головку, а с другой – резьбу под гайку. Конструкция головки болта имеет фаску, сглаживающую острые края головки и облегчающую наложение гаечного ключа при свинчивании.

Наиболее распространены болты с шестигранной головкой нормальной точности, размеры которых определяют ГОСТ 7798-70, ГОСТ 7795-70, ГОСТ 7805-70, ГОСТ 7796-70 и др.

Болты бывают пяти исполнений, но наибольшее распространение получили болты: исполнение 1 – без отверстия в головке и стержне; исполнение 2 – с отверстием для шплинта в нарезанной части стержня

болта; исполнение 3 – с двумя отверстиями в головке болта (в них проводится проволока для соединения группы нескольких одинаковых болтов) (рис. 99).

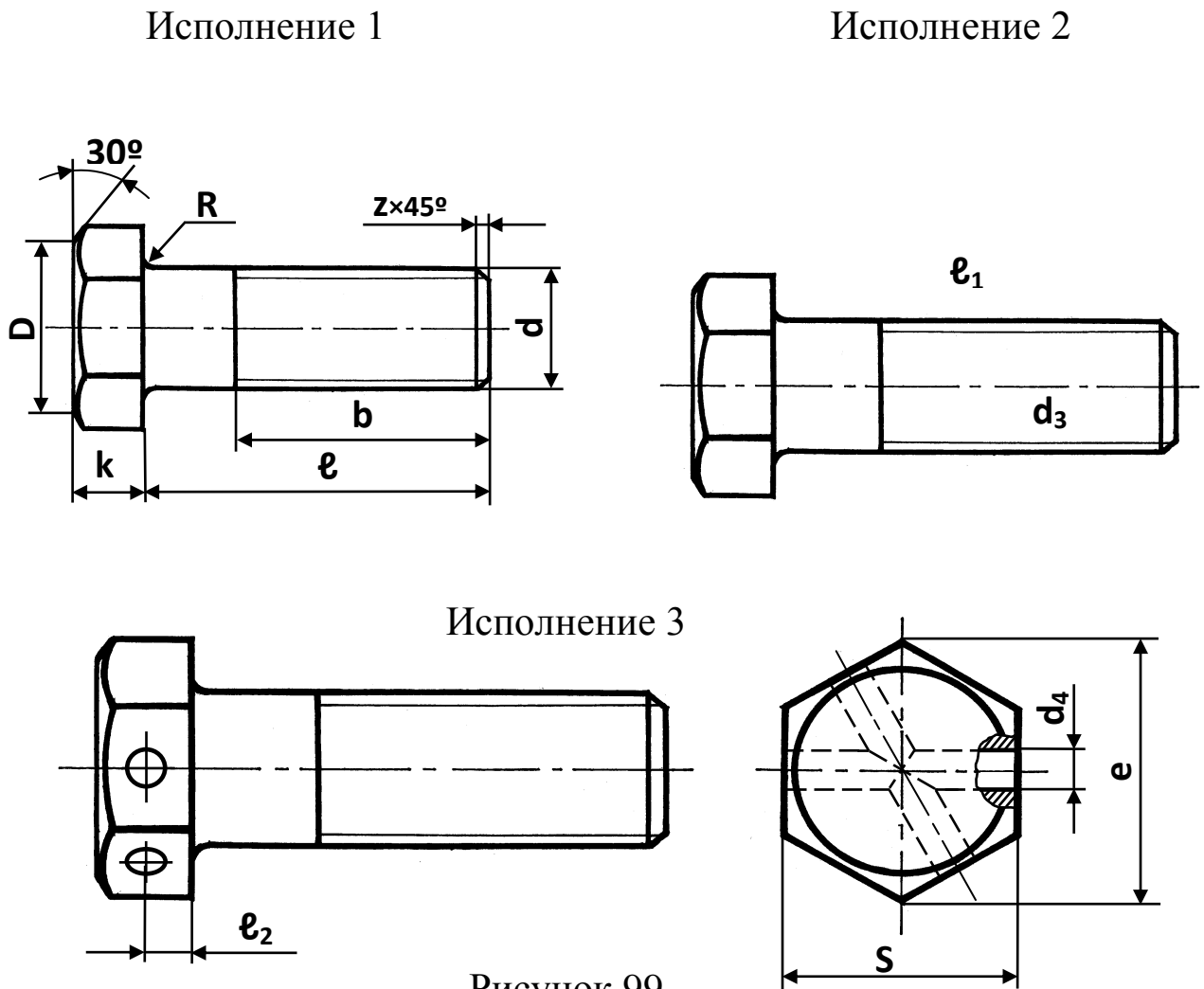


Рисунок 99

Болты исполнения 2 применяют для соединения деталей машин, испытывающих вибрацию, толчки, удары, ведущие к самоотвинчиванию гаек и болтов. Шплинт или проволока будет этому препятствовать.

Каждому диаметру резьбы болта d соответствуют определенные размеры головки. При одном и том же диаметре резьбы d болт может быть изготовлен различной длины, которая стандартизирована.

Обычно резьбовые крепежные детали изображаются на чертеже так, чтобы ось их резьбы располагалась параллельно основной надписи чертежа (рис. 100).

В условное обозначение болта входит: исполнение, диаметр резьбы, шаг (мелкий), длина болта, поле допуска, класс прочности, марка материала, покрытие и его толщина.

В учебных целях болт можно обозначать упрощенно: Болт 2М20×1,5×60 ГОСТ 7798-70. Болт 2 исполнения, диаметром $d = 20$ мм, с мелким шагом резьбы $P = 1,5$ мм, длиной болта $l = 60$ мм. То же в исполнении 1 и с крупным шагом. Болт М20×60 ГОСТ 7798-60.

Примечание: 1. Исполнение 1 в условном обозначении не указывают.

2. Болты изготавливают только с метрической резьбой.

3. При изображении болта на чертеже выполняют два вида: на плоскости, параллельной оси болта, и на плоскости, перпендикулярной оси болта со стороны головки болта.

4. Вычерчивать болт начинают с построения головки болта на виде слева. Проводят окружность диаметром e и в нее вписывают правильный шестиугольник, расстояние между двумя противоположными гранями которого определяет размер "под ключ" S . Затем проводят окружность диаметром $D = 0,95 S$.

5. Поле допуска и класс прочности на учебных чертежах не обозначаем.

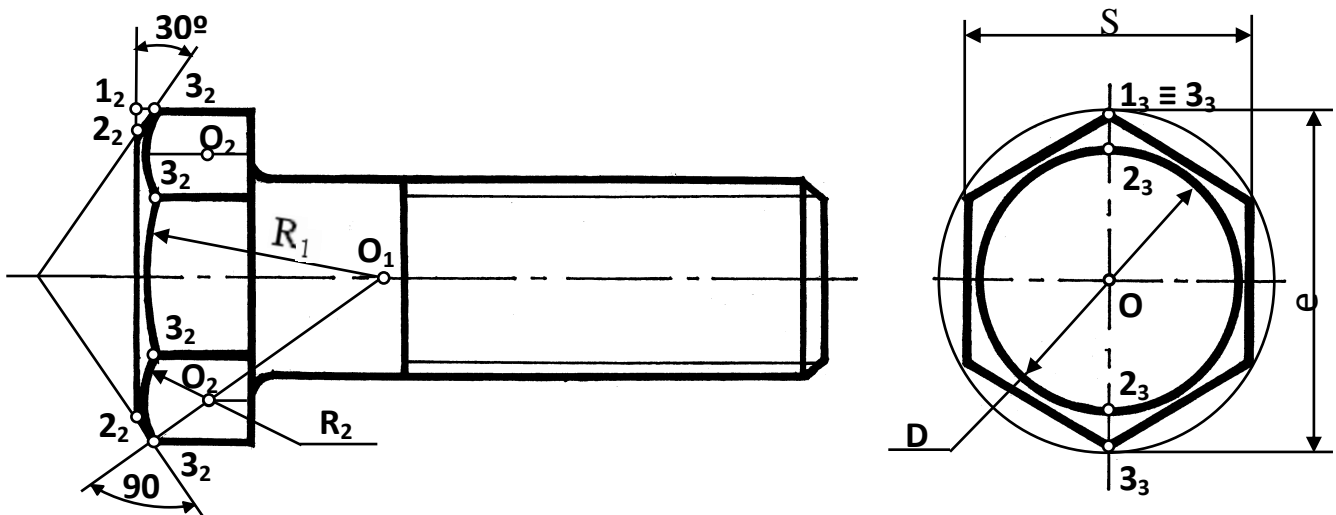


Рисунок 100

Для выполнения фаски на головке болта из центра O проводится окружность $D = (0,9 - 0,95)S$ до пересечения с вертикальной осью в точках 2_3 . Находят проекции точек 2_2 на главном виде и от них проводят линии (под углом 30° к вертикали) до пересечения с ребрами ше-

стигранника в точках $З_2$. Дуги строятся приближенно, из точки $З_2$ под углом 90° к линии $2_2 - 3_2$ проводится линия, пересекающая ось в точке O_1 и середину нижней грани в точке O_2 . Эти точки являются центрами для дуг радиусами R_1 и R_2 , заменяющих гиперболы. Дуги соединяют точки $З_2 - 3_2$ и немного (0,5-1 мм) не доходят до торцевой грани.

Размеры концов болтов, винтов, шпилек с метрической резьбой должны соответствовать ГОСТ 12414-66.

1.3.2. Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. На один конец навинчивается гайка – гаечный конец b , а другой конец ввинчивается в деталь – ввинчиваемый конец b_1 (рис. 101).

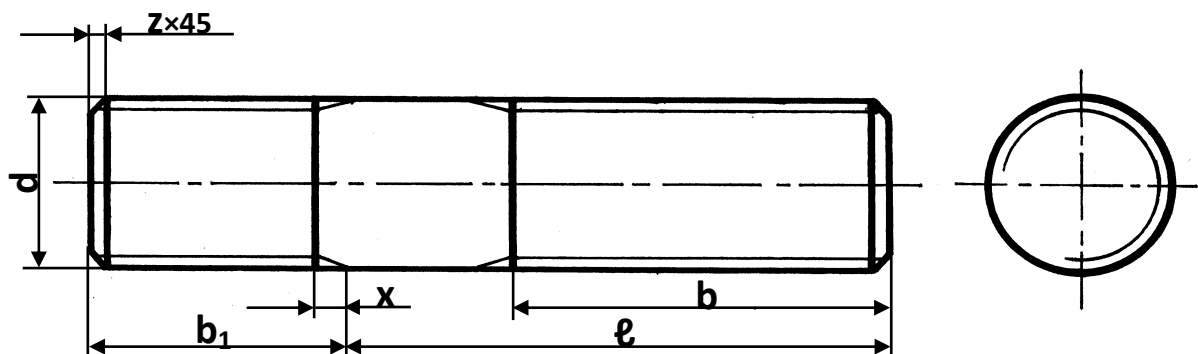


Рис. 101

Применяется шпилька вместо болтов, когда нет места для головки болта и в случае нецелесообразности установки длинного болта при значительной толщине одной из соединяемых деталей. Шпильки выпускают с метрической резьбой. Длина ввинчиваемого конца зависит от ее диаметра и материала детали, в отверстие которого ввинчивается шпилька, например:

$b_1 = d$ для стальных, бронзовых и латунных деталей (ГОСТ 22032-76 и ГОСТ 22033-76);

$b_1 = 1,25 d$ для деталей из ковкого и серого чугуна (ГОСТ 22034-76 и ГОСТ 22035-76)

$b_1 = 2d$ для деталей из легких сплавов (алюминий, силумин) (ГОСТ 22038-76 и ГОСТ 22039-76)

$b_1 = 2,5d$ для деталей из полимерных материалов (ГОСТ 22040-76).

В условное обозначение шпильки входят: исполнение, диаметр резьбы, шаг (мелкий), длина шпильки, поле допуска, класс прочности, марка материала, покрытие и его толщина.

В учебных целях шпильку обозначают упрощенно:

Шпилька исполнение 1.М16×1,5×80 ГОСТ 22032-76. Шпилька диаметром $d = 16$ мм, с мелким шагом резьбы $P = 1,5$ мм, длиной шпильки $\ell = 80$ мм.

Исполнение шпилек см. в ГОСТах.

1.3.3. Гайка – деталь с резьбовыми отверстиями и плоскими гранями, используемая для навинчивания на стержень болта, шпильки при осуществлении разъемного соединения детали.

В зависимости от назначения и условий работы гайки выполняют: шестигранными, круглыми, барашковыми и др. Наибольшее распространение получили шестигранные гайки, которые вычерчиваются как и головки болта.

Наиболее употребительны шестигранные гайки нормальной точности по ГОСТ 5915-70 в двух исполнениях: с двумя и одной наружной фасками (рис. 102).

Гайки изготавливают с метрической резьбой крупного и мелкого шага, с полями допусков резьбы 7Н и 6Н.

Упрощенно гайку обозначают: Гайка 2М20×1,5 ГОСТ 5915-70. Гайка 2 исполнения с диаметром резьбы 20 мм, с мелким шагом 1,5 мм. То же в исполнении 1 и с крупным шагом. Гайка М20 ГОСТ 5915-70.

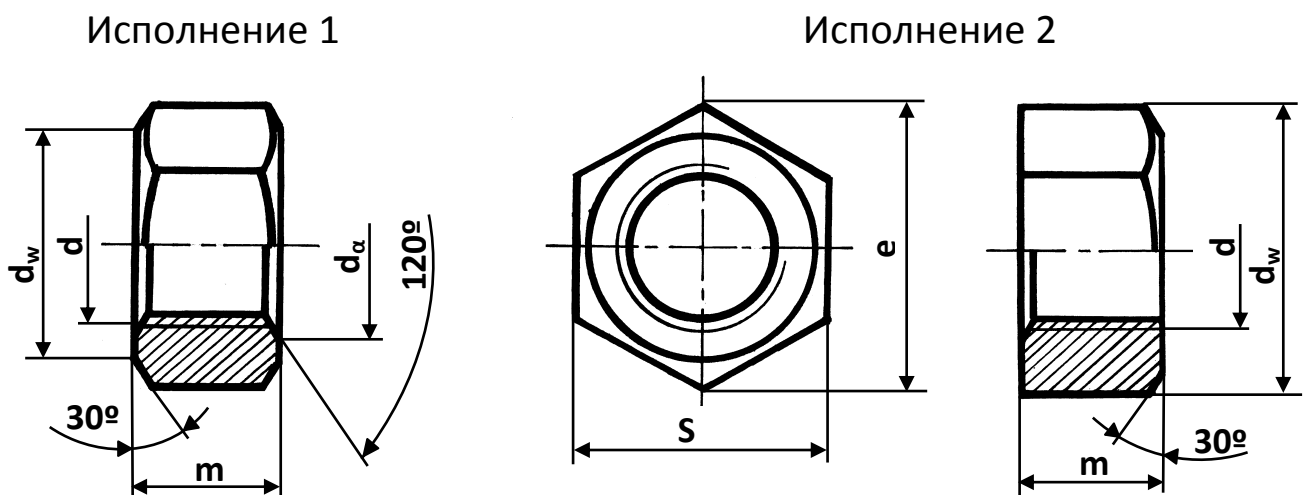


Рисунок 102

1.3.4. Шайба – изделие, закладываемое под гайку или головку болта, не имеющее резьбы, с отверстием, несколько большим диаметра стержня, сравнительно малой толщины.

Шайбы применяются при следующих условиях:

- 1) если отверстие под болты или шпильки некруглые (овальные, прямоугольные), когда мала опорная поверхность у гаек;
- 2) если необходимо предохранить опорную поверхность детали от задиrow при затяжке гайки ключом;
- 3) если детали изготовлены из мягкого материала, в этом случае нужна большая опорная поверхность под гайкой для предупреждения смятия детали.

Размеры стальных плоских шайб для болтов и гаек берут по ГОСТ 11371-78.

Наиболее часто применяют шайбы двух исполнений (рис.103):
 исполнение 1 – без фаски, класс точности А и С;
 исполнение 2 – с одной наружной фаской, класс точности А.

Условно шайбу обозначают:

Исполнение 1 (класс точности С) Исполнение 2 (класс точности А)

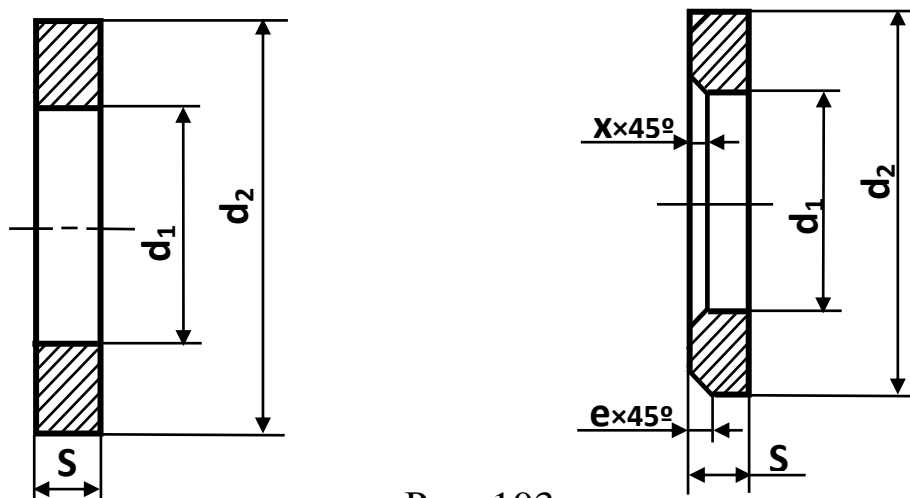


Рис. 103

исполнение 1: Шайба А.12.2,5 ГОСТ 11371-78. Шайба класса точности А с диаметром 12 мм и толщиной 2,5 мм;
 исполнение 2: Шайба 2.12.2,5 ГОСТ 11371-78.

1.4. Крепежные соединения

1.4.1. Болтовое соединение

Болтовое соединение применяют для скрепления двух и более деталей. Болт проводят через отверстия всех соединяемых деталей.

Длину болта рассчитывают по формуле

$$\ell = n_1 + n_2 + S_1 + m + 2P + Z,$$

где n_1 и n_2 – толщина соединяемых деталей, мм;

S_1 – толщина шайбы, мм;

m – высота гайки, мм;

$2P$ – длина выступающего (нарезанного) конца болта над гайкой, мм,

Z – фаска;

$2P + Z = h$.

Подсчитав длину болта, выбирают по ГОСТу ближайшее большее значение в зависимости от диаметра d (рис.104)

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = d - P$, где P – шаг резьбы. Согласно ГОСТу 2.315-68, на сборочных чертежах соединения крепежными деталями изображают упрощенно или условно (если диаметр резьбы на чертеже менее 2 мм).

Упрощенное изображение болтового соединения строят по относительным размерам, являющимися функциями диаметра резьбы (рис. 130) и округляемым при расчетах до целых чисел

Упрощенное

Условное

в сечениях

на видах

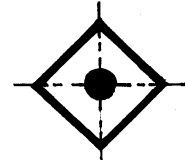
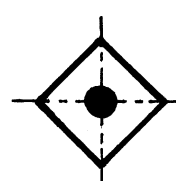
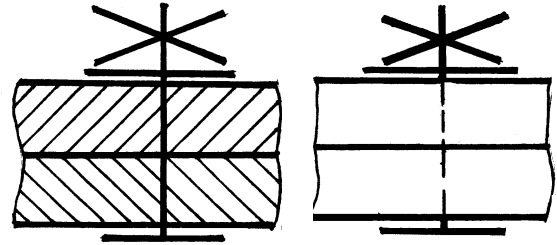
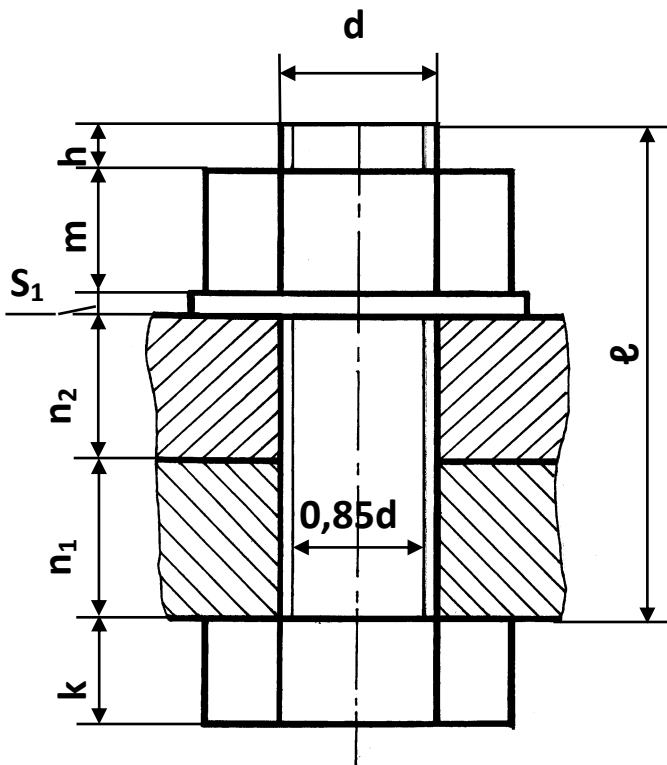
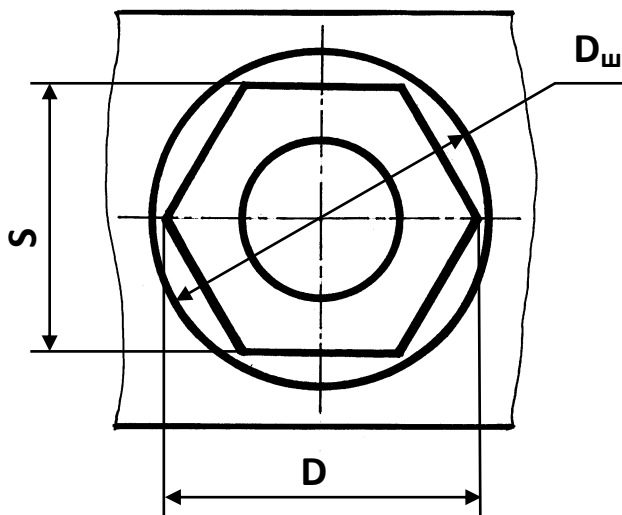
 d $Z = 0,1d$ $d_1 = d - P$ $D = 2,0d$ $m = 0,8d$ l – по ГОСТ $k = 0,7d$ 

Рисунок 104

1.4.2. Соединение деталей шпилькой

Соединение деталей шпилькой относят к неподвижным разъемным соединениям. Применяют такое соединение для скрепления двух или более деталей, когда соединение болтом невозможно или нецелесообразно (недопустимость монтажа болтового соединения, невозможность сквозного сверления всех скрепляемых деталей).

Длину шпильки определяют суммой толщины присоединяемой детали, толщиной шайбы, высотой гайки и длиной выступающего конца шпильки над гайкой:

$$l = n + S_1 + m + 2P + Z.$$

Затем полученную цифру сравнивают со стандартным рядом длин шпилек и принимают ближайшую большую.

Технологическая последовательность выполнения отверстия с резьбой под шпильку и порядок сборки шпилечного соединения показаны на рисунке 131. Вначале сверлят отверстие диаметром d_1 на глубину $b_2 = b_1 + 2P + a$. Отверстие заканчивается конической поверхностью с углом у вершины конуса 120° (рис. 105,а). Резьбу в отверстии нарезают метчиком по наружному диаметру d (рис. 105,б), так как на конце метчика имеется заборный конус, предупреждающий поломку метчика в начале резания. Глубина резьбы составляет $b_1 + 2P$. Границу резьбы изображают сплошной основной линией, перпендикулярной к оси отверстия.

Номинальные диаметры резьбы шпильки и резьбового отверстия принимают одинаковыми (рис. 105,в). Шпилька ввинчивается в резьбовое отверстие на всю длину резьбы b_1 , т.е. граница резьбы ввинчиваемого конца совпадает с линией разъема соединяемых деталей (рис. 105,г).

Сверху устанавливается деталь с отверстием немного больше диаметра, чем диаметр шпильки (рис. 105,д). На свободный конец шпильки надевается шайба и навинчивается гайка (рис. 105,е).

Такое изображение применяют на сборочных чертежах только в ответственных случаях. В основном пользуются упрощенным или условным изображением (рис. 106).

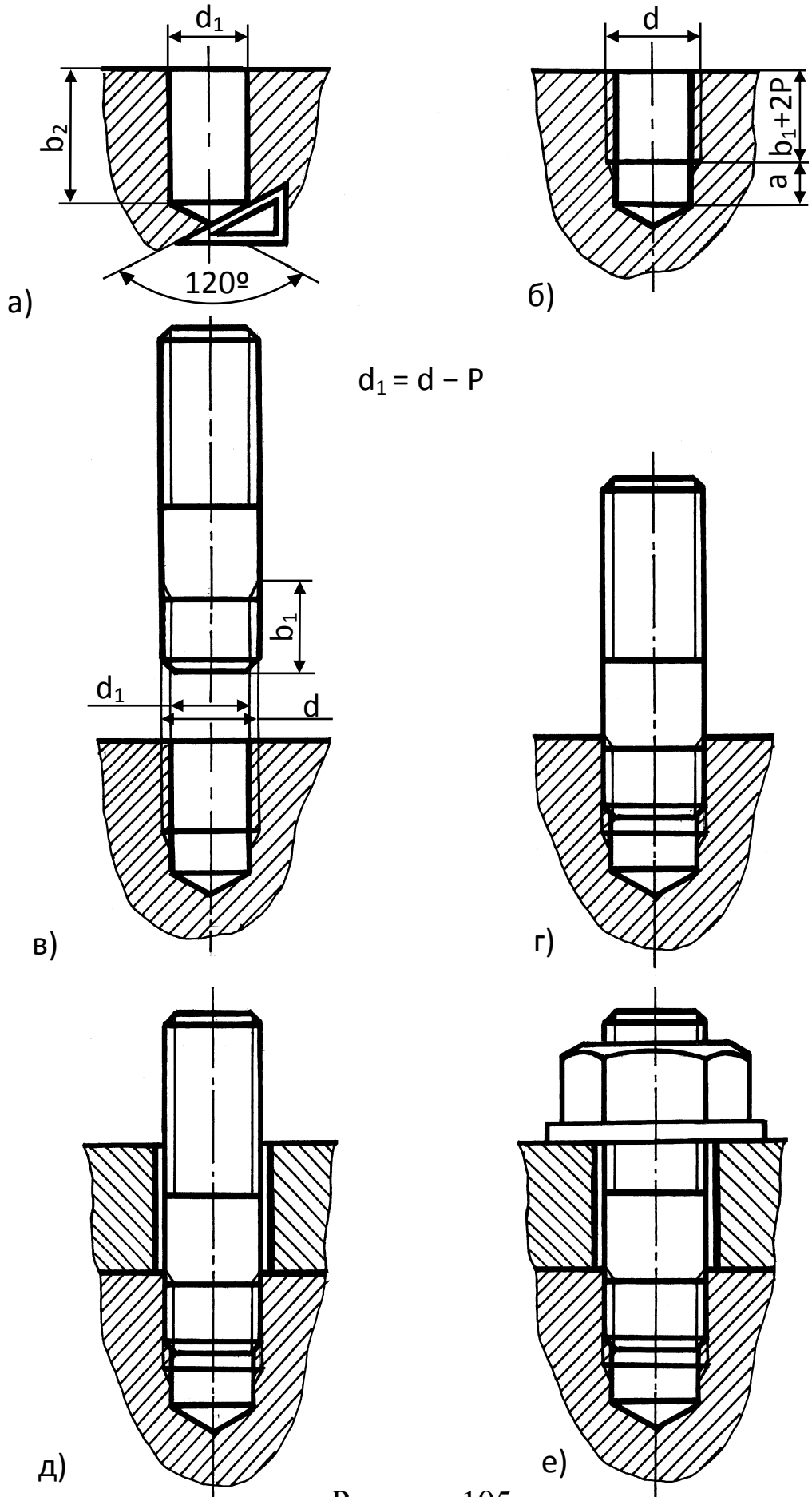
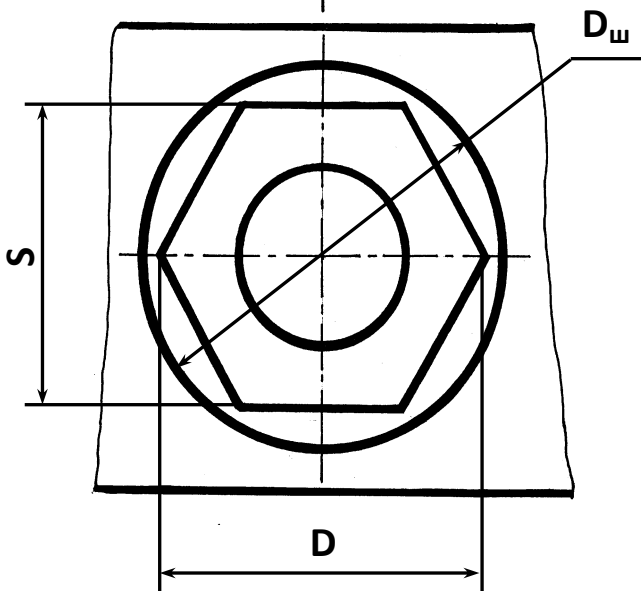
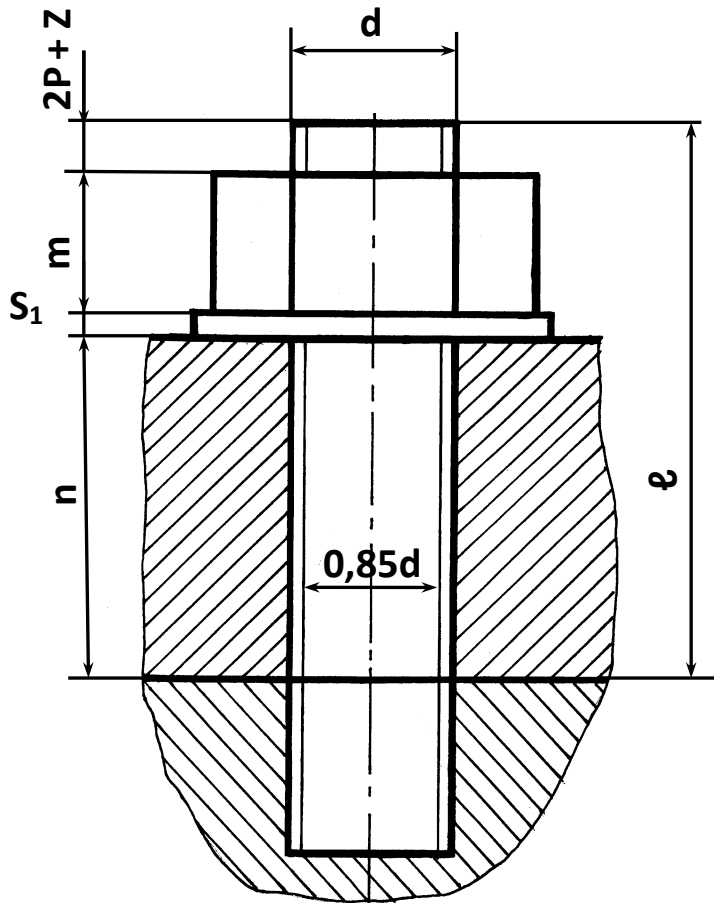
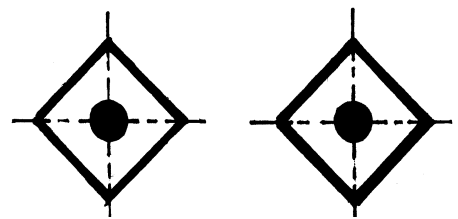
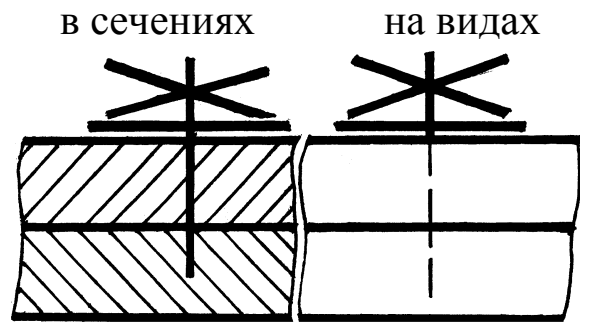


Рисунок 105

Упрощенное изображение



Условное



d

$$Z = 0,1d$$

$$d_1 = d - P$$

$$D = 2,0d$$

$$m = 0,8d$$

$$l - \text{по ГОСТ}$$

$$k = 0,7d$$

Рисунок 106

2. Практическая часть

Выполнить графическое задание № 5 «Резьбы, крепежные изделия и соединения» в соответствии с правилами оформления и выполнения чертежей (ГОСТ 2.104–68, ГОСТ 2.303–68, ГОСТ 2.304-68) на листе формата А3 (горизонтальное расположение) (рис. 107).

Варианты задания в таблице 5.

Порядок выполнения графического задания № 2:

1. На листе формата А3 (горизонтальное расположение листа) оформить рамку и основную надпись по ГОСТ 2.104–68, форма 1.
2. Вычертить шпильку, условное и упрощенное соединения шпилькой, отверстия под шпильку тонкими линиями;
4. Оформить чертеж согласно ГОСТ 2.303–68 (линии) и ГОСТ 2.306–68.
5. Нанести размеры по ГОСТ 2.304 – 68.

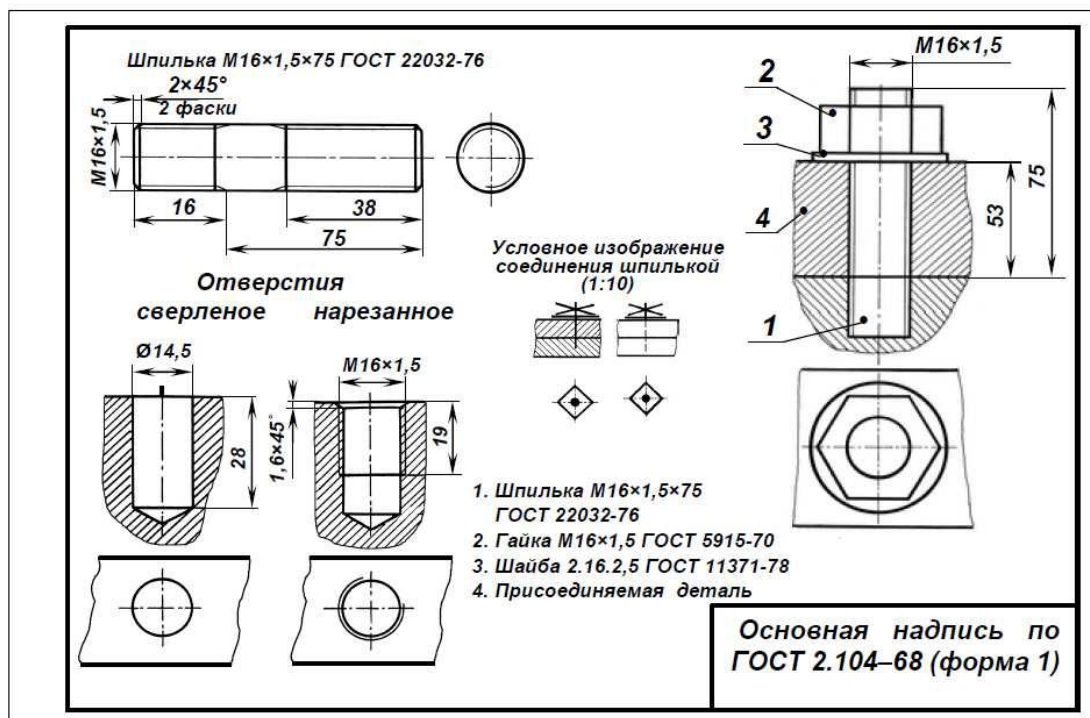


Рисунок 107

Таблица 5 – Варианты заданий СОЕДИНЕНИЕ ШПИЛЬКОЙ

№ варианта	Шпилька			Гайка			Шайба ГОСТ 11371-78		Толщина при-соеди-няемых деталей п	
	размеры резьбы		ГОСТ	исполнение	размеры резьбы		ГОСТ	исполнение		
	диа-метр	шаг			диа-метр	шаг				
1	12	1,25	22032-70	1	12	1,25	5927-70	1	12	25
2	10	1,5	22032-70	1	10	1,5	5927-70	1	10	35
3	16	1,5	22034-70	1	16	1,5	5915-70	1	16	30
4	14	2	22032-70	1	14	2	5915-70	1	14	28
5	20	1,5	22034-70	1	20	1,5	5927-70	2	20	40
6	18	1,5	22032-70	1	18	1,5	5927-70	1	18	38
7	24	3	22034-70	1	24	3	5915-70	1	24	40
8	22	1,5	22032-70	1	22	1,5	5927-70	1	22	53
9	30	3,5	22034-70	1	30	3,5	5927-70	2	30	58
10	27	2	22032-70	1	27	2	5927-70	2	27	45
11	12	1,75	22034-70	1	12	1,75	5915-70	1	12	35
12	10	1,25	22032-70	2	10	1,25	5927-70	2	10	42
13	16	2	22034-70	2	16	2	5915-70	1	16	40
14	14	1,5	22032-70	2	14	1,5	5927-70	2	14	48
15	20	1,5	22034-70	2	20	1,5	5927-70	2	20	45
16	18	2,5	22032-70	1	18	2,5	5915-70	1	18	32
17	24	2	22032-70	1	24	2	5927-70	2	24	45
18	22	2,5	22032-70	1	22	2,5	5927-70	1	22	42
19	30	2	22034-70	1	30	2	5927-70	1	30	48

Гайки шестигранные ГОСТ 5915-70

Исполнение 1

Исполнение 2

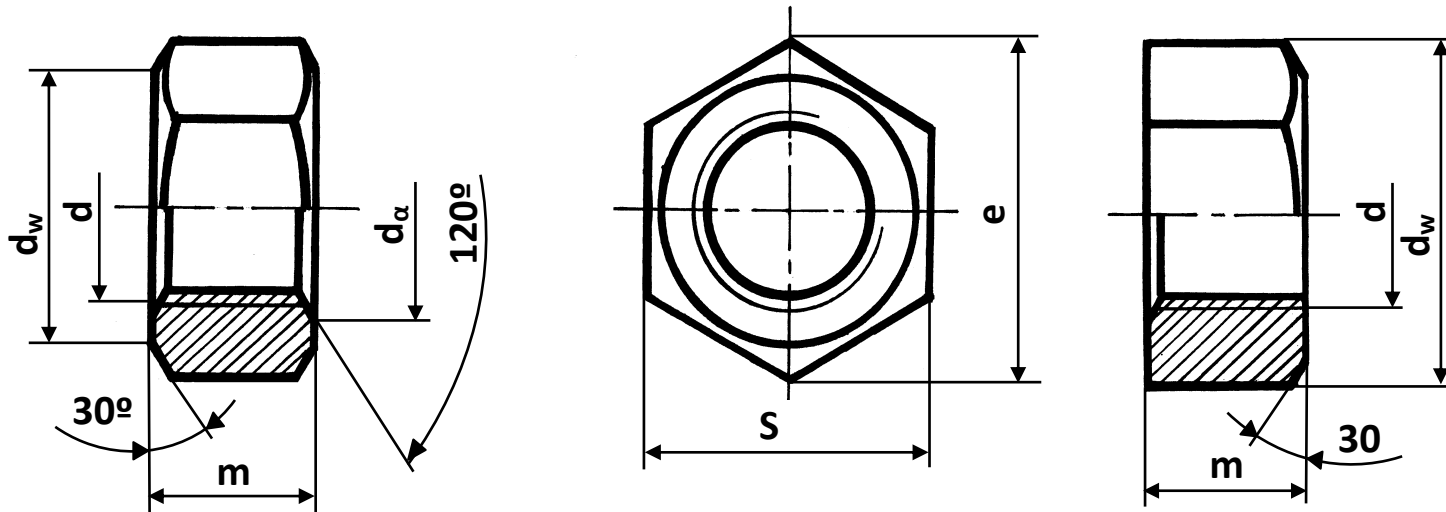


Таблица 6

Номинальный диаметр резьбы, d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер "под ключ" S по ГОСТ 24671-84		16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
Диаметр описанной окружности, e не менее		17,6	19,9	22,8	26,2	29,6	33,0	37,3	39,4	45,2	50,9
Высота гайки m по ГОСТ 24671-81		8,4	10,8	12,8	14,8	16,4	18	19,8	21,5	23,6	25,6
d_a	не менее	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
	не более	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9	29,2	32,4
d_w , не менее		14,5	16,5	19,2	22,0	24,8	27,7	31,4	33,2	38,0	42,7

Гайки шестигранные ГОСТ 5927-70
Исполнение 1

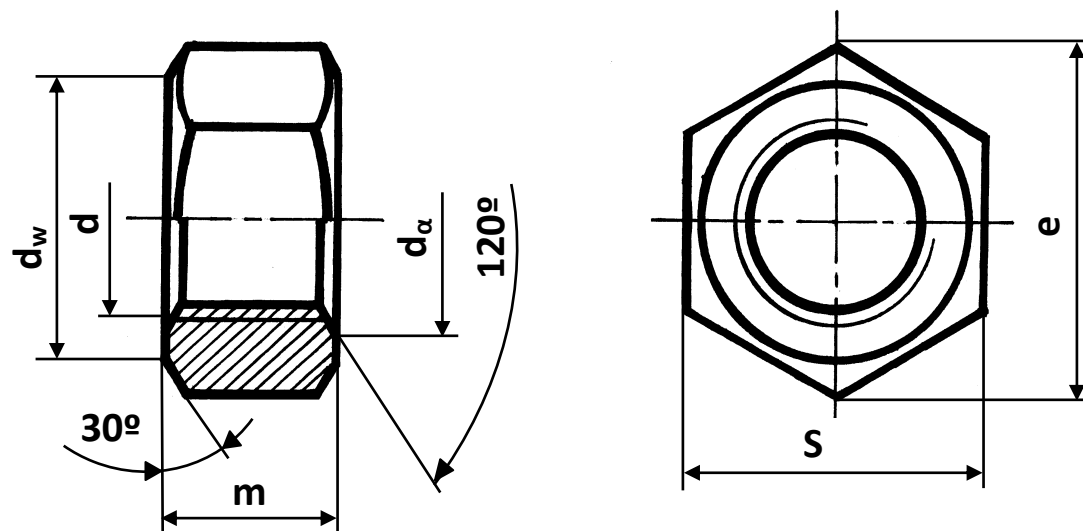


Таблица 7

Номинальный диаметр резьбы, d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Размер "под ключ" S по ГОСТ 24671-84		16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
Диаметр описанной окружности, e не менее		17,8	20,0	23,4	26,8	30,1	33,5	37,7	40,0	45,6	51,3
Высота гайки m по ГОСТ 24671-81		8,4	10,8	12,8	14,8	16,4	18	19,8	21,5	23,6	25,6
d_a	не менее	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
	не более	10,8	13	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9	29,2	32,4
d_w , не менее		14,6	16,6	19,6	22,5	25,3	28,2	31,7	33,6	38,4	43,1

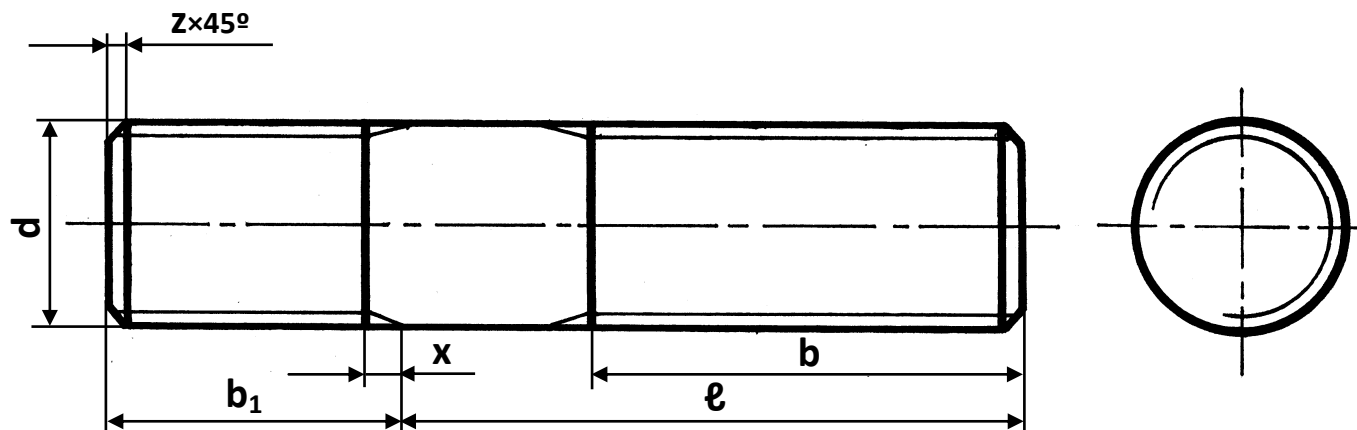
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1d$ ГОСТ 22032-76

Таблица 8

Номинальный диаметр резьбы, d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Длина ввинчиваемого резьбового конца $b_1=1d$	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Длина гаечного конца $b = 2d + 6$ при $l \geq$	35	38	42	48	55	60	65	70	75	85	
Фаска Z по ГОСТ 12414-66	1,6	1,6	1,62	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	

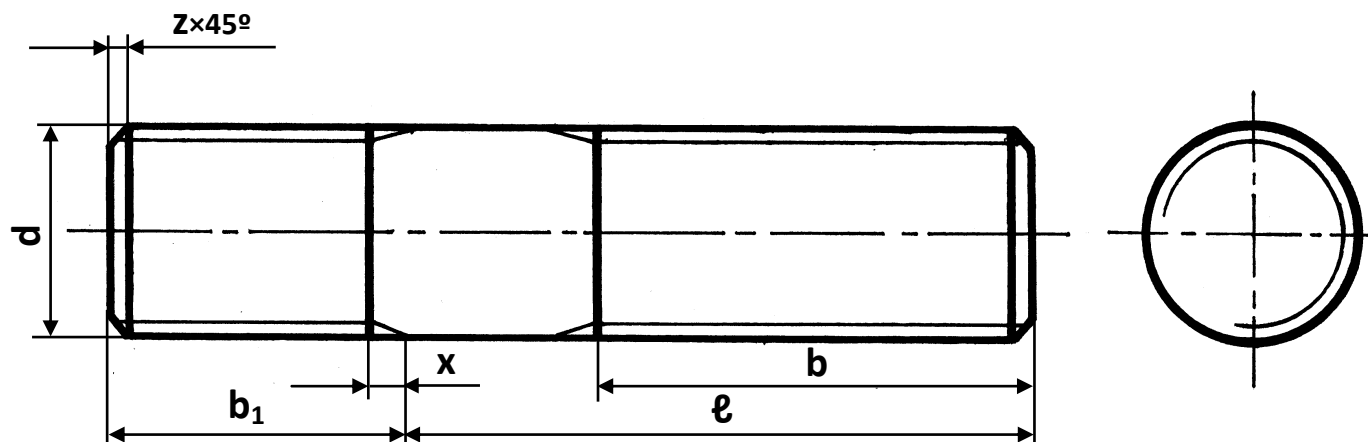
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной $1,25 d$ ГОСТ 22034-76

Таблица 9

Номинальный диаметр резьбы, d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	
Шаг резьбы	крупный	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	мелкий	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Длина ввинчиваемого резьбового конца $b_1=1,25 d$	12	15	18	20	22	25	28	30	35	38	
Длина гаечного конца $b = 2d + 6$ при $\ell \geq$	35	38	42	48	55	60	65	70	75	85	
Фаска Z по ГОСТ 12414-66	1,6	1,6	1,62	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	

Шайбы ГОСТ 11371-78

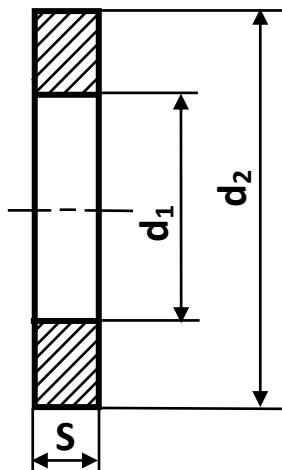
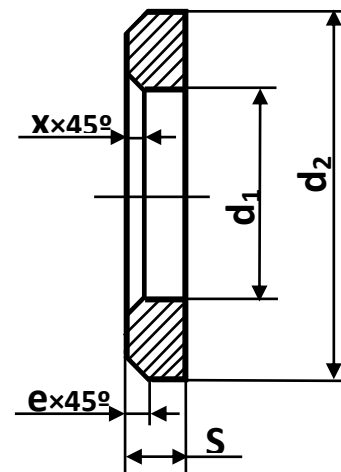
Исполнение 1
(Класс точности С)Исполнение 2
(Класс точности А)

Таблица 10

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Диаметр сквозного отверстия, d_1	10,5	13	15	17	19	21	23	25	28	31
Наружный диаметр d_2	21	24	28	30	34	37	39	44	50	56
Толщина s	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Наружная фаска e не менее	0,50	0,60	0,60	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00
Внутренняя фаска x , не менее	1,00	1,25	1,25	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	2,00

Форма и размеры концов болтов и шпилек по ГОСТ 12414-66

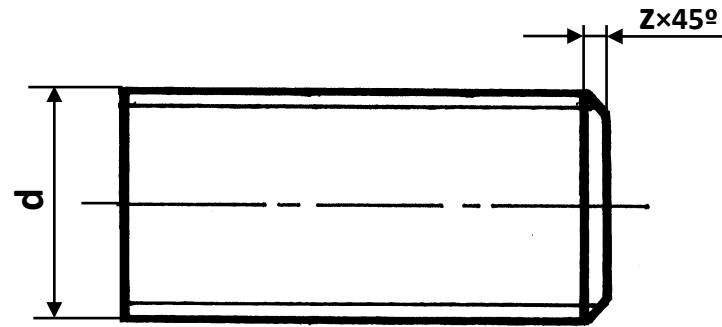


Таблица 11

d	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
z	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,4	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0

Ряд длин болтов по ГОСТ 7789-70 и ГОСТ 7805-70 ℓ : 32, 35, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125

Ряд длин шпилек по ГОСТ 22032-76 и ГОСТ 22034-7 ℓ : 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120

Сбеги для наружной метрической резьбы по ГОСТ 10549-80

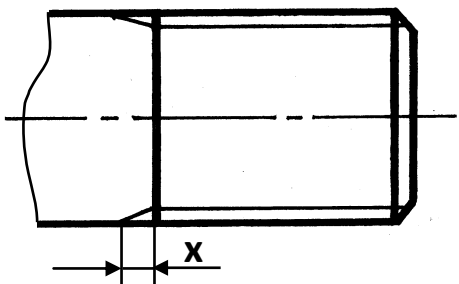


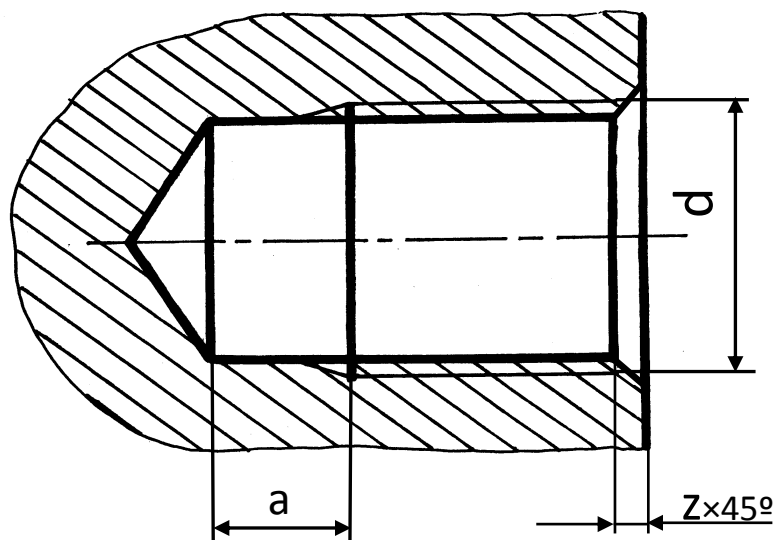
Таблица 12

Шаг P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
Сбег $x = 1,25P$	1,6	1,9	2,2	2,5	3,2	3,8	4,5
Фаска Z	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	2,5

Недорезы и фаски для внутренней метрической резьбы по ГОСТ 10549-80

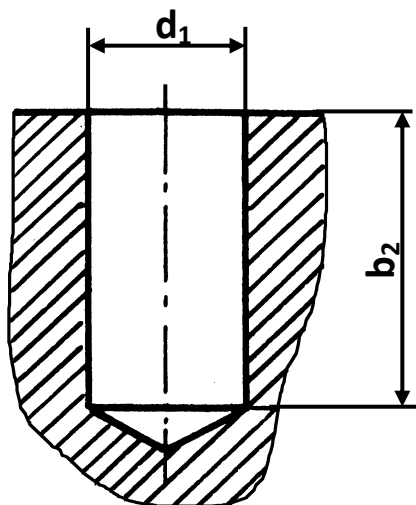
Таблица 13

Шаг P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
Недорез	8	9	11	11	12	15	17
Фаска Z	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	3

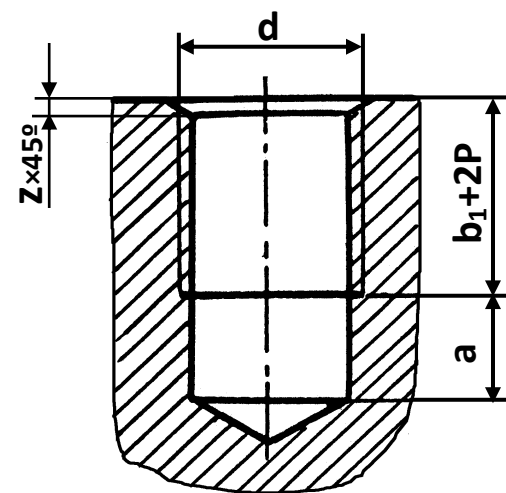


Глухое резьбовое отверстие под шпильку

Сверленное



Нарезанное



$$d_1 = d - P$$

$$b_2 = b_1 + 2P + a$$

Рисунок 108

3. Вопросы для самопроверки и защиты ДЗ № 5

1. Что такое резьба, шаг резьбы?
2. Что такое фаска, сбег, недорез?
3. По каким критериям классифицируют резьбы?
4. Какие крепежные изделия вы знаете?
5. Дайте определение крепежным изделиям: болт, шпилька, гайка?
6. Что такое длина болта, как ее рассчитать?
7. Что такое длина шпильки, как ее рассчитать?
8. Какая резьба относится к нестандартным?
9. Как обозначаются резьбы на чертежах?
10. Как вычерчивается резьба на чертеже?

Практическое занятие № 11 «Методы преобразования проекций»

Цель занятия:

- изучение студентами основных теоретических положений по теме «Методы преобразования ортогональных проекций. Метод перемены плоскостей проекций»
- закрепление теоретического материала для решения задач по данной теме.

1. Теоретические положения.

Для удобства решения некоторых позиционных и метрических задач используют различные способы преобразования комплексных чертежей, т.е. геометрические элементы (их проекции) на плоском чертеже из общего положения преобразуют в частное положение. Различают следующие способы преобразования комплексных чертежей:

1. Метод плоскопараллельного перемещения.
2. Метод вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций.
3. Метод вращения вокруг оси, параллельной плоскости проекций.

1 и 2-й методы изучить самостоятельно.

На лабораторном занятии решаем типовые задачи *методом замены плоскостей проекций*.

Суть метода заключается в том, что одна из плоскостей проекций системы Π_1/Π_2 (или последовательно обе) заменяются новой плоскостью, перпендикулярной к оставшейся. Положение заданных элементов в пространстве при этом не изменяется.

При решении задач методом замены плоскостей проекций новую плоскость проекций (новую ось проекций на комплексном чертеже) выбирают таким образом, чтобы заданные геометрические элементы в новой системе плоскостей занимали частное положение.

Последовательный переход от одной системы плоскостей проекций к другой необходимо осуществлять, выполняя следующее правило: *расстояние от новых проекций точек до новой*

оси равны расстоянию от заменяемых проекций точек до заменяемой оси.

1.2. Решение четырех основных задач методом замены плоскостей проекций.

Большинство метрических и позиционных задач, решаемых методом замены плоскостей проекций. Можно свести к одной из нижеприведенных.

Задача 1. Определить натуральную величину отрезка AB .

Из свойства параллельного проецирования известно, что отрезок проецируется на плоскость в натуральную величину, если он параллелен этой плоскости.

Выберем новую плоскость проекций Π_4 , параллельно отрезку AB и перпендикулярно плоскости Π_1 (рис. 109). Введением новой плоскости, переходим из системы плоскостей $\Pi_1\Pi_2$ в систему $\Pi_1\Pi_4$, причем в новой системе плоскостей проекция отрезка A_4B_4 будет натуральной величиной отрезка AB .

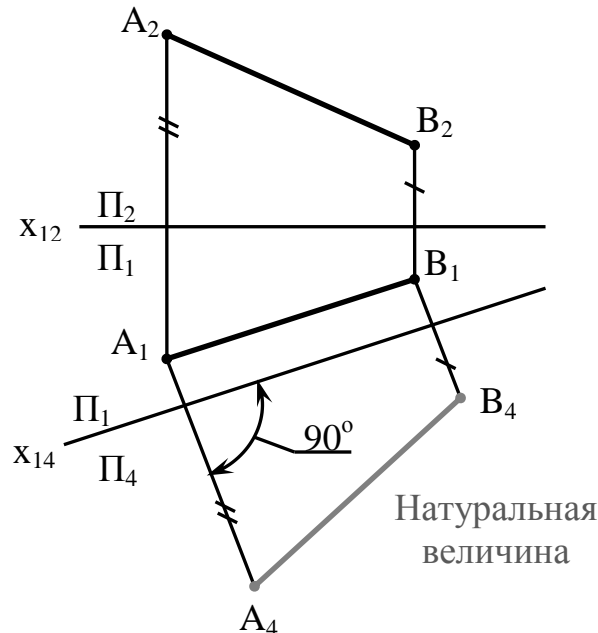


Рисунок 109

Задача 2. Определить расстояние от точки A до прямой общего положения, заданной отрезком BC .

Как видно из рисунка 110 для решения данной задачи необходимо выполнить две последовательные замены. Сначала про-

вводят плоскость Π_4 , располагая новую ось x_{14} параллельно проекции B_1C_1 , преобразуя таким образом отрезок BC в прямую уровня в системе плоскостей Π_1/Π_4 . Затем проводят еще одну плоскость Π_5 перпендикулярно проекции B_4C_4 , в результате отрезок прямой на плоскость Π_5 проецируется в точку, а расстояние от точки A до отрезка BC – в натуральную величину.

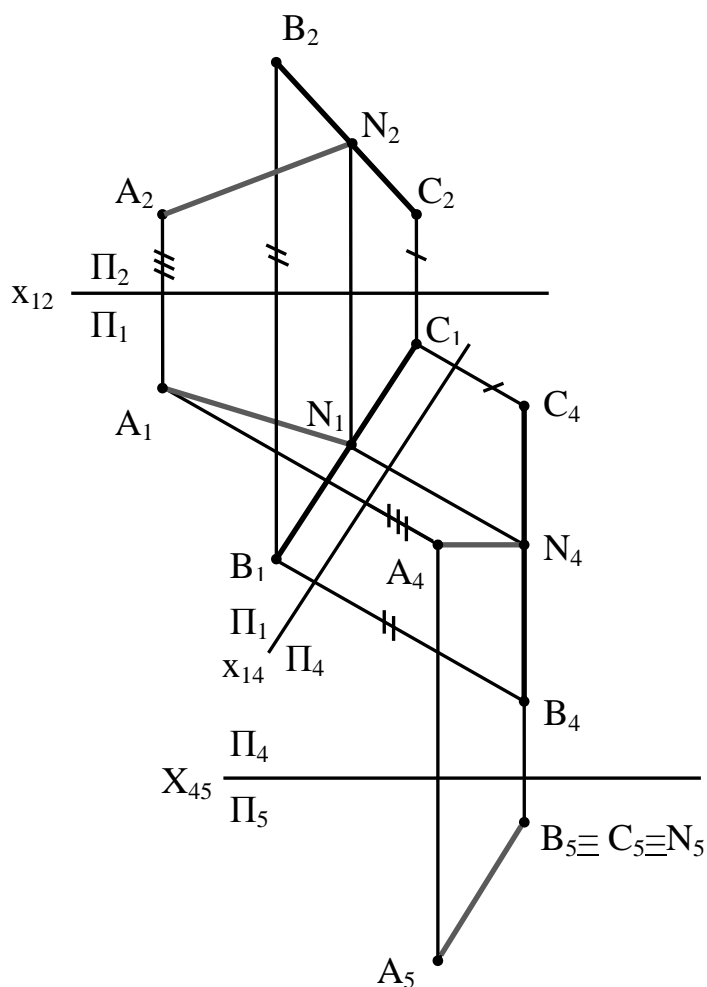


Рисунок 110

Задача 3. Преобразовать плоскость общего положения в проецирующую.

Чтобы преобразовать плоскость общего положения в проецирующую вводят новую плоскость, перпендикулярную как к заданной плоскости, так и к незаменяемой плоскости проекций.

На рисунке 111 (а) проведена новая ось x_{14} системы плоскостей проекций Π_1/Π_4 перпендикулярно к следу R_{n1} плоскости R .

Точка пересечения следа R_{n1} с осью x_{14} является новой точкой схода следов R_{x14} плоскости R . Угол α является углом наклона плоскости R к горизонтальной плоскости проекций Π_1 .

Для построения проекции следа R_{n4} , обладающего собира-
 тельным свойством, на следе R_{n2} , взята произвольная точка N_2 и
 спроецирована на плоскость R_{n4} . Соединив точки N_4 и R_{x14} , полу-
 чим след R_{n4} . Таким образом, R_{n1} и R_{n4} являются следами про-
 ецирующей плоскости R в системе плоскостей проекций Π_1/Π_4 .

На рисунке 111 (б) плоскость общего положения задана
 плоскостью треугольника ABC . Преобразовать ее в проецирующую
 можно с помощью горизонтали (или фронтали) данной
 плоскости. Ось новой системы проводится перпендикулярно к
 горизонтальной проекции горизонтали (или к фронтальной про-
 екции фронтали).

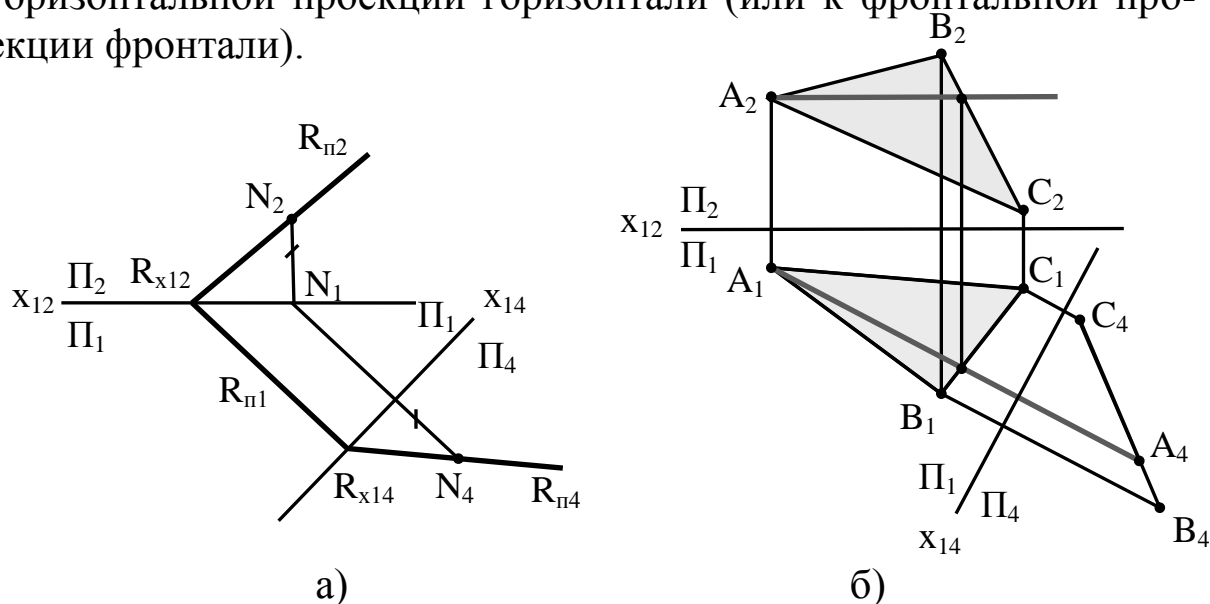


Рисунок 111

**Задача 4. Определить натуральную величину плоскости
 треугольника ABC .**

На рисунке 112 плоскость треугольника ABC , занимающая
 общее положение, аналогично предыдущей задаче, преобразова-
 на в проецирующую в системе плоскостей Π_1/Π_4 . Далее новая
 плоскость Π_5 введена перпендикулярно плоскости проекций Π_4 и
 параллельно треугольнику ABC (ось x_{45} параллельна проекции
 $A_4B_4C_4$). Проекция $A_5B_5C_5$ является натуральной величиной тре-
 угольника ABC .

Таким образом, для решения данной задачи необходимо было повести две последовательные замены плоскостей проекций.

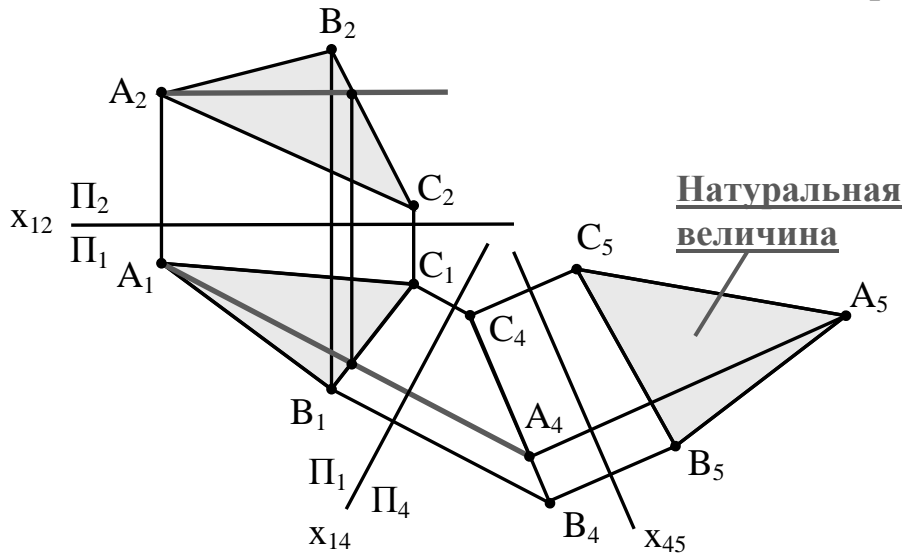


Рисунок 112

2. Практическая часть

Для закрепления теоретического материала необходимо решить графические задачи, представление в рабочей тетради «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» № 7 «Методы преобразования комплексных чертежей».

3. Вопросы для самоконтроля

1. Назовите методы преобразования комплексных чертежей и для чего их применяют?
2. В чем заключается суть метода перемены плоскостей проекций?
3. Как располагают новую плоскость при преобразовании комплексных чертежей, используя метод перемены плоскостей?
4. Как определить натуральную величину отрезка прямой?
5. Как преобразовать плоскость общего положения в проецирующую?

Практическое занятие № 12

Эскизирование

Цель занятия:

- приобретение навыков выполнения эскизов нестандартных деталей, изучение стандартов ЕСКД, ознакомление со стандартами проектирования.
- приобретение навыков для выполнения домашнего задания № 6 «Эскизирование».

1. Теоретические положения

1.1. Выполнение эскизов для сборочного чертежа

Чертеж, выполненный от руки в глазомерном масштабе, но с соблюдением пропорций элементов детали, называется эскизом. При выполнении эскиза не рекомендуется пользоваться какими бы то ни было чертежными инструментами.

Перед составлением эскиза следует осмотреть деталь, определить ее рабочее положение, понять ее назначение и обдумать, какие именно проекции следует выполнить, что принять за основной вид, сколько и каких разрезов необходимо выполнить, чтобы дать наиболее полное представление о конструктивных особенностях детали.

Эскиз рекомендуется выполнять на бумаге в клетку с соблюдением размера стандартного формата бумаги по ГОСТ 2.301-68. Каждая деталь должна быть изображена в достаточном числе проекций. При выборе размера изображения руководствуются сложностью устройства каждой детали, а также возможностью и удобством простановки размеров с тем, чтобы изображения заполнили пространство листа на 75%. При выполнении эскиза требуется также соблюдать типы линий, согласно ГОСТ 2.303-68.

Детали изображаются в положении обработки их на станке или в рабочем положении. Детали токарной обработки располагают только в положении обработки. Каждый эскиз должен быть снабжен основной надписью установленного образца. В ней

необходимо указать материал, из которого изготовлена данная деталь в соответствии с ГОСТом.

1.2. Порядок выполнения эскиза

Составление эскиза состоит из трех основных этапов:

1 этап – выполнение проекций (вычерчивание эскиза в необходимых проекциях и с необходимыми разрезами)

Этот этап можно начать с выяснения названия и назначения детали, установления технологического или рабочего положения, уяснения конструкции детали. Определяется число видов, разрезов, сечений, необходимых для полной передачи формы и устройства детали. Определяется формат листа для данной детали, после чего выполняется рамка и основная надпись. На этом же этапе устанавливаются соотношения габаритных размеров (глазомерно) и на листе выделяются прямоугольные площадки для каждого вида проекций в соответствии с рисунком 113,а.

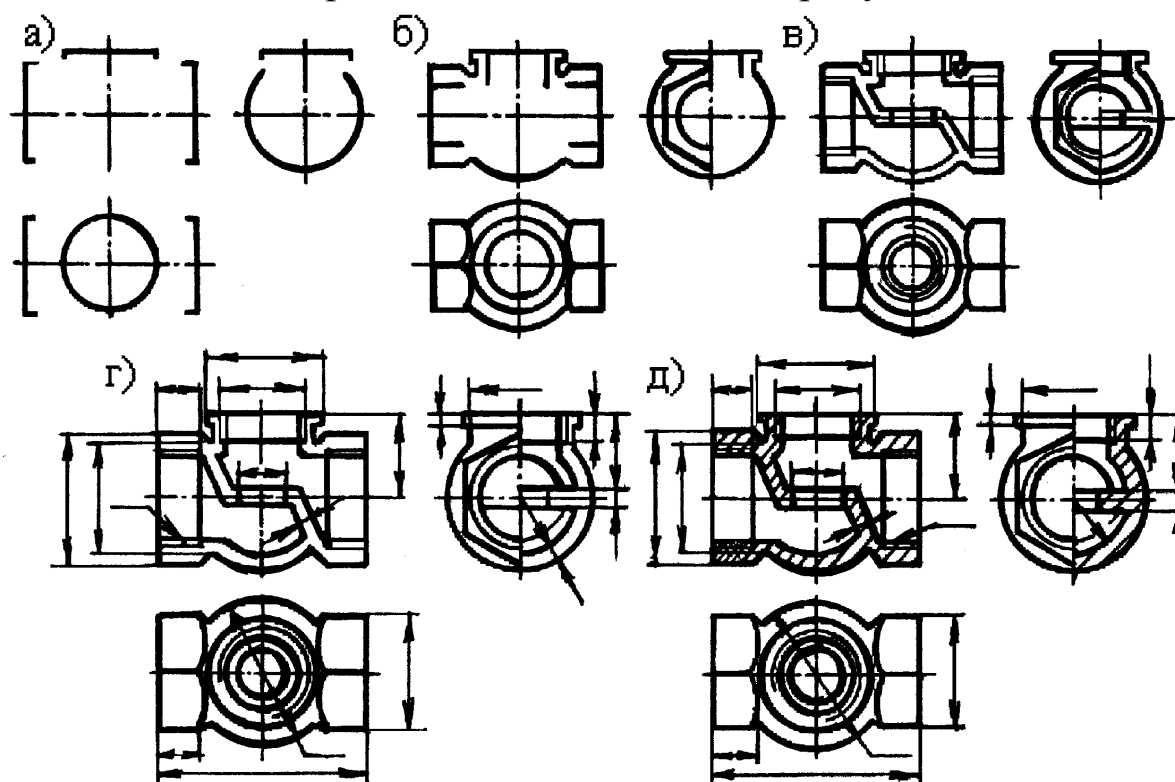


Рисунок 113

Затем проводят оси симметрии, после чего рисуют основные формы детали, увязывая все проекции между собой.

Далее проводятся все линии, необходимые для показания всех подробностей в устройстве детали. На этом же этапе выполняют все необходимые разрезы, которые рекомендуется не заштриховывать в соответствии с рис. 113,б и 113,в.

2 этап – нанесение размерных и выносных линий в таком количестве, чтобы по проставленным на них размерам можно было изготовить данную деталь.

Этап 2 состоит в том, чтобы правильно расставить размерные и выносные линии в соответствии с рис 113,г. Тут же можно проставить знаки диаметра, радиуса, градуса, конусности, уклона и т.д.

3 этап – тщательное измерение детали и четкое нанесение размеров на заранее поставленные размерные линии (см. рис. 113, д).

1.3. Обмер деталей

Для измерения пользуются набором измерительных инструментов: металлическая линейка, кронциркуль, нутромер, штангенциркуль. Замер радиусов скруглений производят с помощью радиусных шаблонов, а шаги резьбы замеряют с помощью резьбовых шаблонов. По размерам наружного или внутреннего диаметра резьбы и по величине шага резьбы, определенного по резьбовому шаблону, подбирают точное значение резьбы по таблицам стандартных резьб. Если выявится несоответствие шага и диаметра стандарту, значит, резьба нестандартная. В этом случае нужно нанести на эскизе детали шаг резьбы, наружный и внутренний ее диаметры.

1.4. Нанесение размеров

Размеры на эскизах наносятся в соответствии с ГОСТ 2.307-68.

При эскизировании все размеры можно разбить на две группы: сопряженные и свободные.

Сопряженные размеры входят в размерные цепи и определяют относительное положение детали в собранном изделии. Размеры должны обеспечивать правильное положение детали в

механизме, точность ее работы, а также возможность сборки всего механизма, взаимозаменяемость деталей. При этом нужно следить, чтобы сопрягаемые размеры не имели расхождений.

Свободные размеры определяют положение поверхностей деталей, которые входят в непосредственный контакт с поверхностями деталей и не влияют на характер соединения.

Размеры конструктивных элементов (фасок, проточек, уклонов и т. д.) нужно назначать по соответствующим стандартам, а не путем измерений.

1.5. Обозначение шероховатости поверхности

Шероховатость поверхности – это совокупность ее микронеровностей.

Шероховатость поверхности играет большую роль в работе сопряженных деталей. Она влияет на трение и износ соприкасающихся поверхностей, долговечность работы изделия.

Определение шероховатости поверхности производится качественным методом, т. е. сравнением с эталоном, изготовленным из того же материала, либо количественным, т. е. измерением неровностей в нескольких местах специальными приборами (профилометрами, профилографами, двойными микроскопами и т. д.).

Для качественной оценки шероховатости профиля поверхности стандартом устанавливается шесть параметров, среди которых Rz , Ra – наиболее применяемые. Из этих параметров Ra – средняя арифметическая высота всех неровностей профиля, является предпочтительным (см. рис. 114). Значения параметров шероховатости представлены в табл. 14.

Таблица 14 – Шероховатость поверхности

Класс	Параметры, мкм	Назначение поверхности	Способы образования поверхности
1	100		
2	50	Свободные поверхности корпусов, крышек, ребер жесткости и т.п.	Литье в песчаные формы,ковка,штамповка, газовая резка
3	25	Привалочные поверхности (поверхности опор, крышек, отверстия под крепежные изделия, проточки). Свободные поверхности	Сверление, черное точение, фрезерование, строгание, литье центробежное в оболочковые формы
4	12,5	Сопрягаемые поверхности (резьбовые поверхности, отверстия под штифт, уплотнения, торцевые поверхности зубчатых колес, шпоночные пазы и т.д.) Опорные поверхности под головки крепежных изделий, опорные поверхности корпусов	Получистовое точение, растягивание, протачивание, развертывание, литье под давлением.
5	6,3		Чистовое точение, протягивание
6	3,2	Опоры валов, пробки кранов, участки поверхностей под подшипники и под запрессовку. Участки цилиндров под манжеты, резиновые кольца	Тонкое фрезерование, прокат, шлифование
7	1,6	Рабочие поверхности ходовых винтов, вкладышей, подшипников скольжения, качения и другие ответственные соединения	Шабрение
8	0,8		Шлифование тонкое
9	0,4	Рабочие поверхности поршней, пальцев, клапанов	Хонингование
10	0,2	Шейки осей и валов быстроходных	
11	0,1	Шарики и ролики высокоскоростных ответственных передач	Полирование
12	0,05	Измерительные поверхности приборов и калибров высокой точности	
13	0,025	Измерительные поверхности плиток и точечных приборов	
14	0,012		Отделочная доводка

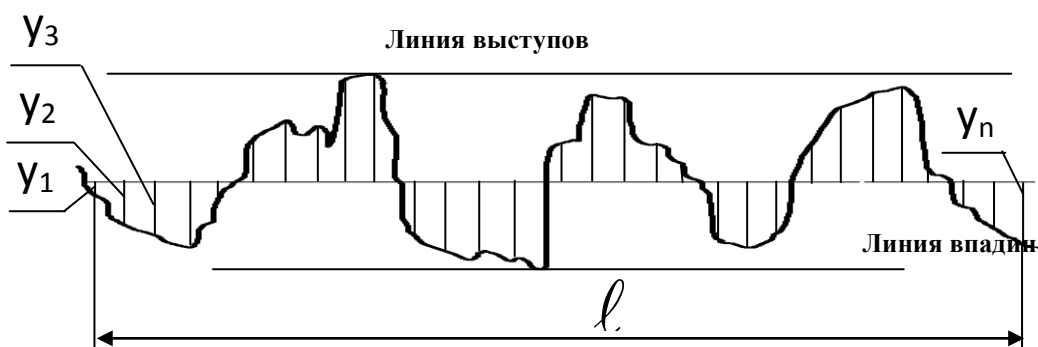
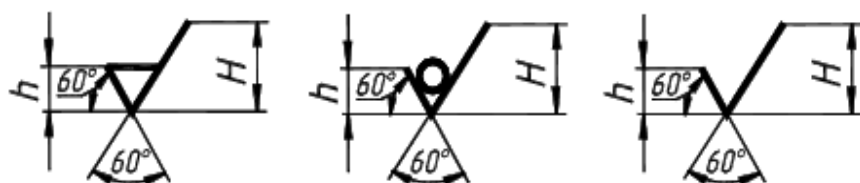


Рисунок 114

$$Ra \approx \frac{\sum^n (y)}{n}, \text{ мкм} \quad (\text{мкм} - \text{микрон} = 0,001\text{мм})$$

Обозначается шероховатость поверхности по ГОСТ 2.309-73* знаками приведенными ниже:



$H = (1,5 \dots 3)$
 h , высота h равна высоте цифр размерных чисел на чертеже.

- ✓ — знак наносится на поверхность, вид обработки которой не определен;
- ✓ — шероховатость поверхности образована без удаления слоя материала (литьем, ковкой, прокатом, волочением, штамповкой);
- ✓ — поверхность образована удалением слоя материала (точением, фрезерованием, сверлением и т.д.);

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке 115.

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

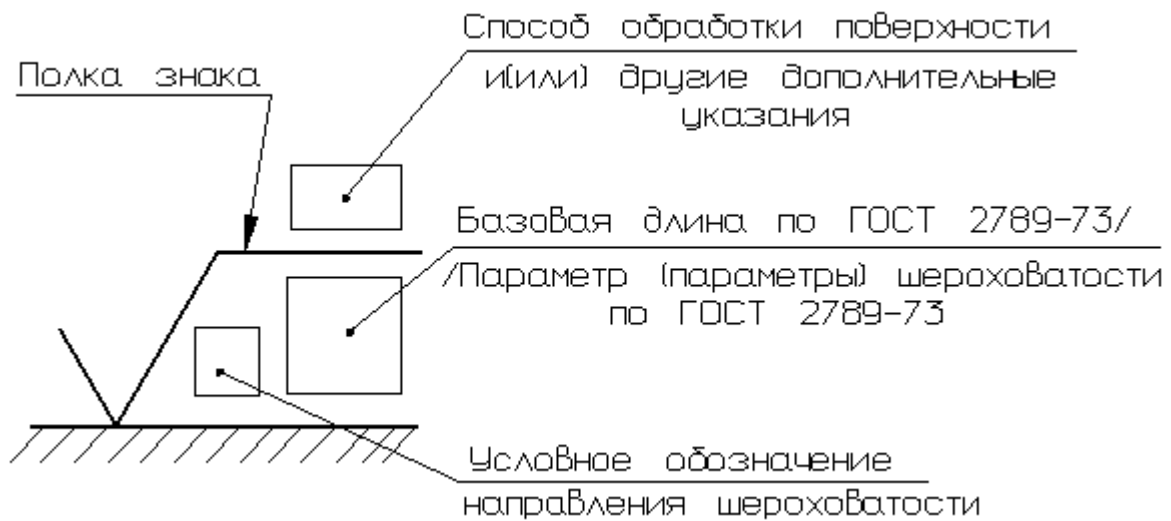


Рисунок 115

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис. 116).

На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в том случаях, когда от этой линии нанесен размер.

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 117 и 118.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунке 119.

Примечание: При расположении поверхности в заштрихованной зоне (рис. 117, 118, 119) обозначение наносят только на полке выноске.

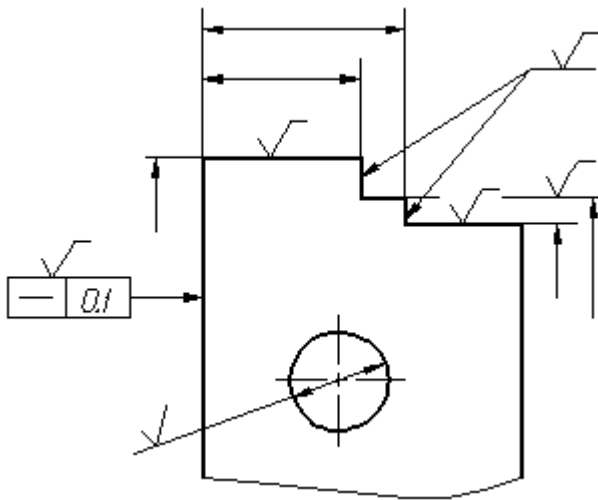


Рисунок 116

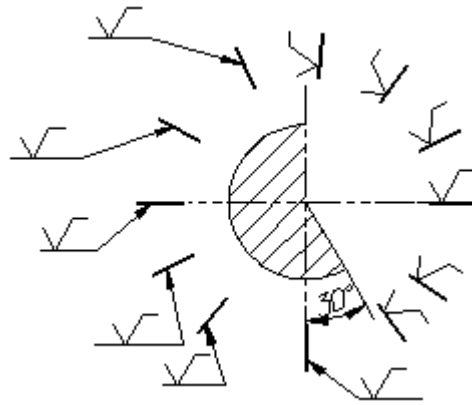


Рисунок 117

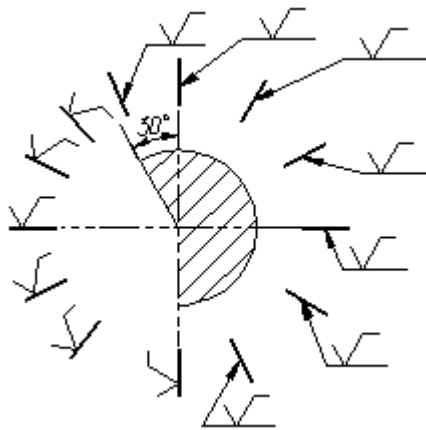


Рисунок 118

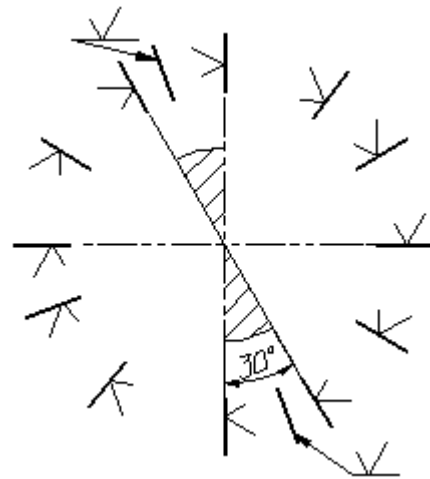


Рисунок 119

При обозначении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (рис. 120).

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис. 121). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенного в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем на обозначения, нанесенные на изображении.

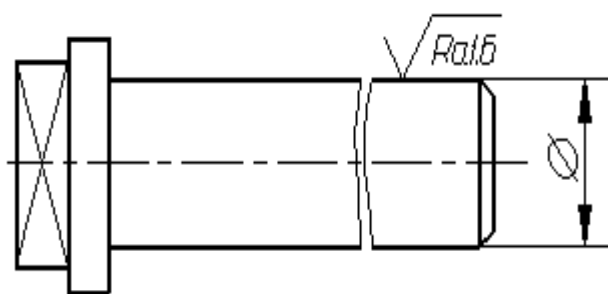


Рисунок 120

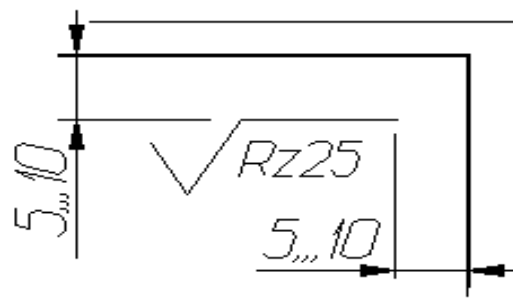


Рисунок 121

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (рис. 122) вместе с условным обозначением $\sqrt{\checkmark}$. Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак \checkmark , должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением.

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

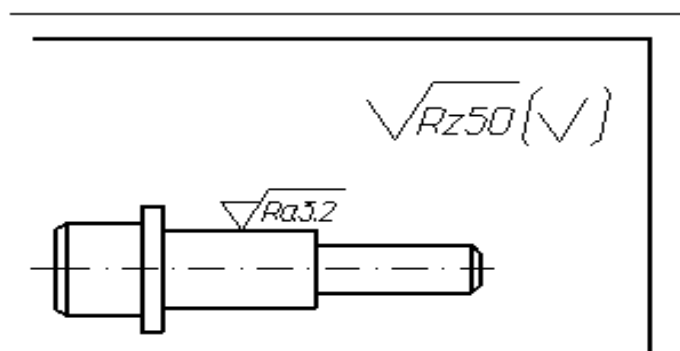


Рисунок 122

На рисунке 123 показаны поверхности, имеющие различную шероховатость в зависимости от способа изготовления детали.

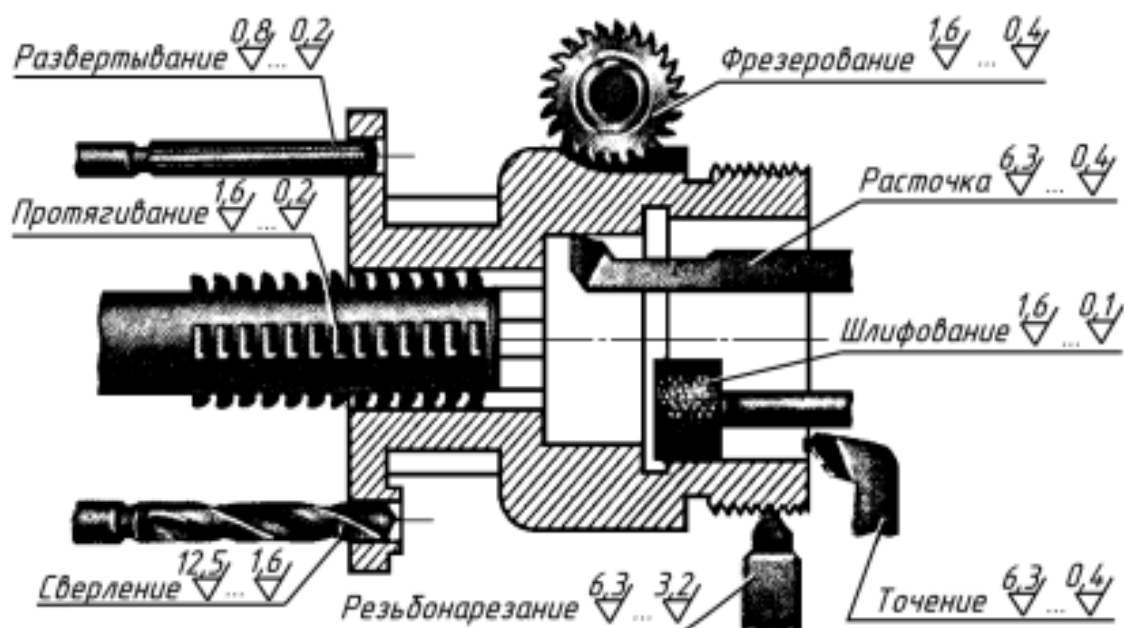


Рисунок 123

1.6. Особенности выполнения эскиза шпинделя

Детали, имеющие форму тел вращения, обрабатываются в основном на токарных и аналогичных им станках.

Оси, валы, втулки, шпиндели, изготавливаемые в процессе обработки вращением, располагаются так, чтобы их ось была параллельна основной надписи чертежа. В этом случае детали могут иметь только одно изображение, второе заменяется условными знаками диаметра, квадрата и т.д. Для пояснения отдельных элементов применяются местные разрезы, сечения, выносные элементы.

Детали, ограниченные поверхностями вращения разного диаметра, обычно вычерчиваются так, чтобы участки с большими диаметрами находились левее участков с меньшими диаметрами, что соответствует расположению детали на станке при ее обработке.

На рисунке 124 показан пример выполнения эскиза шпинделя.

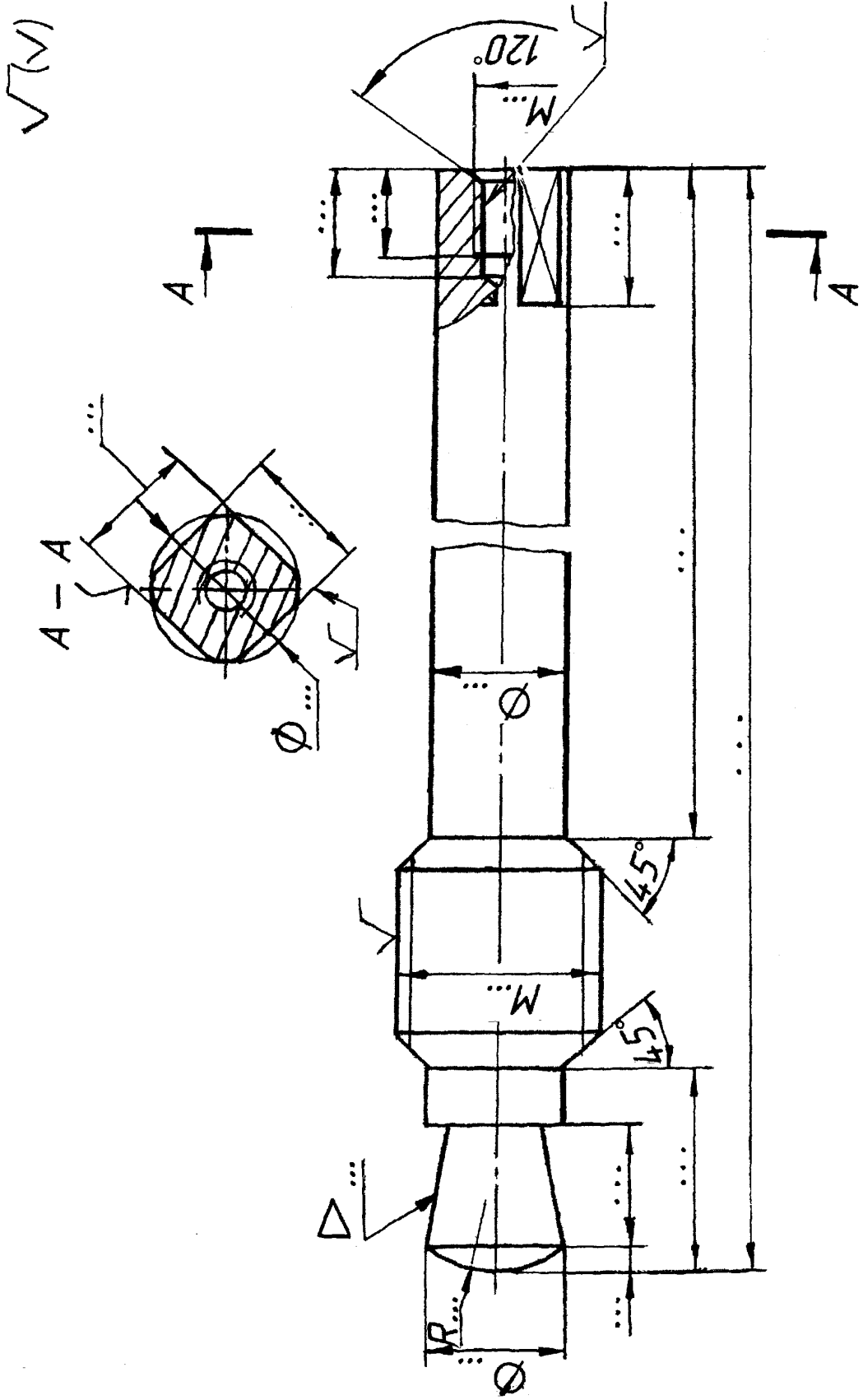


Рис. 124

1.7. Особенности выполнения эскизов накидной гайки и крышки корпуса

При вычерчивании эскиза накидной гайки или крышки корпуса деталь располагается как на токарном станке в процессе обработки (см. рис. 125). Даются две проекции, поскольку деталь ограничена поверхностями вращения и имеет один шестигранный элемент. Главное изображение (фронтальная проекция) дает представление о форме детали, поскольку содержит проекции образующих, принадлежащих поверхностям вращения (цилиндрам и конусам). Вид соединен с разрезом. Приведены также выноски стандартных конструктивных элементов.

При выполнении проекций отдельных элементов могут встретиться случаи некоторой асимметрии конструктивных элементов. Иногда эта асимметрия довольно велика и образована конструктором намеренно. Иногда она незначительна, вызвана случайными погрешностями изготовления детали. В таком случае асимметрию не следует фиксировать на чертеже. Случайный характер имеют обычно неровности на поверхности больших литых деталей.

9(√)

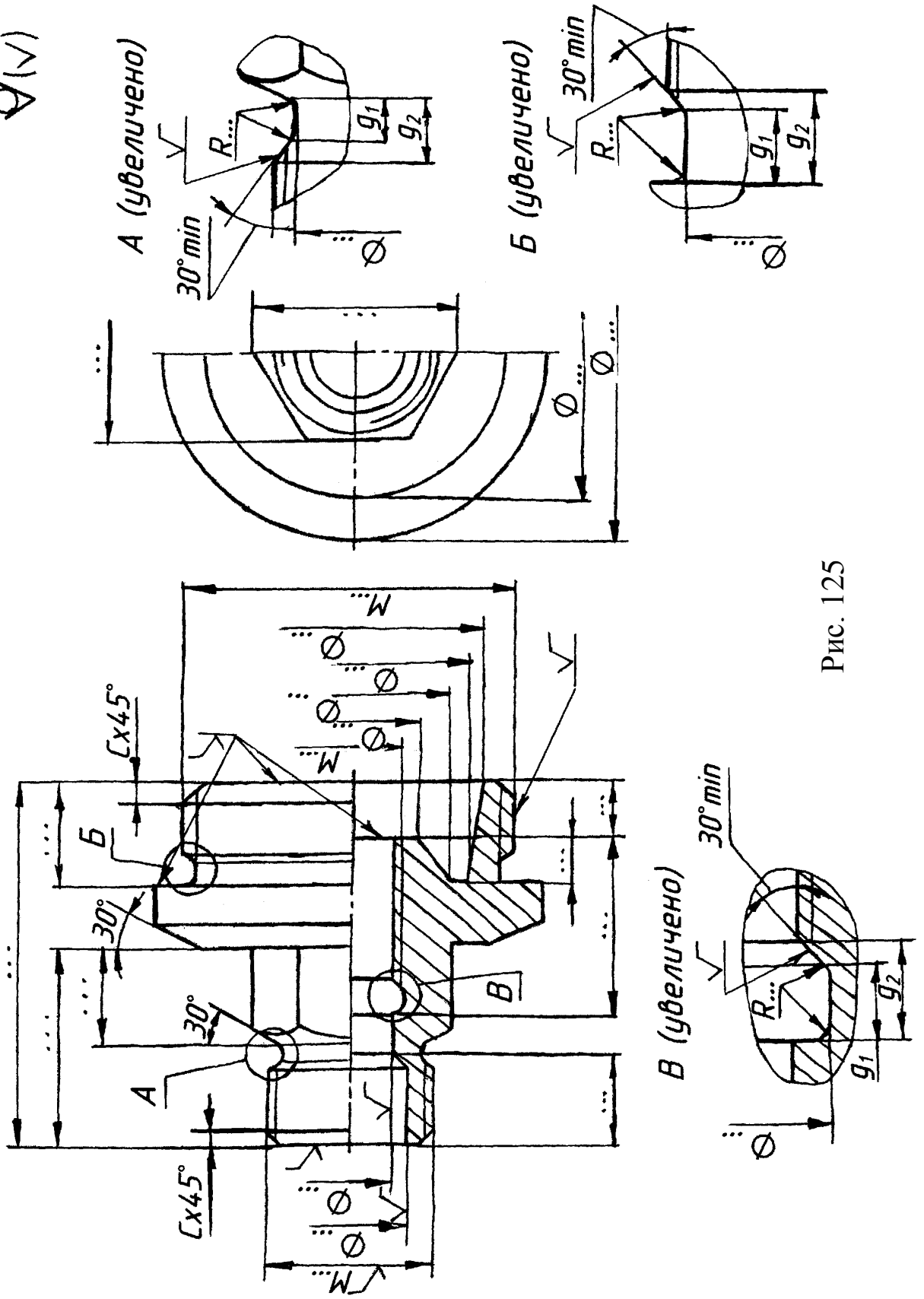


Рис. 125

1.8. Особенности выполнения эскизов корпуса

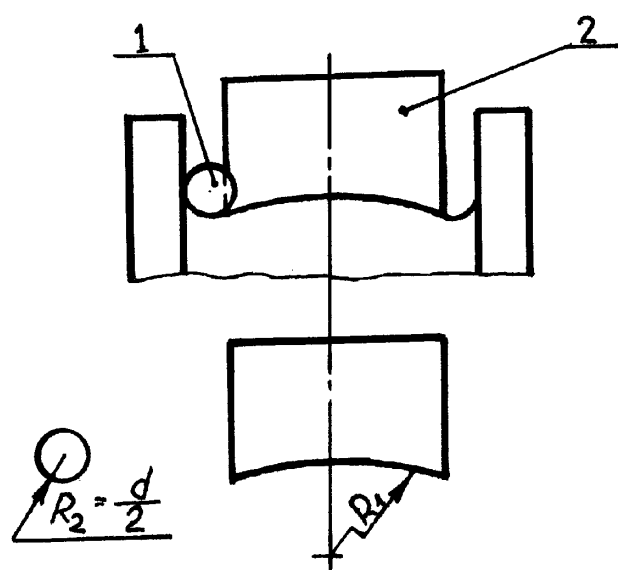
Корпус не имеет внутренней симметрии, лобовые перегородки вентиля направлены в разные стороны. В этих случаях рекомендуется делать полный разрез, как это показано на основном виде (см. рис. 126, 127). На рисунке 127 в качестве примера дан эскиз корпуса другой конструкции.

Профильная проекция может быть выполнена в виде совмещения вида и разреза, так как корпус проецируется на профильную плоскость симметрично относительно вертикальной оси. На горизонтальной проекции делать разрез не следует, так как наличие седловины, лобовых перегородок и переходов от седловины к корпусу может привести к неправильному пониманию разреза.

Толщина стенок определяется как полуразность наружного и внутреннего диаметров корпуса и одинакова для всего корпуса.

Радиусы литейных скруглений также одинаковы; отдельные могут быть больше, причем одинаковы снаружи и внутри корпуса. Радиусы этих скруглений и радиус образующей тора можно определить согласно рисунку 128. Стенки перегородки наклонены обычно на угол 45° .

Поверхности, где нет скруглений, обработаны.



1, 2 – шаблоны

Рисунок 128

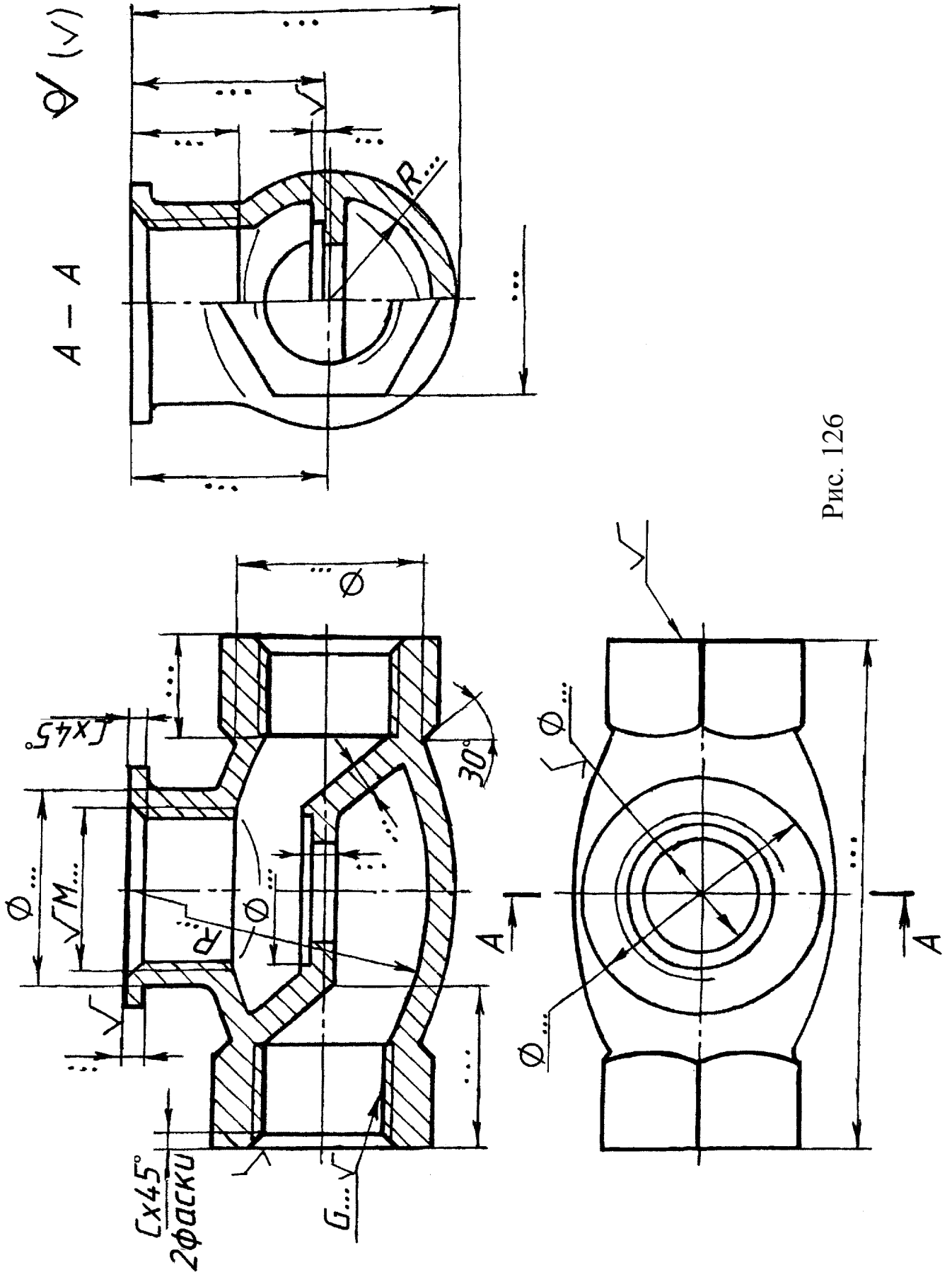


Рис. 126

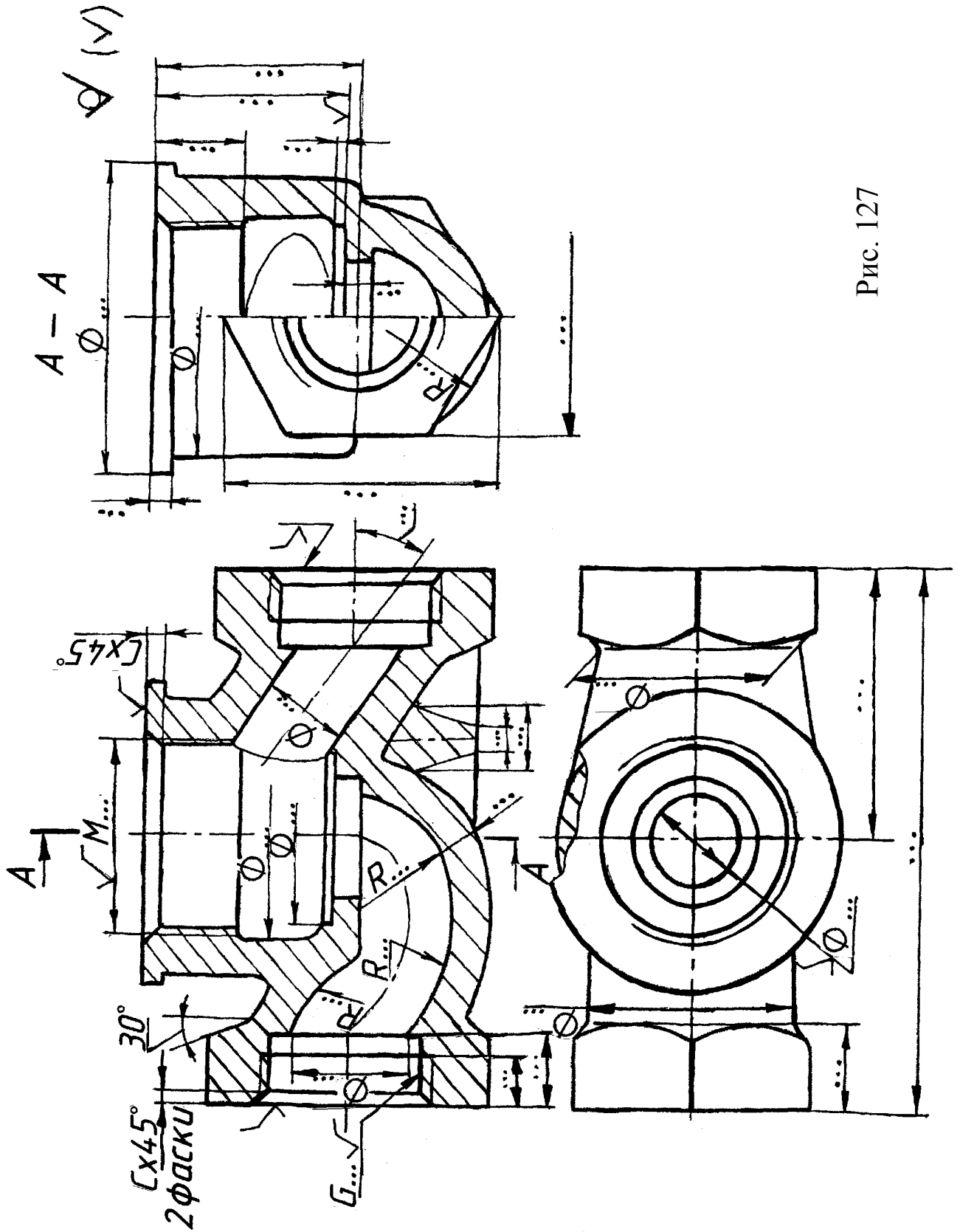


Рис. 127

2. Практическая часть

Домашнее задание № 6 «Эскизирование»: выполнить эскизы 2-х нестандартных деталей (крышка, корпус) на листах формата А3, разлинованных в клетку (1 см × 1 см) желтым карандашом.

Все листы оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД.

3. Вопросы для самоконтроля и для защиты ДЗ № 6 (часть 1)

1. Что такое эскиз?
2. Для каких деталей выполняют эскизы?
3. В каком масштабе выполняют эскизы?
4. Расскажите порядок выполнения эскиза?
5. Как наносятся размеры детали?
6. Что такое шероховатость поверхности?

Практическое занятие № 13

Сборочный чертеж

Цель занятия:

- приобретение навыков выполнения рабочих чертежей, сборочных чертежей и составления спецификаций, изучение стандартов ЕСКД, ознакомление со стандартами проектирования.
- приобретение навыков для выполнения домашнего задания № 7 «Сборочный чертеж».

1. Практическая часть

1.1. Описание конструкции и принципа действия вентиля

Рассмотрим выполнение данного задания на примере чугунного вентиля, служащего для регулирования потока жидкости (см. рис. 129). Вентиль присоединяется к трубопроводу при помощи резьбы, нарезанной на внутренней поверхности входного отверстия корпуса 4. Сверху привинчивается крышка 5. Между крышкой и корпусом кладется прокладка 6. Через крышку проходит шпindel 8. Конец шпинделя имеет форму конуса. При сборке он вводится в цилиндрическое углубление, имеющееся в клапане 3. Для соединения шпинделя 8 с клапаном стенки последнего в верхней части завальцовываются. Под клапан кладется прокладка в виде кожного кольца 7 для уплотнения при закрытии вентиля. В верхней части крышки располагается сальниковая набивка 12, служащая для устранения течи воды вдоль шпинделя. Сверху набивки устанавливают нажимную втулку 1, которая давит на сальниковую набивку посредством накидной гайки 2. Сверху на шпindel надевается маховичок 10, с помощью которого поднимается или опускается шпindel с клапаном и тем самым регулируется количество жидкости, проходящее через вентиль. С помощью винта 9, с подложенной под него шайбой 11, маховичок крепится к шпинделю 8. Под винтом 9 расположена шайба 11. Для удобства изображения на рис. 1 детали позиций 9, 11 не показаны.

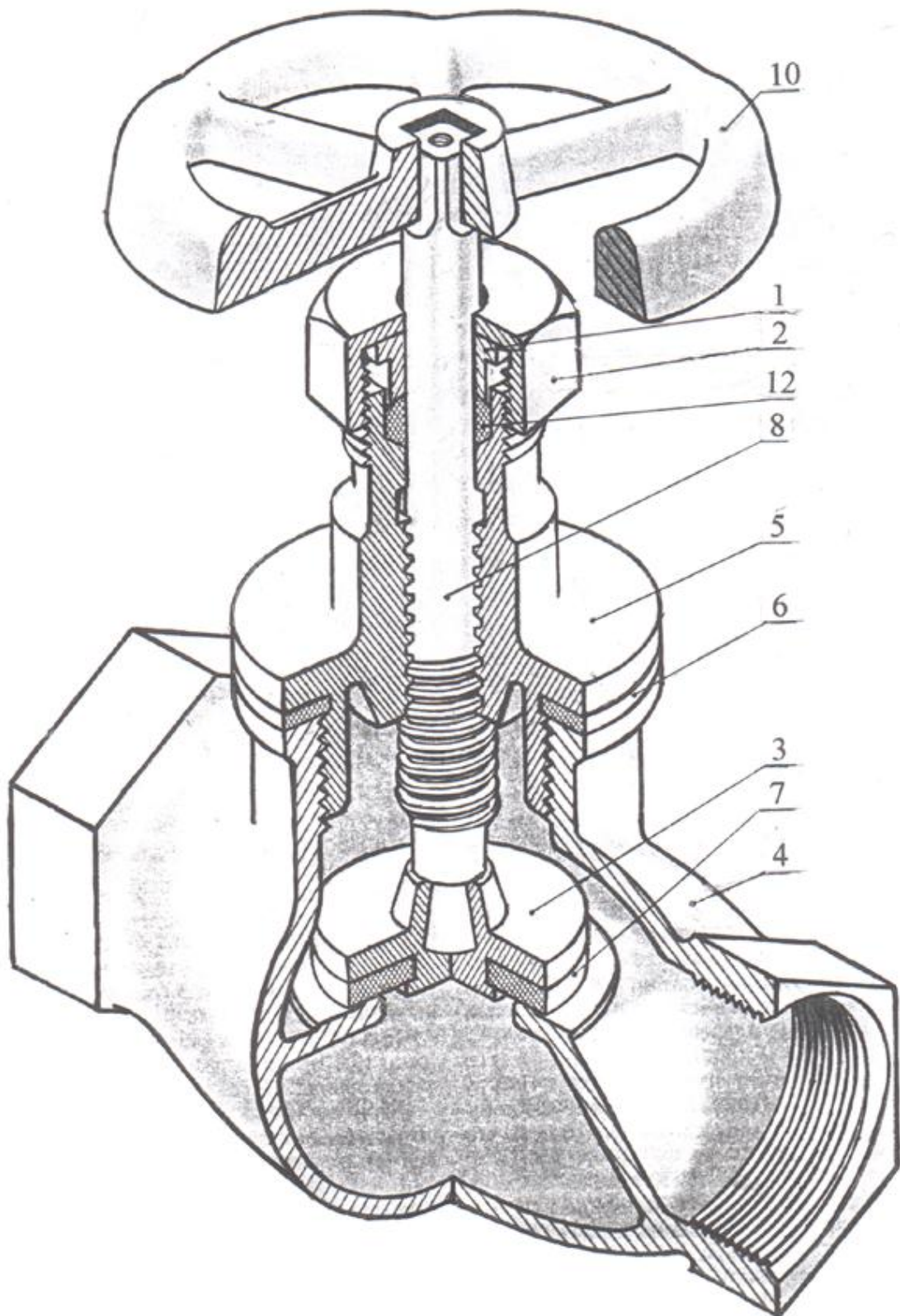


Рисунок 129

1.2. Выполнение сборочного чертежа

На сборочном чертеже должно быть такое число изображений с необходимыми разрезами, сечениями, по которым можно судить о расположении и взаимной связи (соединении) деталей, понять работу изделия, определить процесс сборки (монтаж) и разборки (демонтаж), прочесть форму детали. На основании ГОСТ 2.109-73 сборочный чертеж должен также содержать размеры и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы по данному чертежу.

Начинать сборочный чертеж необходимо с организации поля чертежа: провести рамку и оградить место основной надписи, предварительно определив формат чертежа и наметив необходимое число изображений, выбрав основной вид сборочного изделия. Большое значение для ясности сборочного чертежа имеет правильный выбор главного изображения, которое должно давать наиболее полное представление о конструкции и принципе работы изделия в целом. Главное изображение располагается в таком положении, которое занимает сборочная единица во время работы.

Затем выбирается масштаб чертежа согласно ГОСТ 2.302-68. Решив эти задачи, следует приступить к разметке поля чертежа. Здесь необходимо учесть места, на которых будут расположены основные и дополнительные виды, а также нанесены номера позиций. После чего наносятся основные оси симметрии и приступают к вычерчиванию чертежа тонкими линиями (карандашом Т или 2Т). Начинать надо с вычерчивания основной корпусной детали, в порядке процесса сборки. Вычерчивание всех деталей ведется по элементам на всех видах одновременно с соблюдением проекционной связи. Вентиль вычерчивается в закрытом состоянии.

При последовательном вычерчивании деталей постепенно получается чертеж сборки. Как только линии вычерчиваемой детали закроют линии предыдущей, закрытые линии надо сразу удалить.

Затем производится обводка чертежа (карандашом ТМ или М), штриховка сечений.

Соприкасающиеся между собой детали заштриховываются с наклоном в разные стороны, но обязательно в одну сторону на всех проекциях, относящихся к одной и той же детали, и независимо от числа изображений. Узкие площадки сечений на чертеже шириной 2 мм и менее чернят.

Проводятся размерные линии и проставляются размеры. На сборочных чертежах наносят следующие размеры: габаритные (если один из размеров является переменным вследствие перемещения движущихся частей изделия, то на чертеже указывают размеры при крайних положениях подвижных частей), монтажные, установочные и эксплуатационные.

Каждая составная часть, входящая в изделие, должна иметь свою позицию (номер), указанную в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций указываются на полках линий-выносок, проводимых от точек на изображениях составных частей сборочной единицы. Номера позиций располагаются параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируются в колонку или строчку по возможности на одной линии. Допускается делать общую линию-выноску с расположением полков в одну колонку для групп крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления (например, болты, гайки, шайбы и т.д.). Сплошные тонкие линии-выноски не должны пересекаться между собой и проводиться параллельно линиям штриховки, если они наносятся по заштрихованному участку. По возможности линии-выноски не должны пересекать размерные и выносные линии, а также изображения других деталей. Шрифт номеров позиций должен быть на 1-2 размера крупнее, чем шрифт для размерных чисел на том же чертеже.

Многие изделия имеют типовые составные части. К ним относятся сальниковые уплотнения. Примеры их выполнения показаны на рисунке 130. На сборочных чертежах принято нажимную втулку сальника ставить в самое верхнее положение, предполагая, что набивка еще не сжата ею. Сальниковое уплотнение состоит из втулки сальника или крышки, набивки и крепежных деталей. Набивка сжимается втулкой сальника с помощью накидной гайки или резьбовой втулки, а в некоторых случаях, с помощью фланца, который прикреплен к крышке или корпусу шпильками.

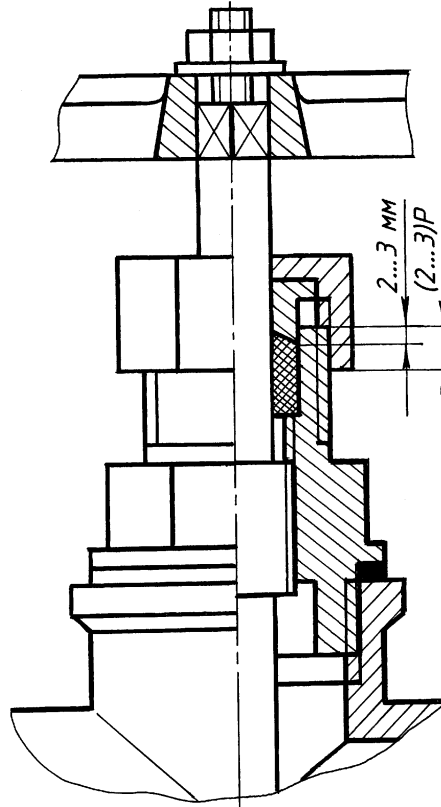


Рисунок 130

Клапаны (золотники) имеют типовые крепления на шпинделях. Крепления могут осуществляться или обжимкой клапана, или проволочной скобой, или кольцом из проволоки. Головка шпинделя может крепиться в прорези клапана (в соответствии с рисунком 131).

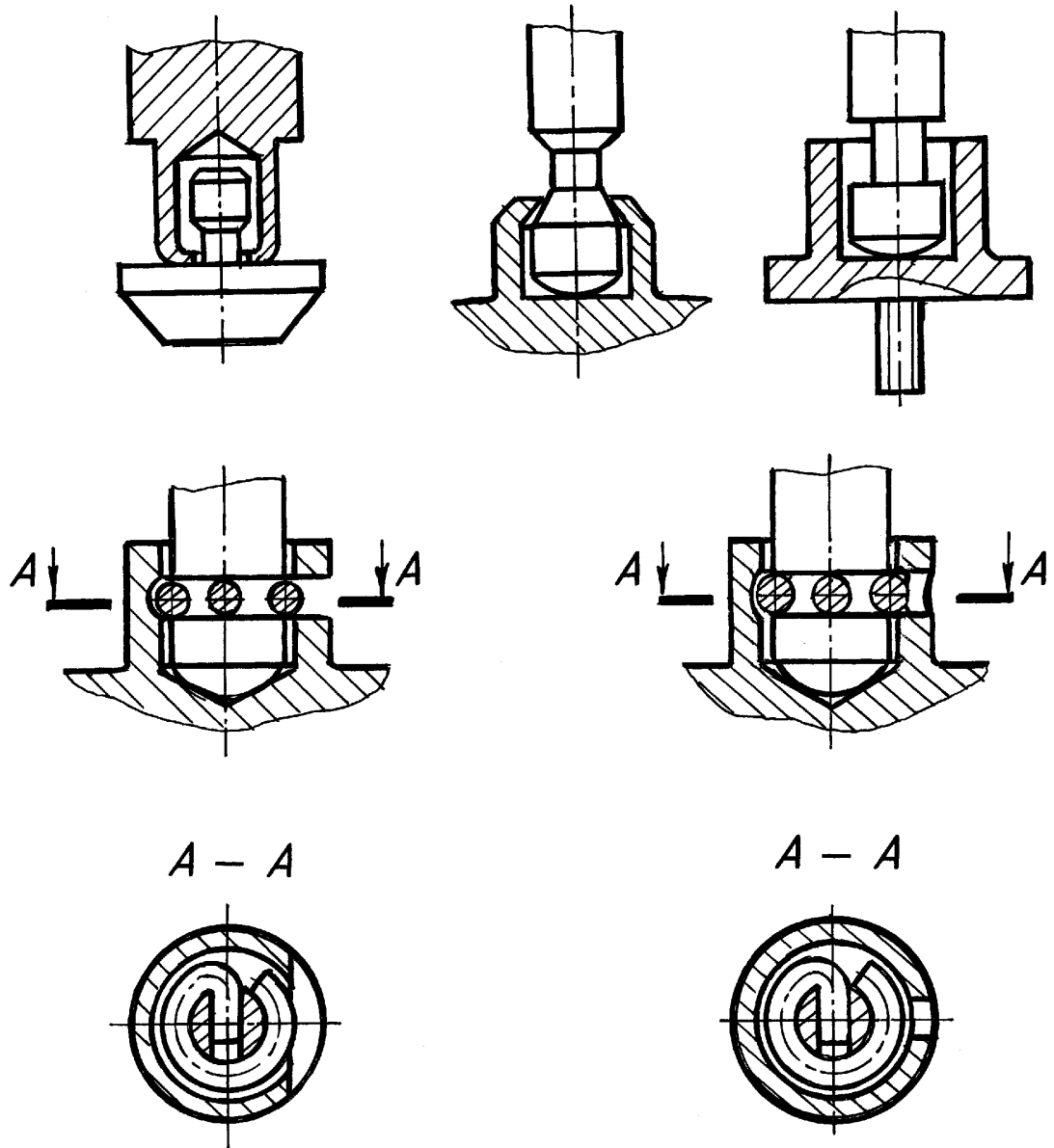
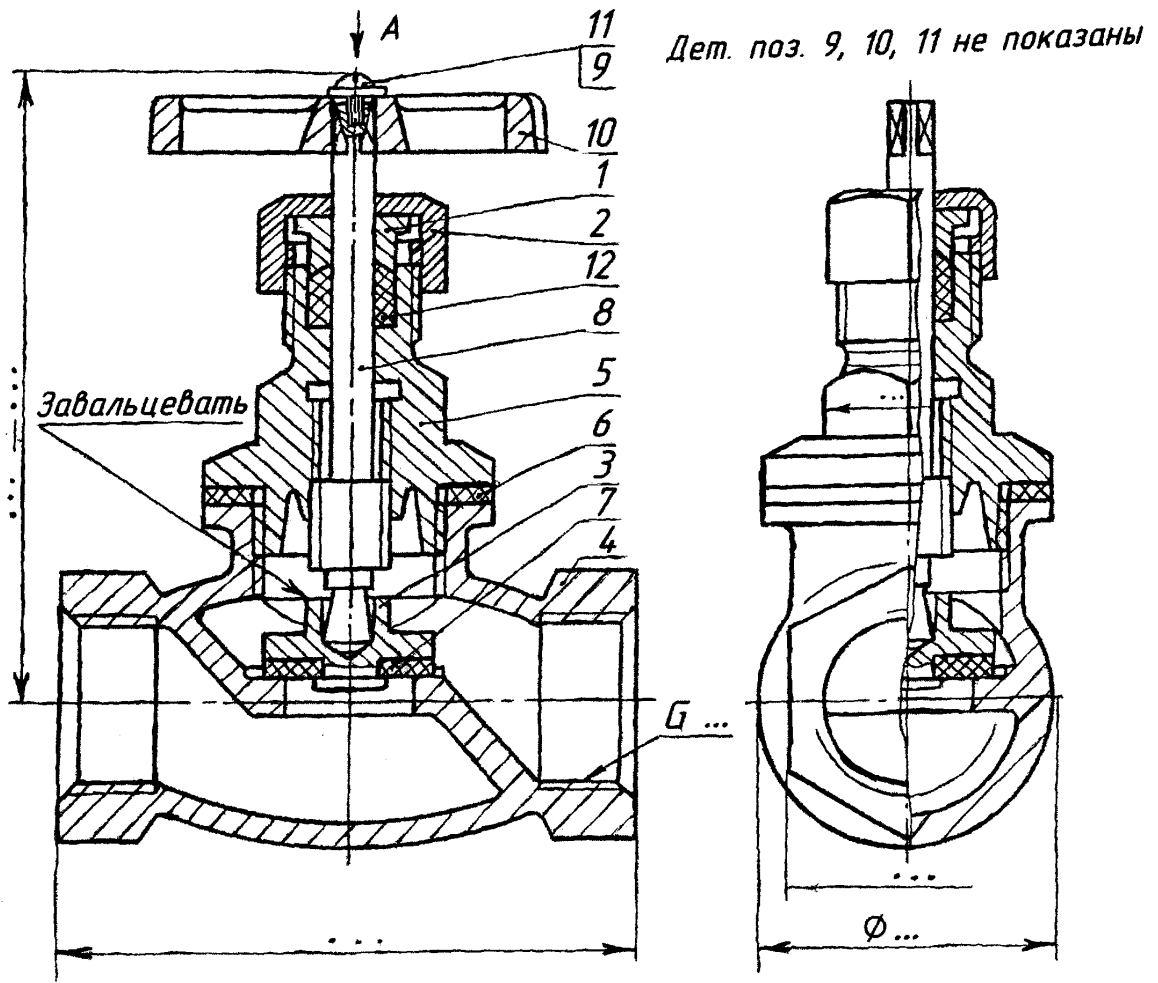


Рисунок 131



Детали поз. 9, 10, 11 не показаны

А, деталь поз. 10

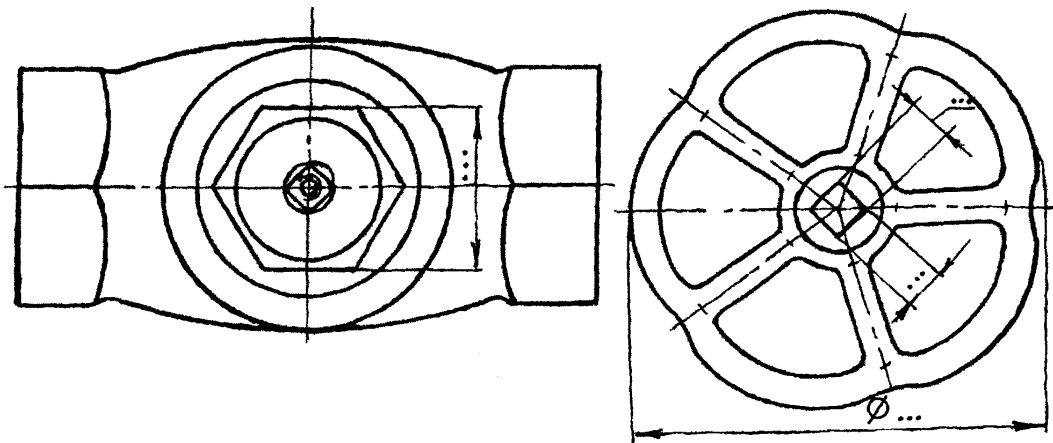


Рисунок 132

Сборочный чертеж (см. рис. 132) выполняется, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД. На сборочных чертежах допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, щиты, кожухи, перегородки и т.п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают надпись, например, *Детали поз. 3, 4 не показаны*.

1.3. Спецификация

В соответствии с ГОСТ 2.108-68 спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса и комплекта, является обязательным основным документом. Она необходима для изготовления, комплектования конструкторской документации и планирования запуска в производство изделий. Составляется спецификация на отдельных листах формата А4 по формам 1 (см. рис. 133) и 1а.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается.

В раздел «Документация» вносятся документы, составляющие основной комплект конструкторских документов каждого изделия, кроме спецификации. Например, *Сборочный чертеж, Пояснительная записка, Кинематическая схема* и т.д.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносятся комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий рекомендуется производить в алфавитном порядке.

В разделе «Стандартные изделия» записываются вначале изделия, применяемые по государственным стандартам, затем по отраслевым стандартам и по стандартам предприятия. В пределах

каждой категории стандартов запись производится по группам изделий, объединенных по функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники и т.п.). В пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименования изделий, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывается наименование и материал, а также размеры, необходимые для изготовления.

В разделе «Прочие изделия» вносятся изделия, примененные по техническим условиям, за исключением стандартных. Запись изделий производится по однородным группам; в пределах группы – в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В разделе «Материалы» вносятся все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие.

Графы спецификации заполняются следующим образом.

В графе «Формат» указывается формат документов. Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляется «звездочка», а в графе «Примечание» перечисляются все форматы в порядке их увеличения. Для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графа не заполняется. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывается: БЧ.

В графе «Зона» указывается обозначение зоны, в которой находится номер позиции, записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны).

В графе «Поз» указываются порядковые номера составных частей.

В графе «Обозначение» указываются обозначения записываемых конструкторских документов. В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графа не заполняется.

В графе «Кол» указывается: для составных частей – количество на одно изделие; в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

8x5=40	15	Формат		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Зона	Лист				
8x5=40	6	6	8	70	63	10	22
	70						
	63						
	10						
	22						

7	10	23	15	10	50	15	15	20	15	15	15						
Изм/Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	(2)								Лит	Лист	Листов			
				Разраб											(4)	(6)	(7)
				Проб											(5)	(3)	
				(1)													

Рисунок 133

После каждого раздела спецификации оставляется несколько свободных строк для дополнительных записей. Полезно резервировать и номера позиций, которые проставляются в спецификацию при заполнении резервных строк.

Допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом, выполненным на листе формата А4.

На рисунке 134 дана спецификация вентиля к сборочному чертежу, выполненному на рисунке 132.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Документация</i>		
A2			<i>XXXX. 000. 000 СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
				<i>Детали</i>		
Б4	1		<i>XXXX. 000. 001</i>	<i>Втулка сальника</i>	1	<i>СЧ 15</i>
A3	2		<i>XXXX. 000. 002</i>	<i>Гайка накидная</i>	1	
Б4	3		<i>XXXX. 000. 003</i>	<i>Клапан</i>	1	<i>СЧ 15</i>
A3	4		<i>XXXX. 000. 004</i>	<i>Корпус</i>	1	
A3	5		<i>XXXX. 000. 005</i>	<i>Крышка</i>	1	
Б4	6		<i>XXXX. 000. 006</i>	<i>Прокладка</i>	1	<i>Картон А-1</i>
Б4	7		<i>XXXX. 000. 007</i>	<i>Прокладка</i>	1	<i>Кожа 3</i>
A3	8		<i>XXXX. 000. 008</i>	<i>Шпindelь</i>	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		9		<i>Винт М5 ГОСТ 17473-80</i>	1	
		10		<i>Маховик 1-100x7</i>		
				<i>ГОСТ 5260-75</i>	1	
		11		<i>Шайба 5 ГОСТ 11371-78</i>	1	
				<i>Материалы</i>		
		12		<i>Волокно пеньковое</i>		
				<i>ГОСТ 9993-74</i>		<i>0,02 кг</i>
				<i>XXXX. 000. 000</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Петров В.А.			Лит.	Лист
Проб.		Богданова Т.В.				Листов
						1
					<i>Вентиль</i>	
					<i>ЭН-061</i>	

Рисунок 134

2. Практическая часть

Выполнить домашнее задание № 6 «Сборочный чертеж» (часть 2), которое выполняется на 2 листах:

Лист 1 – спецификация на сборочный чертеж (лист формата А4).

Лист 2 – сборочный чертеж вентиля (на примере сальникового узла). Выполняется на листе формата А3 (вертикальное расположение).

Все листы оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД.

3. Вопросы для самопроверки и для защиты ДЗ № 6 (часть 2)

1. Что такое рабочий чертеж?
2. Дайте определения следующим терминам: деталь, сборочная единица, сборочный чертеж, спецификация.
3. Какие размеры наносят на сборочный чертеж?
4. Что такое выносной элемент?
5. Какие разделы присутствуют в спецификации?
6. Как проставляются линии-выноски и номера позиций на сборочном чертеже?

Приложение 5

Таблица 15 – Диаметры и шаги для метрической резьбы, мм

Диаметр d резьбы			Шаг P	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
5	-	-	0,80	0,5
-	-	(5,5)	-	0,5
6	-	-	1	0,75; 0,5
-	-	7	1	0,75; 0,5
8	-	-	1,25	1; 0,75; 0,5
-	-	9	(1,25)	1; 0,75; 0,5
10	-	-	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
-	-	11	(1,5)	1; 0,75; 0,5
12	-	-	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
-	14	-	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
-	-	15	-	1,5; (1)
16	-	-	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
-	-	17	-	1,5; (1)
-	18	-	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	-	-	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
-	22	-	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	-	-	3	2; 1,5; 1; 0,75
-	-	25	-	2; 1,5; (1)
-	-	(26)	-	1,5
-	27	-	3	2; 1,5; 1; 0,75
-	-	(28)	-	2; 1,5; 1
30	-	-	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
-	-	(32)	-	2; 1,5
-	33	-	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
-	-	35	-	1,5
36	-	-	4	3; 2; 1,5; 1
-	-	(38)	-	1,5
-	39	-	4	3; 2; 1,5; 1
-	-	40	-	(3); (2); 1,5

Продолжение табл. 15

Диаметр d резьбы			Шаг P	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупный	Мелкий
42	-	-	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
-	45	-	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
48	-	-	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
-	-	50	-	(3); (2); 1,5
-	52	-	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
-	-	55	-	(4); (3); 2; 1,5
56	-	-	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
-	-	58	-	(4); (3); 2; 1,5
-	60	-	(5,5)	4; 3; 2; 1,5; 1
-	-	62	-	(4); (3); 2; 1,5
64	-	-	6	4; 3; 2; 1,5; 1
-	-	65	-	(4); (3); 2; 1,5
-	68	-	6	4; 3; 2; 1,5; 1
-	-	70	-	(6); (4); (3); 2; 1,5
72	-	-	-	6; 4; 3; 2; 1,5; 1

Примечания. 1. Диаметры и шаги резьбы, заключенные в скобки, по возможности не применять.

2. При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй – третьему.

Таблица 16 – Основные размеры трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-73)

Диаметр d резьбы, дюймы		Число ниток на 1"	Шаг P , мм	Диаметр резьбы, мм		
1-й ряд	2-й ряд			наружный	средний	внутренний
1/8	-	28	0,907	9,728	9,147	8,566
1/4	-	19	1,337	13,157	12,301	11,445
3/8	-			16,662	15,806	14,950

Продолжение табл. 16

Диаметр резьбы, дюймы		Число ниток на 1"	Шаг P , мм	Диаметр резьбы, мм		
1-й ряд	2-й ряд			наружный	средний	внутренний
1/2	-	14	1,814	20,955	19,793	18,631
-	5/8			22,911	21,749	20,587
3/4	-			26,441	25,279	24,117
-	7/8			30,201	29,039	27,877
1	-	11	2,309	33,249	31,770	30,291
-	1 1/8			37,897	36,418	34,939
1 1/4	-			41,910	40,431	38,952
-	1 3/8			44,323	42,844	41,365
1 1/2	-			47,803	46,324	44,845
-	1 3/4			53,746	52,267	50,788
2	-			59,614	58,135	56,656
-	2 1/4			65,710	64,231	62,752
2 1/2	-			75,184	73,705	72,226

Примечание. При выборе размеров резьбы первый ряд следует предпочитать второму

Таблица 17 – Размеры фасок для трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 10549-80)

Фаска, z	Диаметр резьбы, дюймы				
	1/8	1/4	3/8	1/2-7/8	1-2 1/2
Для внутренней резьбы	1	1	1	1,6	1,6
Для наружной резьбы	1	1,6	1,6	2	2,5

Таблица 18 – Размеры недорезов и проточек наружной метрической резьбы (ГОСТ 27148-86), мм

Шаг резьбы, P	Фаска, z	Недорез a , не более			Проточка			
		нормаль- ный $\approx 3P$	короткий $\approx 2P$	длинный $\approx 4P$	d_g	g_1 не менее	g_2 не более $\approx 3P$	$r \approx 0,5P$
0,75	1,0	2,25	1,5	3,0	$d-1,2$	1,2	2,25	0,4
0,8	1,0	2,4	1,6	3,2	$d-1,3$	1,3	2,4	0,4
1,0	1,0	3,0	2,0	4,0	$d-1,6$	1,6	3,0	0,6
1,25	1,6	3,75	2,5	5,0	$d-2,0$	2,0	3,75	0,6
1,5	1,6	4,5	3,0	6,0	$d-2,3$	2,5	4,5	0,8
1,75	1,6	5,25	3,5	7,0	$d-2,6$	3,0	5,25	1,0
2,0	2,0	6,0	4,0	8,0	$d-3,0$	3,4	6,0	1,0
2,5	2,5	7,5	5,0	10,0	$d-3,6$	4,4	7,5	1,2
3,0	2,5	9,0	6,0	12,0	$d-4,4$	5,2	9,0	1,6
3,5	2,5	10,5	7,0	14,0	$d-5,0$	6,2	10,5	1,6
4,0	3,0	12,0	8,0	16,0	$d-5,7$	7,0	12,0	2,0

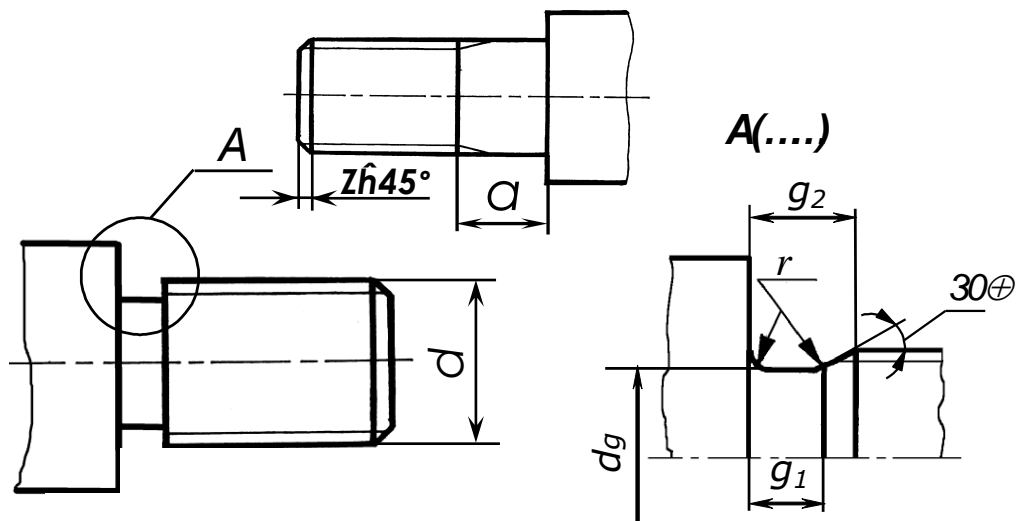


Таблица 19 – Размеры недорезов и проточек внутренней метрической резьбы (ГОСТ 27148-86), мм

Шаг резьбы, P	Фаска, z	Недорез a , не менее			Проточка					
		нормальный	короткий	длинный	d_g	g_1 не менее		g_2 не более		$R \approx 0,5P$
						нормальная	узкая	нормальная	узкая	
0,75	1,0	4,0	2,5	7,0	$d+0,3$	3,0	1,9	4,0	2,9	0,4
0,8	1,0	4,0	2,5	8,0	$d+0,3$	3,2	2,0	4,2	3,0	0,4
1,0	1,0	6,0	4,0	10,0	$d+0,5$	4,0	2,5	5,2	3,7	0,6
1,25	1,6	8,0	4,0	12,0	$d+0,5$	5,0	3,2	6,7	4,9	0,6
1,5	1,6	9,0	4,0	13,0	$d+0,5$	6,0	3,8	7,8	5,6	0,8
1,75	1,6	11,0	5,0	16,0	$d+0,5$	7,0	4,3	9,1	6,4	1,0
2,0	2,0	11,0	5,0	16,0	$d+0,5$	8,0	5,0	10,3	7,3	1,0
2,5	2,5	12,0	6,0	18,0	$d+0,5$	10,0	6,3	13,0	9,3	1,2
3,0	2,5	15,0	7,0	22,0	$d+0,5$	12,0	7,5	15,2	10,7	1,6
3,5	2,5	17,0	8,0	25,0	$d+0,5$	14,0	9,0	17,7	12,7	1,6
4,0	3,0	19,0	9,0	28,0	$d+0,5$	16,0	10,0	20,0	14,0	2,0

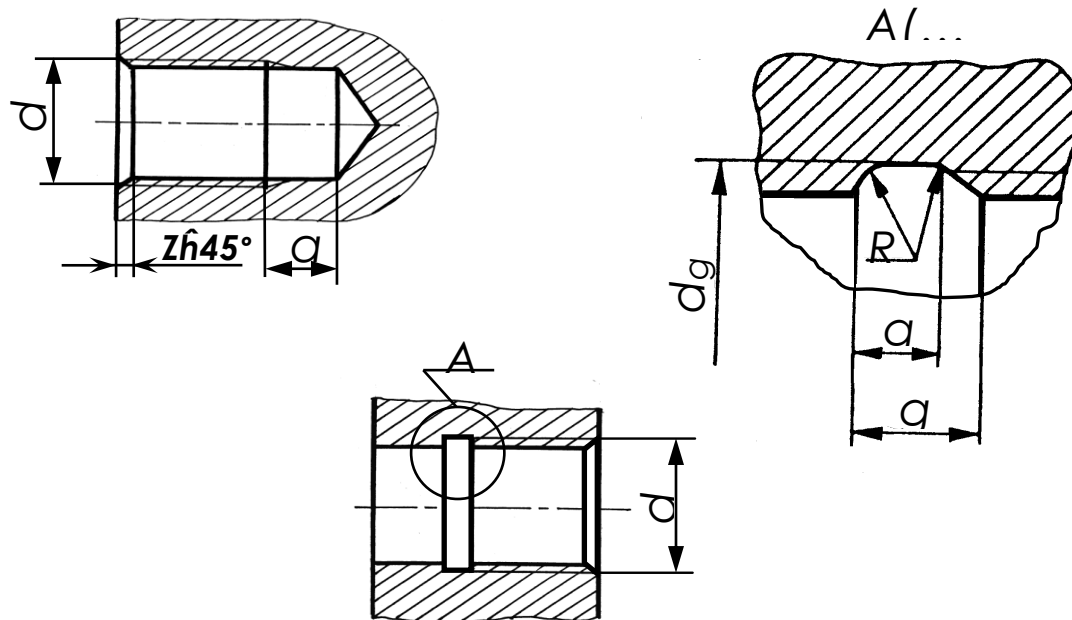


Таблица 20- Нормальные диаметры общего назначения (ГОСТ 6636-69)

0,5	4,0	15	8	8	8	115	175	270	390
0,8	4,5	16	30	50	80	120	180	280	400
1,0	5,0	17	32	52	82	125	185	290	410
1,2	6,0	18	34	55	85	130	190	300	420
1,5	7,0	19	35	58	88	135	195	310	430
1,8	8,0	20	36	60	90	140	200	320	440
2,0	9,0	21	38	62	92	145	210	330	450
2,2	10	22	40	65	95	150	220	340	560
2,5	11	23	42	68	98	155	230	350	470
2,8	12	24	44	70	100	160	240	360	480
3,0	13	25	45	72	105	165	250	370	490
3,5	14	26	46	75	110	170	260	380	500

Примечание. Рекомендуется применять в первую очередь диаметры, оканчивающиеся на 0, во вторую – на 5, а в третью – на 2 и 8.

Таблица 21 – Номинальные размеры «под ключ» (ГОСТ 6424-73)

3,2	5,5	10	17	24	32	46	60	75	90
4,0	7,0	12	19	27	36	50	65	80	95
5,0	8,0	14	22	30	41	55	70	85	100

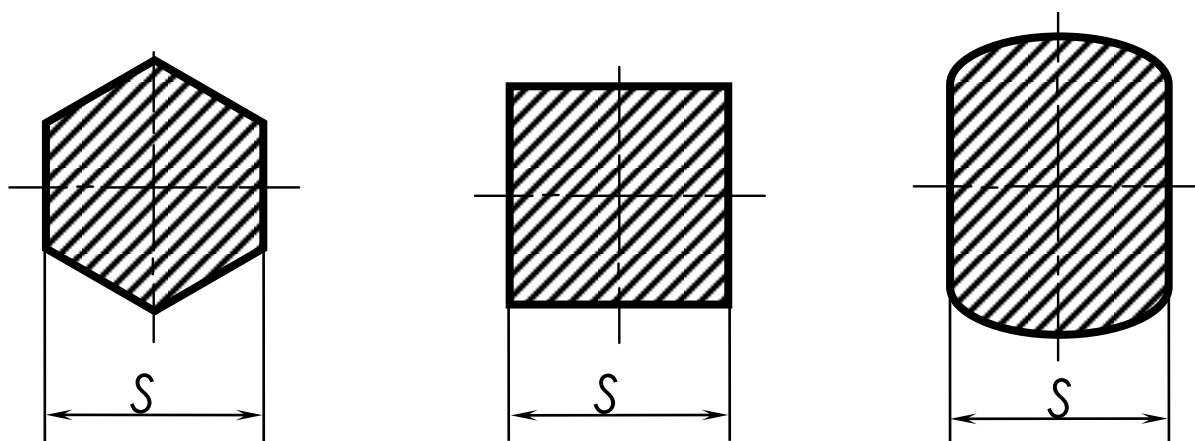


Таблица 22 – Радиусы скруглений (ГОСТ 10948-64*)

1-й ряд	0,1	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6,0	10
2-й ряд	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8,0	12
1-й ряд	16	25	40	60	100	160			
2-й ряд	20	32	50	80	125	200			

Примечание. При выборе радиусов скруглений 1-й ряд предпочитается 2-му.

Таблица 23 – Номинальные размеры фасок 4 (ГОСТ 10948-64 и ГОСТ 4253-484)

Угол фаски	45° и 60°	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5
	30°	–	–	1,0	–	–	–	2,0	2,5	3,0
Угол фаски	45° и 60°	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10
	30°	–	3,0	–	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10

Примечание. Для неподвижных посадок следует принимать фаски: на конце вала 30°, в отверстии втулки 45°.

Таблица 24 – Сальниковые войлочные кольца и канавки для них

Вал	d_B	10	12	15	18	20	22	25	28	30	32
Кольцо	d	9	11	14	17	19	21	24	27	29	31
	D	18	20	23	28	30	32	37	40	42	44
	b	2,5			3,5			5,0			
Канавка	D_1	19	21	24	29	31	33	38	41	43	45
	d_1	11	13	16	19	21	23	26	29	31	33
	b_1	2,0			3,0			4,0			
	b_2	3,0			4,3			5,5			

Сальниковые войлочные кольца и канавки для них

Вал	d_b	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70
Кольцо	d	34	37	39	41	44	47	49	54	59	64	69
	D	48	50	52	54	57	60	66	71	76	81	88
	b	5,0						6,0				7,0
Канавка	D_1	48	51	53	55	58	61	67	72	77	82	89
	d_1	36	39	41	43	46	49	51	56	61	66	71
	b_1	4,0						5,0				6,0
	b_2	5,5						7,1				8,3

Примечания: 1. Сальниковые войлочные кольца изготавливаются из грубошерстного войлока (ГОСТ 6418-67), полугрубошерстного (ГОСТ 6308-71), тонкошерстного (ГОСТ 288-72).

2. Пример обозначения кольца из грубошерстного войлока $D = 52$ мм, $d = 39$ мм, $b = 5$ мм (для уплотнения $d_b = 40$ мм):

Кольцо СГ 52-39-5 $\frac{\text{ГОСТ}6418-67}{\text{МН}180-61}$

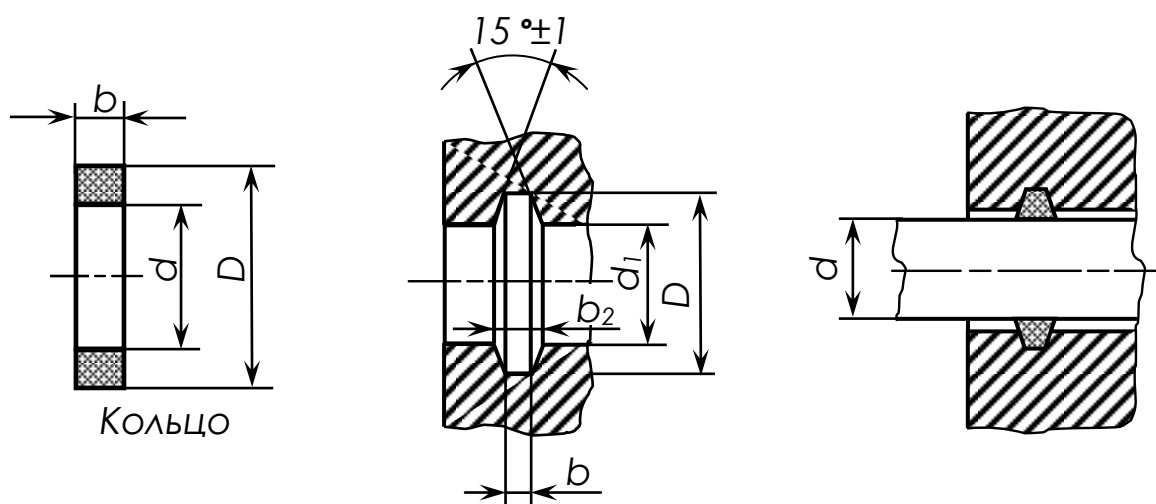
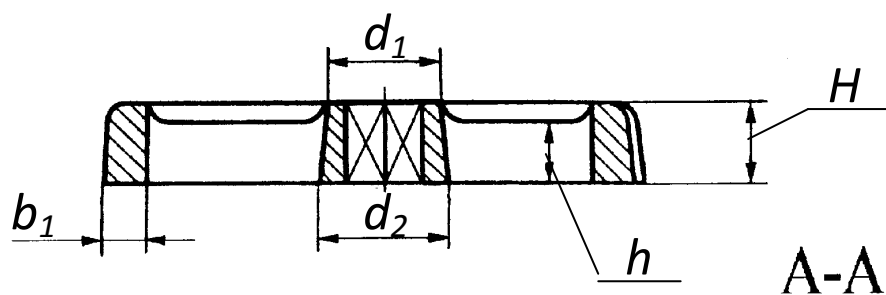


Таблица 25 – Размеры маховиков для трубопроводной арматуры (ГОСТ 5260-75), мм

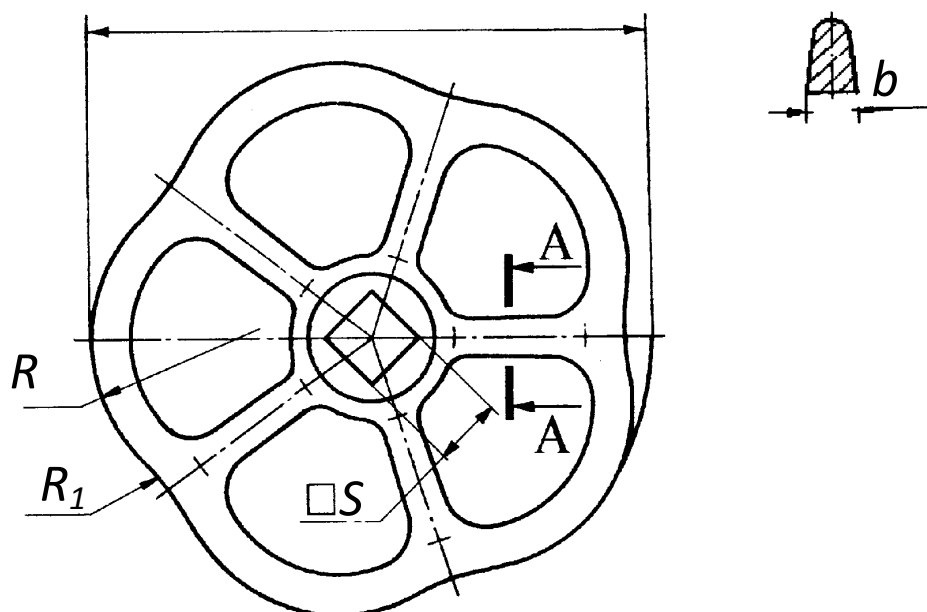
Диаметр маховика D	Ступица				Спица			Ширина обода, b_1
	H	S	d_1	d_2	h	b	Кол-во, шт.	
50	10	6; 7	14	18	6	5	5	5
65			16	20	7	6		
80	12	7; 9	18	22	10			6
100	14	7; 9; 11	22	26	11	7		7
120	16	9; 11; 14	26	30	12	8		8
140	18	11; 14	32	36	13	9		9

Пример условного обозначения маховика типа I с размерами $D = 100$ мм и $S = 9$ мм: Маховик I – 100×9 ГОСТ 5260–75.



$$R \approx D/3$$

$$R_1 \approx D/6$$



Неуказанные литейные радиусы 3...5 мм

Таблица 26 – МАТЕРИАЛЫ
Отливки из серого чугуна (ГОСТ-1412-85)

Марки чугуна	Область применения
СЧ 00	Неответственное литье: крышки, патрубки, станины, кронштейны и др.
СЧ 12-28	Тонкостенные изделия: корпуса подшипников, блоки, барабаны, диски, ходовых колес, грузы, стойки, подставки, корпуса электроаппаратуры; части вентилях, задвижек, насосов и пр.
СЧ 15-32	Изделия со стенками средней толщины: зубчатые и червячные колеса, втулки, ролики, детали для электрических машин и приборов, корпуса, муфты, крышки подшипников и пр.
СЧ 18-36	Толстостенные изделия: кожухи, муфты, корпуса, крышки, втулки, тормозные шкивы, колодки и пр.
СЧ 21-40	Изделия мягкой и средней твердости: станины, картеры, большие зубчатые и червячные колеса
СЧ 24-44	Особо ответственные изделия: гильзы и выхлопные трубы для авиационных двигателей, поршневые кольца, кожухи корпуса, крышки, втулки и пр.
СЧ 28-48	Изделия особо сложной конфигурации: муфты, зубчатые колеса, золотники, кулачки и пр.
СЧ 32-52 СЧ 35-56	Изделия сложной конфигурации: цилиндры, барабаны, крышки, поршневые кольца, тормозные шкивы, зубчатые колеса и пр.
СЧ 36-56 СЧ 38-60	Катки, звездочки для сварных цепей, корпуса насосов, корпуса гидроприводов и пр.
<p>Примечания: 1. Первые две цифры в обозначении марок серого чугуна указывают предел прочности на растяжение (кГ/мм^2), последние две цифры – предел прочности на изгиб (кГ/мм^2).</p> <p>2. Пример условного обозначения: СЧ 15-32 ГОСТ 1412-85.</p>	

Таблица 27 – Отливки из ковкого чугуна (ГОСТ 1215-79**)

Марка чугуна	Область применения
КЧ 37-12 КЧ 35-10 КЧ 33-8 КЧ 30-6 КЧ 45-6 КЧ 50-4 КЧ 60-3 КЧ 69-3 КЧ 63-2	Изделия, работающие в условиях динамических нагрузок; кулачки, ножи, хомуты, муфты, шкивы, колодки, тормозные рычаги, рукоятки, пластинчатые цепи, гайки-барашки, контргайки, фитинги и пр.
<p>Примечания: 1. Первые две цифры в обозначении марок коврового чугуна указывают предел прочности на растяжение, кГ/мм^2, последние две или одна цифры – относительное удлинение, %.</p> <p>2. Пример условного обозначения: КЧ 37-12 ГОСТ 1215-79**.</p>	

Таблица 28 – Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380-88)

Марка	Область применения
Ст. 0	Кожухи, баки, шайбы, перила, ограждения, прокладки, настилы, будки и пр.
Ст. 1	Трубы (водяные, паровые и газовые), анкеры в паровых котлах, прокладки, кожухи и пр.
Ст. 2	Заклепки, барабаны паровых котлов, цепи сварные и пластинчатые, валики, оси, кулачки, зубчатые колеса, шайбы, шплинты, ключи плоские для кранов и пр.
Ст. 3	Баки, котлы, болты откидные, гайки, шайбы, шплинты, установочные винты, крюки, серьги, ушки, петли, двутавровые балки, швеллеры, угольники, валики, оси, стяжки, рычаги, скобы, муфты, зубчатые колеса и пр.

Продолжение табл. 28

Марка	Область применения
Ст. 4	Тяги, стрелы крановые, болты откидные, валы и оси передаточ, гайки-барашки и пр.
Ст. 5	Валы и оси приводов и грузоподъемных механизмов, вагонные оси, муфты, дышла, пальцы кривошипов, оси (ходовых колес, блоков, барабанов), рельсы для кранов, траверсы крюков, болты ответственные и пр.
Ст. 6 Ст. 7	Муфты, кулачковые и фрикционные, буксы, валы, установочные винты, шпонки, тормозные ленты, червяки, зубчатые колеса и пр.
<p>Примечания: 1. Цифры в обозначении марок стали указывают на среднее содержание углерода в десятичных долях процента.</p> <p>2. Пример условного обозначения: Ст. 3 ГОСТ 380-88.</p>	

Таблица 29 – Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050-88)

Марка	Область применения
10 15	Зубчатые колеса коробок скоростей, грузоподъемные кованые крюки, серьги, барабаны, грузоподъемных механизмов, болты, гайки, винты, заклепки, кулачки, подвижные шпонки, планки направляющих, втулки, пальцы, оси, упоры.
20	Оси и рычаги коробок скоростей и тормозов, валики, ролики, зубчатые колеса, поршневые и шатунные пальцы, болты-шурупы, грузоподъемные крюки, гайки для крюков, упоры, кулачки и пр.
25 30	Зубчатые колеса, поршни, шпонки, оси, валы, шатуны, муфты, фланцы, серьги, втулки, рычаги и пр.

Продолжение табл. 29

Марка	Область применения
35 40	Оси, тяги, валы, шатуны, штоки, рычаги, зубчатые колеса, рукоятки, ступицы, гаечные ключи, фланцы, диски, гайки, винты, болты, плунжеры, втулки, кольца, упоры, штифты и пр.
45 50	Коленчатые и карданные валы, шлицевые валы, шатуны, зубчатые колеса и рейки, диски сцепления, поршни, шпонки, клинья и планки направляющих, рукоятки, ступицы, фиксаторы, втулки, вилки и пр.
15 Г	Кулачковые валики, тяги, шарнирные муфты и пр.
50 Г	Пружины спиральные, валики, зубчатые колеса, диски шлицевые и пр.
60 Г 65 Г	Пружины спиральные (из холодноотянутой проволоки), пружинные шайбы, тормозные и фрикционные диски, упорные кольца и пр.
<p>Примечания: 1. Кроме указанных марок углеродистых качественных конструкционных сталей, имеются стали 8; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; а также стали 20Г; 25Г; 30Г; 35Г; 40Г; 45Г; 55Г; 70Г и др.</p> <p>2. В марке стали двухзначные цифры обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента, буква «Г» указывает наличие марганца.</p> <p>3. Пример условного обозначения: Сталь 45 ГОСТ 1050-88; Сталь 65Г ГОСТ 1050-88.</p>	

Таблица 30 – Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543-71)

Марки	Область применения
15X	Поршневые пальцы, валики, зубчатые колеса и пр.
20X	Конические зубчатые колеса, коленчатые валы, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, направляющие планки
30X 35X 38XA	Валики коробок скоростей, оси, зубчатые колеса дифференциалов, шатуны, катки, ответственные болты, шпильки, гайки
40X 45X 50X	Зубчатые колеса коробок скоростей, рессоры червячные и шлицевые валы, промежуточные оси, шпиндели, упорные кольца, штоки, дышла
20XH 40XH 45XH 50XH	Шлицевые и коленчатые валы, цепные звенья, зубчатые колеса, кулачковые муфты, червяки
<p>Примечания: 1. Кроме указанных марок легированной стали, имеются и многие другие, приведенные в ГОСТ 4543-71.</p> <p>2. В обозначении марки легированной стали двухзначное число слева указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента; буква справа от цифр обозначает: X – хром, Г – марганец, Н – никель, В – вольфрам, М – молибден, Ф – ванадий, Ю – алюминий, Р – бор, Т – титан, С – кремний.</p> <p>Цифры после перечисленных букв указывают примерное процентное содержание соответствующего легирующего элемента в целых единицах, а при отсутствии цифр следует понимать, что содержание легирующего элемента до 15%. Марки высококачественной стали имеют в конце обозначения букву А.</p> <p>3. Пример условного обозначения: Сталь 45X ГОСТ 4543-71.</p>	

Таблица 31 – Латунь (ГОСТ 1020-77**)

Марки латуни	Область
--------------	---------

	применения
Л96	Радиаторные трубки
Л68	Конденсаторные трубы
Л62	Полосы, листы, ленты, трубы, проволока
ЛС59-1	Прутки, полосы, листы, ленты, трубы
ЛАЖ59-3-2	Трубы, прутки
ЛМц58-2	Полосы, прутки, проволока, листы
<p>Примечания: 1. Кроме указанных марок латуни, имеются марки: ЛА67-2,5; ЛА77-2; ЛАЖМц66-6-3-2; ЛАЖ60-1-1Л; ЛК80-3Л; ЛКС80-3-3; ЛМцС58-2-2; ЛмцОС58-2-2-2; ЛМцЖ55-3-1; ЛМцЖ52-4-1; ЛО59-1Л и др.</p> <p>2. Буквы, стоящие в обозначении марок латуни, означают содержание: А – алюминия, Ж – железа, К – кремния, Н – никеля, Мц – марганца, О – олова, С – свинца; а цифры, стоящие после букв, – содержание соответствующего элемента в процентах.</p> <p>3. Пример условного обозначения: Л62 ГОСТ 1020-77**.</p>	

Таблица 32 – Бронзы безоловянистые (ГОСТ 493-79) и антифрикционные (ГОСТ 613-79)

	Марки бронзы	Область применения
ГОСТ 493-79	БрА9Мц2Л БрА10Мц2Л БрА9Ж3Л БрА10Ж3Мц2 БрА10Ж4Н4Л	Ленты, полосы, прутки, фасонное литье, втулки и вкладыши подшипников, упорные кольца, трубы, литье, зубчатые колеса, червяки, проволока, полосы, крупные фасонные отливки

Продолжение табл. 32

ГОСТ 613-79	БрО3Ц12С5 БрО3Ц7С5Н1 БрО4Ц7С5 БрО4Ц4С17 БрО5Ц5С5 БрО5С25	Мелкие подшипники, сальники, втулки, гайки ходовых винтов, венцы червячных колес, гнезда клапанов, корпуса насосов, гайки с крупным шагом, мелкие детали, шайбы и пр.
<p>Примечания: 1. Кроме указанных марок бронзы, имеются: БрА11Ж6Н6; БрА9Ж4Н4Мц1; БрС30; БрА7Мц15 ЖЗН2Ц2; БрСуЗНЗЦЗС20Ф и БрО6Ц6С3; БрО8Ц4; БрО10Ф1; БрО10С10.</p> <p>2. Пример условного обозначения: БрА9Ж3Л ГОСТ 493-79; БрО4Ц7С5 ГОСТ 613-79.</p>		

Таблица 33 – Алюминиевые сплавы (ГОСТ 2685-75, ГОСТ 21631-76, ГОСТ 4784-74)

Марки	Область применения	
ГОСТ 2685-75	АЛ1; АЛ2; АЛ3; АЛ7; АЛ8	Отливки деталей разных форм.
ГОСТ 21631-76	АК4; АК6; АД1; 12	Кованные и штампованные детали разных форм.
ГОСТ 4784-74	А7; АД1; Д12; Д16Б	Штампованные детали.
<p>Примечания: 1. Кроме указанных марок алюминиевых сплавов, имеются и многие другие, приведенные в вышеуказанные ГОСТ.</p> <p>2. Буква «Л» в обозначении марок алюминиевых сплавов указывает, что алюминиевый сплав предназначен для литья, буква «К», что алюминиевый сплав предназначен дляковки и штамповки, буква «Д» указывает, что алюминий и его сплавы деформируемые. Цифра указывает на условный номер сплава.</p> <p>3. Пример условного обозначения: АЛ3 ГОСТ 2685-75, АК6 ГОСТ 21631-76, Д16Б ГОСТ 4784-74.</p>		

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Асбестовые шнуры (ГОСТ 1779-83*)

Марки: ШАОН, ШАИ-1, ШАИ-2, ШАМ, ШАГ, ШАТ, ШАПТ, ШАВТ.

Диаметры: 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 35.

Изготавливают детали: уплотнение сальников вентилях, оплетки изделий и др.

Обозначение марки общего назначения диаметром 3 мм:

Шнур асбестовый ШАОН 3 ГОСТ 1779-83*.

Войлок технический полугрубошерстный (ГОСТ 6308-71*)

Марки: А и Б.

Изготавливают детали: прокладки, фильтры, сальниковые уплотнители.

Обозначение войлока полугрубошерстного толщиной 10 мм: для сальников – Войлок ПС 10 ГОСТ 6308-71

для прокладок марки А – Войлок ППрА10 ГОСТ 6308-71

для фильтров – Войлок ПФ 10 ГОСТ 6308-71

Картон асбестовый (ГОСТ 2850-95)

Листы размеров: 900 × 900; 900 × 1000; 1000 × 1000.

Толщина: 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 10 мм.

Изготавливают детали: уплотнительные кольца, прокладки и пр.

Обозначение картона толщиной 3 мм, немерной ширины и длины:

Картон асбестовый 3 ГОСТ 2850-95

Картон прокладочный (ГОСТ 9347-74*)

Марки: А – прокладочный, Б – непропитанный.

Толщина марки А: 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,5.

Толщина марки Б: 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,25; 1,75; 2; 2,25; 2,5.

Изготавливают детали: прокладки и пр.

Обозначение прокладочного картона толщиной 1 мм, немерной длины и ширины:

Картон А-1 ГОСТ 9347-74*

Картон обивочный водостойкий (ГОСТ 6659-83*)

Марки: ВБ-1; ВБ-2; ВО; ВП.

Толщина листов: 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3 мм.

Изготавливают детали: прокладки и пр.

Обозначение водостойкого окрашенного картона, толщиной 3 мм, немерной ширины и длины:

Картон 3-ВО ГОСТ 6659-83*

Капрон (капролактан, ГОСТ 7850-86*)

Марки: А, Б.

Изготавливают детали: зубчатые колеса, подшипники скольжения, втулки, корпуса, маслоуказатели, краны и пр.

Обозначение марки А.

Капролактан А ГОСТ 7850-86*

Кожа техническая (ГОСТ 1898-48)

Толщина: 0,5÷5 мм.

Изготавливают детали: манжеты, прокладки, кольца, клапаны, сальниковые набивки, пластины, мембраны газоплотнительные, приводные ремни и пр.

Обозначение технической кожи толщиной 3 мм:

Кожа 3 ГОСТ 1898-48

Резина (ГОСТ 7338-90)

Марки: А, Б.

Типы: КЩ – кислотощелочная, Т – теплостойкая, М – морозостойкая, МБ – маслобензостойкая, П – пищевая. Мягкая – М, средней твердости – С, повышенной твердости – П.

Пластины длиной: 250–1000, шириной 250–800.

Рулоны длиной: 500–10000, шириной 200–1750.

Толщина: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40.

Изготавливают детали: прокладки, уплотнители и пр.

Обозначение листовой технической резины толщиной 3 мм, маслобензостойкой марки А, мягкой, в виде пластин или рулонов:

Резина-пластина ЭМБ-А-м ГОСТ 7338-90

Резина рулонная ЭМБ-А-м ГОСТ 7338-90

Практическое занятие № 14

Деталирование

Цель занятия:

Приобретение знаний по чтению чертежей общего вида и навыков выполнения рабочих чертежей.

1. Теоретические положения

Рабочий чертеж детали является техническим документом, передающим от конструктора рабочему все требования, которыми должна удовлетворять деталь при поступлении ее на сборку. Требования, предъявляемые к детали, передаются на рабочем чертеже соответствующими изображениями, нанесением размеров, условным обозначением материала, шероховатости поверхностей.

Рабочий чертёж детали выполняют чертежными инструментами в масштабе, выбранном по ГОСТ 2.302–68, с соблюдением правил геометрического и проекционного черчения.

Как правило, рабочие чертежи разрабатывают на все детали, входящие в изделие. Допускается не выполнять рабочие чертежи на:

- детали из сортового и фасонного материала, полученные резкой без последующей обработки;
- детали, изготовленные наплавкой металла или сплава, заливкой поверхности или элементов детали металлом, сплавом, пластмассой, резиной;
- детали, полученные пайкой, сваркой, склеиванием;
- детали упрощённой конструкции с неразъёмными соединениями, являющиеся составными частями изделий единичного производства, полученные сваркой, пайкой, склеиванием и т.п.;
- детали единичного производства, форма и размеры которых определяются по месту, например, на отдельные части ограждений и настила, полосы, трубы и т. п.;
- покупные детали, подвергаемые антикоррозионному или декоративному покрытию.

На все перечисленные детали необходимые данные указывают на сборочных чертежах и в спецификации.

Чтение сборочного чертежа или чертежа общего вида осуществляется в следующей последовательности:

1). Установить наименования изделия, выяснить назначение и принцип его работы.

2). Найти по спецификации стандартные и покупные изделия.

3). Определить все изображения каждой детали. Для этого выясняют по спецификации название каждой детали и относящиеся к ней данные. Определяют форму детали, сопоставляя все её изображения и используя данные на чертеже.

4). Определить назначение деталей и их взаимодействие собой. Выяснить, как перемещаются во время работы подвижные части изделия.

5). Изучить размеры, нанесённые на чертеже (габаритные, монтажные, установочные и др.). Обратить внимание на масштаб изображения.

Рабочий чертеж должен содержать:

- минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали;

- необходимые размеры с их предельными отклонениями;

- шероховатость поверхностей;

- обозначение предельных отклонений формы и расположения поверхностей;

- сведения о материале, термической обработке, покрытии, отделке;

- технические требования.

Главный вид детали выбирается исходя из того, чтобы этот вид давал наибольшее представление о форме детали, о её размерах, а не из расположения детали на чертеже изделия. Кроме того, при выборе главного вида детали следует учитывать способ её изготовления.

На рабочем чертеже деталь изображают в том виде, в каком она поступает на сборку, т.е. до операций, выполняемых во время сборки.

Для деталей, обрабатываемых на токарных станках, расположение главного изображения должно соответствовать распо-

ложению детали на станке, при котором выполняется наибольшее количество операций.

На рабочем чертеже должны быть показаны те элементы детали, которые либо совсем не изображены на чертеже общего вида либо изображены упрощённо, условно, схематично. К таким элементам относятся:

- литейные и штамповочные скругления, уклоны, конусности;
- проточки и канавки для выхода резьбонарезающего и шлифовального инструмента;
- внешние и внутренние фаски, облегчающие процесс сборки изделия и т.п.

Размеры подобных конструктивных элементов, как и размеры шпоночных пазов, шлицев, гнёзд под крепёжные винты, шпильки, центровые отверстия и т. п., должны быть взяты из соответствующих стандартов на эти элементы. Гнезда для винтов и шпилек на чертеже общего вида изображаются упрощенно, а на рабочем чертеже детали гнездо должно быть вычерчено конструктивно.

При нанесении размеров следует помнить, что размерные числа независимо от выбранного масштаба должны соответствовать натуральной величины всех элементов изображаемой детали.

Размеры детали определяются путем замеров (если они не нанесены на чертеже) по чертежу общего вида. При этом нужно следить, чтобы сопрягаемые размеры не имели расхождений.

Размеры конструктивных элементов (фасок, проточек, уклонов и т.д.) нужно назначать по соответствующим стандартам, а не по чертежу общего вида.

Размеры шпоночных пазов, шлицев, гнёзд под шпильки и винты, центровых отверстий и др. берутся из соответствующих стандартов на эти элементы.

Диаметры гладких отверстий для прохода крепёжных изделий (болтов, винтов, шпилек) принимаются равным 1,1 диаметра их стержня.

Номинальные размеры сопряжённых деталей не должны иметь расхождений. Линейные размеры, проставленные на чер-

теже, должны соответствовать ГОСТ 6639–69, а угловые ГОСТ 8908–81.

2. Практическая часть

Домашнее задание № 7 «Деталирование» выполняется в два этапа:

1. на листах формата А3 выполнить рабочие чертежи трех деталей с чертежа общего вида.
2. На листе формата А3 вычертить аксонометрическую проекцию одной из деталей.

Порядок выполнения задания (ДЗ № 7, часть 1):

Получив задание, студент должен подробно с ним ознакомиться.

Прочитав описание изображенного механизма, необходимо установить его назначение, устройство и работу, выяснить способы соединения деталей, разобраться во взаимодействии деталей, продумать порядок сборки и разборки изделия.

Перед графическим выполнением чертежей нужно мысленно прочитать все изделие, подлежащее деталированию, установить количество изображений каждой детали, необходимое для выявления их форм и выбрать формат, в котором нужно выполнить каждую деталь. При выборе размера формата нужно учитывать место для нанесения размеров. Размеры рекомендуется наносить вне контура изображений детали.

Выполнение рабочего чертежа детали следует осуществлять в последовательности:

1). Выбрать главное изображение детали, которое может не совпадать с изображением, данным на сборочном чертеже, а также выбрать необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов).

2). Выбирать масштаб изображения детали, формат бумаги с учётом

всех изображений и основной надписи.

3). Определить истинные размеры детали и нанести их на чертеже.

Размеры фасок, проточек, центровых отверстий и т. п. определяют не по чертежу общего вида, а по стандартам на эти элементы.

4). Наметить расположение всех изображений детали и выполнить их на чертеже выбранного формата тонкими линиями, а также нанести выносные и размерные линии.

5). Выполнить обводку чертежа, нанести штриховку и обозначения шероховатости поверхностей.

6). Заполнить основную надпись, написать технические требования.

Пример оформления рабочего чертежа детали на рисунке 134.

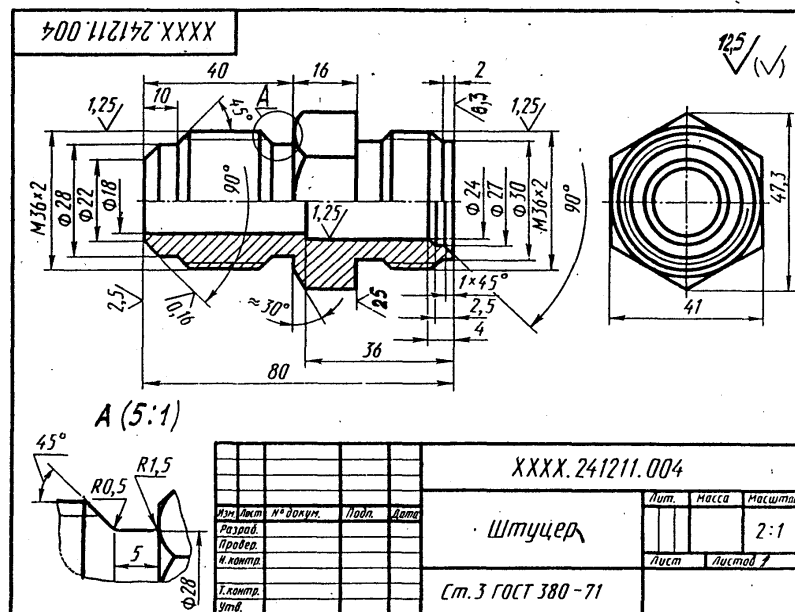


Рисунок 134

3. Вопросы для самопроверки и для защиты ДЗ № 7 (часть 1)

1. Что называют детализированием и в чем заключается процесс детализирования?
2. Какая работа предшествует детализированию?
3. Перечислите этапы детализирования?
4. Каково содержание рабочего чертежа детали?
5. Как определяют по чертежу действительные размеры деталей?
6. Основные требования к рабочим чертежам
7. Как выполняют конструктивные элементы деталей?
8. Содержание рабочего чертежа детали?

9. Изготавливают ли рабочие чертежи на стандартные детали, детали из фасонного или сортового материала?
10. Как изображаются детали из стекла или других прозрачных материалов?
11. Основные требования к чертежам деталей?
12. Чем отличается рабочий чертеж детали от эскиза?

Практическое занятие № 15

Выполнение аксонометрических проекций деталей по чертежу общего вида

Цель занятия:

- повторение теоретических положений по теме «Аксонометрические проекции»;
- приобретение навыков выполнения аксонометрической проекции детали по чертежу общего вида – ДЗ № 7 (часть 2);

1. Теоретические положения

См. практическое занятие № 4 «Изучение нормативов построения аксонометрических проекций».

2. Практическая часть

Домашнее задание № 7 «Детализирование» (часть 2) выполняется на листе формата А3. Для этого необходимо вычертить аксонометрическую проекцию одной из деталей (на усмотрение студента), на которые были выполнены рабочие чертежи по чертежу общего вида.

ДЗ № 7 (часть 2) оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД.

3. Вопросы для самоконтроля и защиты ДЗ № 7 (часть 2)

1. Что такое аксонометрия?
2. Какие косоугольные аксонометрические проекции практически применяются при построении наглядных изображений?
3. Расскажите об аппарате аксонометрического проецирования косоугольных аксонометрических проекций.
4. Назвать коэффициенты искажения в косоугольных аксонометрических проекциях.
5. Как изображаются окружности по ГОСТ 2.317-69 во фронтальной косоугольной изометрической проекции.

6. Как изображаются окружности по ГОСТ 2.317-69 во фронтальной косоугольной диметрической проекции?

7. Как изображаются окружности по ГОСТ 2.317-69 в горизонтальной косоугольной изометрической проекции?

8. От чего зависят построения малых и больших полуосей эллипсов в аксонометрических косоугольных проекциях?

Практическое занятие № 16

Изучение нормативов и особенностей выполнения горных чертежей

Цель занятия:

- ознакомление с горной графической документацией;
- изучение основных правил выполнения и оформления горных чертежей (ГОСТ 2.851 – 75).

1. Теоретические положения

1.1. Горная графическая документация

Чертежи горной графической документации классифицируют по их назначению. Все чертежи разделяют на пять комплектов:

- чертежи земной поверхности,
- горных выработок,
- горно-геологические и горно-геометрические,
- производственно-технические,
- для планирования и руководства горными работами.

Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ в качестве обязательной горной графической документации предусматривает первый и второй комплекты.

1.2. Основные правила составления чертежей

Исходные чертежи составляют непосредственно по результатам натуральных измерений и вычисления координат точек. Если невозможно произвести съемку каких-либо выработок, то допускают нанесение этих выработок на исходные чертежи на основании акта опроса (об этом на чертеже делают соответствующую запись). Чертеж в случае утраты или износа составляют заново.

При утрате первичной и вычислительной документации для составления чертежа используют другую имеющуюся графическую документацию.

Пункты маркшейдерских опорных сетей на земной поверхности и в подземных горных выработках, а также пункты съе-

мочных сетей наносят по координатам с помощью координатографа или циркуля-измерителя и трансверсальной линейки.

Расстояния на плане между линиями координатной сетки и между пунктами опорных и съемочных сетей не должны отличаться от теоретических более чем на 0,3 мм.

Пункты съемочных сетей 2 разряда в очистных забоях разрешается наносить упрощенными методами. Объекты съемки изображают соответственно их формам и размерам в масштабе чертежа. В случае невозможности изображения сообразно его форме и размерам применяют условные знаки. Если чертеж содержит ситуации земной поверхности, горных выработок и геологическую, то в первую очередь наносят элементы земной поверхности, потом ситуацию горных выработок, а в конце – геологическую ситуацию.

Контурные элементы, лежащих в плоскости, представленной на данном чертеже, вычерчивают сплошной линией. Контурные элементы, не лежащих в плоскости (например выработки в другом пласте), вычерчивают штриховыми линиями. Контурные элементы, изображенных на основе акта опроса, вычерчивают штриховой линией.

Условные знаки размещают таким образом, чтобы положению объектов в натуре соответствовали следующие обозначения на чертеже:

- для знаков, имеющих форму геометрических фигур, – геометрический центр этих фигур;
- для знаков с большим основанием – середина основания знака;
- для знаков с прямым углом при основании – вершина прямого угла; для знаков, составленных из нескольких геометрических фигур, – середина нижней фигуры.

Если в каком-либо месте чертежа встречается скопление нескольких условных знаков, то допускают уменьшение размеров знаков на одну треть их величины. Если содержание какого-либо участка чертежа не будет наглядным из-за большого скопления на нем условных знаков, то для такого участка составляют дополнительный чертеж в увеличенном масштабе. Если условный знак попадает на линию рамки, то его вычерчивают на обоих смежных планшетах. В случаях, когда невозможно вычерчивать

буквенный знак внутри контура данного элемента вследствие не-больших его размеров, этот знак вычерчивают вне контура, стрелкой указывают его место принадлежности.

Надписи к объектам съемки начинают с большой буквы. Если объект съемки имеет вытянутую форму, то надпись располагают по оси объекта так, чтобы можно было свободно читать снизу и с правой стороны чертежа. Надписи, касающиеся других объектов, размещают горизонтально, причем название больших объектов помещают в середине контура.

Исправления и изменения в исходных чертежах соскабливанием или стиранием резинкой не допускается.

1.3. Состав и содержание чертежей.

Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ устанавливает перечень обязательного комплекта чертежей.

Состав чертежей земной поверхности (комплект 1) приведен в таблице 34, а состав чертежей горных выработок (комплект 2) – в таблице 35.

Чертежи горной графической документации должны отражать рельеф и ситуацию земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия; горно-геологические условия залегания месторождений; пространственное расположение горных выработок, пройденных в толще горных пород с их геологической ситуацией и техническим оснащением, а также процесс горного производства во времени и в пространстве. На чертежах земной поверхности изображают объекты, предусмотренные основными положениями по созданию топографических планов в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 и, кроме того, объекты, специфические для горных предприятий. К ним относят провалы, воронки и старые отвалы пород; выходы горных пород и тел полезных ископаемых на земную поверхность; границы горных и земельных отводов; здания, сооружения и инженерные подземные сети коммуникаций и сооружения при них на промышленной площадке горного предприятия.

Таблица 34 – Состав чертежей земной поверхности (комплект 1).

№	Название групп и чертежей	Масштаб
1.	Группа чертежей, отражающих рельеф и ситуацию земной поверхности	
1.1.	План земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия	1:1000 1:2000 1: 5000
1.2.	План застроенной части земной поверхности (города, поселка)	1:2000 1:5000
1.3.	План промышленной площадки	1:500 1:1000
1.4.	План породных отвалов	1:2000 1:5000
1.5.	Планы участков земной поверхности, отведенных под склады полезного ископаемого или хранилища отходов обогатительных фабрик	1:200 1:500 1:1000
1.6.	Картограмма расположения планшетов съемки земной поверхности	1:10000 1:25000
2.	Группа чертежей, отражающих обеспеченность шахты пунктами маркшейдерской опорной и съемочной сети	
2.1.	План расположения пунктов маркшейдерской опорной и съемочной сети на земной поверхности	1:5000 1:10000 1:25000
2.2.	План расположения пунктов разбивочной сети и осевых пунктов шахтных стволов	1:200 1:500 1:1000
2.3.	Кроки и схемы конструкции реперов и пунктов.	Без соблюдения масштаба
3.	Группа чертежей отводов горного предприятия	
3.1	План горного и земельного отводов шахты и разрезы к ним.	В масштабе плана земной поверхности

Таблица 35 – Состав чертежей горных выработок (комплект 2)

№	Название групп и чертежей	Масштаб
1.	Группа чертежей, отражающих вскрытие, подготовку и разработку месторождения	
1.1.	Планы горных выработок по каждому пласту	1:1000 1:2000
1.2.	Разрезы в крест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1:1000 1:2000

1.3.	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по пластам	1:10000
2.	Группа чертежей капитальных горных выработок и транспортных путей в них	
2.1.	Разрезы по вертикальным и наклонным шахтным стволам	1:200 1:500
2.2.	Профили стенок и армировки шахтных стволов	Вертикальный 1:100, 1:200 Горизонтальный 1:10; 1:20
2.3.	Чертежи горных выработок околоствольных дворов	1:500
2.4.	Продольные профили рельсовых путей в откаточных горных выработках	Горизонтальный 1:500, 1:1000 Вертикальный в 10 раз крупнее

На планах горных выработок изображают: границы горных отводов или технические границы горного предприятия, границы блоков и безопасного ведения горных работ, капитальные, подготовительные, нарезные, разведочные выработки и очистные забои с указанием дат их подвигания по месяцам и годам. По наклонным подготовительным и очистным выработкам во всех характерных местах (но не реже чем через 150-200 м) указывают углы наклона, горные выработки смежных горных предприятий, расположенные в пределах стометровой полосы от технической границы поля данного горного предприятия; крепь капитальных горных выработок, погашение выработок и закладку, целики, оставляемые у подготовительных выработок и в очистном пространстве, охраняемые объекты, предохранительные и барьерные целики, опасные очаги и зоны (внезапных выбросов угля и газа, выдавливания и высыпания угля с выделением газа, взрыва газа и пыли, проявления горных ударов, самонагревания, пожаров, их рецидивов, суфлярных выделений метана, прорыва глин, заиловочной пульпы, пливунов и воды); участки заиливания для ликвидации пожаров и их рецидивов, а также участки профилактического заиливания; перемычки, капитальные кроссинги и другие капитальные сооружения; воронки провалов, куполы выволов, трещины и другие деформации, вызванные горными работами;

разведочные и технические скважины, пройденные с земной поверхности и из горных выработок, с указанием о их тампонаже; геологическую и гидрогеологическую ситуацию, границы участков списанных запасов, мощности пластов, жил залежей в подготовительных забоях не реже чем через 100 м, в очистных забоях не реже чем один раз в месяц; пункты подземных полигонометрических ходов, закрепленные постоянными центрами, и реперы в горных выработках, а также высоты характерных точек (пересечения капитальных горных выработок, горизонтов и перегибов выработок); линии разрезов и следы плоскостей проекций на вертикальную плоскость.

Общие правила выполнения чертежей горной графической документации всех отраслей промышленности, ведущих разработку месторождений твердых полезных ископаемых, устанавливает **ГОСТ 2.851 – 75**.

Форматы горных чертежей, за исключением маркшейдерских планшетов, – по **ГОСТ 2.301** (см. прак. занятие № 1). Чертежи профилей рельсовых путей в подземных горных выработках и продольные профили коммуникаций на земной поверхности и на открытых разработках следует выполнять на формате с размерами сторон 210×594 мм.

Масштабы изображений на горных чертежах должны выбираться из следующего ряда: 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:25000 (см. табл. 34, 35).

Разрезы, сечения, профили допускается выполнять в разных масштабах в горизонтальном и вертикальном направлениях. В таких случаях указывается вверху масштаб горизонтальный, а под ним – вертикальный, например: 1:5000, 1:500.

Начертания и основные назначения линий – по **ГОСТ 2.303** (см. прак. занятие № 1), кроме маркшейдерско-геологических чертежей. На маркшейдерско-геологических чертежах допускается толщина сплошной основной линии от 0,1 до 0,8 мм.

На чертежах, применяемых в качестве технических плакатов, допускается увеличивать толщину линий по сравнению с указанными в **ГОСТ 2.303**.

Правила нанесения на чертежах надписей и технических требований – по ГОСТ 2.316 с учетом требований ГОСТа 2.851 – 75.

Надписи должны выполняться шрифтом по ГОСТ 2.304 (см. прак. занятие № 1). Надписи на топографических планах поверхности должны выполняться шрифтами, принятыми в условных знаках ГУГК. Допускается надписи в условных обозначениях выполнять узким шрифтом по ГОСТ 2.853.

Названия изображаемых объектов следует указывать полностью. Если места для полного названия недостаточно, то допускается его сокращать в соответствии с ГОСТ 2.853.

Надписи на горных чертежах, кроме маркшейдерско-геологических, следует располагать параллельно основной надписи – в контуре изображения, над ним или слева от него на линии-выноске (рис. 135, а). Названия или пояснительные надписи вытянутых объектов следует выполнять внутри изображения или над ним параллельно продольной оси (рис. 135, б). Цифровые данные, поясняющие изображенный объект, следует наносить справа от изображения.

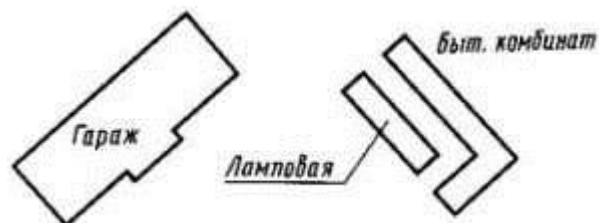
Надписи на геолого-маркшейдерских чертежах и условных обозначениях следует выполнять по ГОСТ 2.853.

Значения горизонталей, изогипс и других изолиний наносят в разрывах, при этом цифры основаниями должны быть направлены в сторону уклона (рис. 135, в).

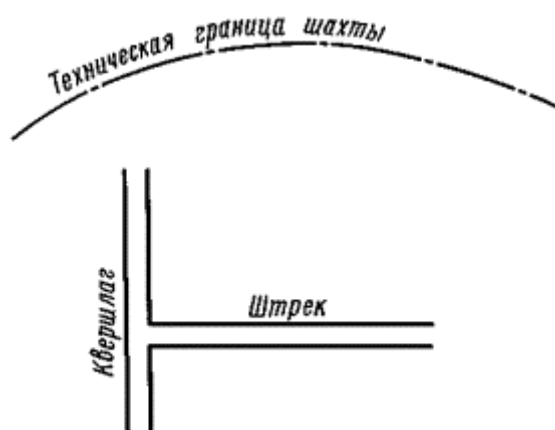
Разрезы, сечения, профили на горных чертежах следует обозначать по ГОСТ 2.305 (см. прак. занятие № 2, 3) с учетом требований ГОСТа 2.851-75. Допускается сечение, разрез, профиль сопровождать надписями, например: «Профиль рельсового пути откаточного штрека», «Геологический разрез», «Разрез вкрест простирания».

Правила нанесения размеров на горных чертежах – по ГОСТ 2.307 (см. прак. занятие № 1, 2, 3) с учетом требований ГОСТа 2.851 – 75. Линейные размеры на горных чертежах следует указывать в миллиметрах (рис. 136), кроме чертежей, на которых изображают большие площади и протяженные объекты, например: чертежи шахтных полей, чертежи систем разработок, схемы вскрытия, погоризонтные планы, планы горных работ, чертежи транспортных и энергетических коммуникаций, чертежи

всех видов по открытым разработкам, чертежи целиков и т.д. На таких чертежах все линейные размеры следует приводить в метрах, не указывая единицы измерения (рис. 137).



а)



б)



в)

Рисунок 135 – Примеры нанесения надписей

Высотные отметки следует указывать в метрах с точностью до сотых долей.

Отсчетный уровень принимается за «Нулевой» и обозначается цифрой «0».

Отметки уровня ниже отсчетного следует указывать со знаком «-» (минус), выше отсчетного – со знаком «+» (плюс).

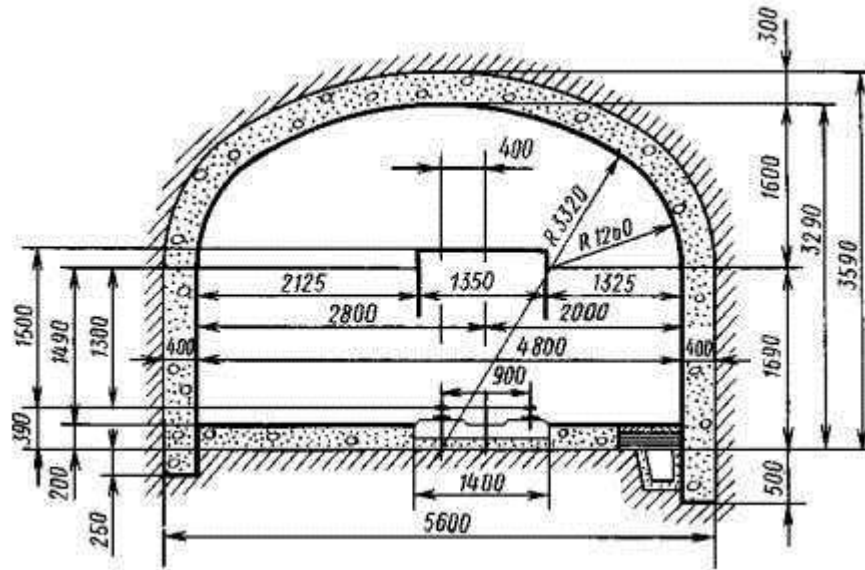


Рисунок 136 – Пример нанесения линейных размеров в миллиметрах

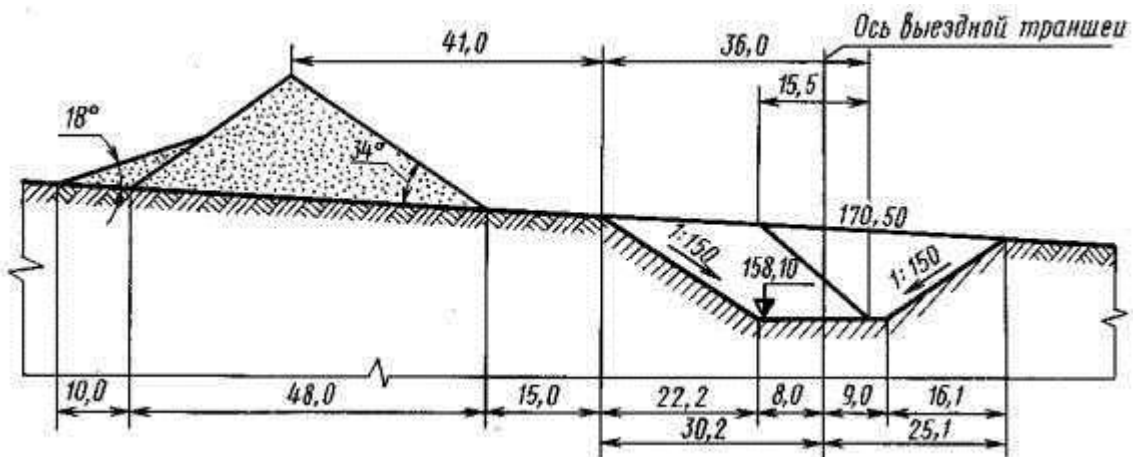


Рисунок 137 – Пример нанесения линейных размеров в метрах

Каждый лист горного чертежа должен иметь **основную надпись**. На маркшейдерско-геологических чертежах допускается основную надпись не помещать. Маркшейдерско-геологические чертежи должны иметь титульную надпись.

Основную надпись следует располагать в правом нижнем углу чертежа. Над основной надписью каждого листа или слева

от нее следует оставлять свободное поле (около 50 мм) для указаний о применении, снятии копии, дубликата, замене и т.д.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи для производственно-технических чертежей должны соответствовать приведенным на рис. 138. В графах основной надписи (номера граф на рисунке показаны в скобках) следует указывать:

- в графе 1 – наименование чертежа;
- в графе 2 – наименование вышестоящей организации, которой подчиняется предприятие (министерство, главк, комбинат);
- в графе 3 – конкретное содержание чертежа;
- в графе 4 – обозначение чертежа (индекс, шифр, номер);
- в графе 5 – наименование горного предприятия (шахта, рудник, карьер), выпускающего чертеж;
- в графе 6 – сокращенное наименование отдела, разработавшего чертеж;
- в графе 7 – масштаб;
- в графе 8 – порядковый номер листа данного чертежа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- в графе 9 – общее количество листов данного чертежа (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 10 – должности лиц, участвующих в выпуске чертежа;
- в графе 11 – фамилию лица, подписывающего чертеж;
- в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 10;
- в графе 13 – дату подписания чертежа;
- в графах 14 – 18 – отметки об изменении чертежа, заполняют их в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503;
- в графе 19 – обозначение чертежа, повернутое на 180°;
- в графе 20 – подпись лица, копировавшего чертеж;
- в графе 21 – обозначение формата листа по ГОСТ 2.301.

Пример заполнения основной надписи приведен на рисунке 139.

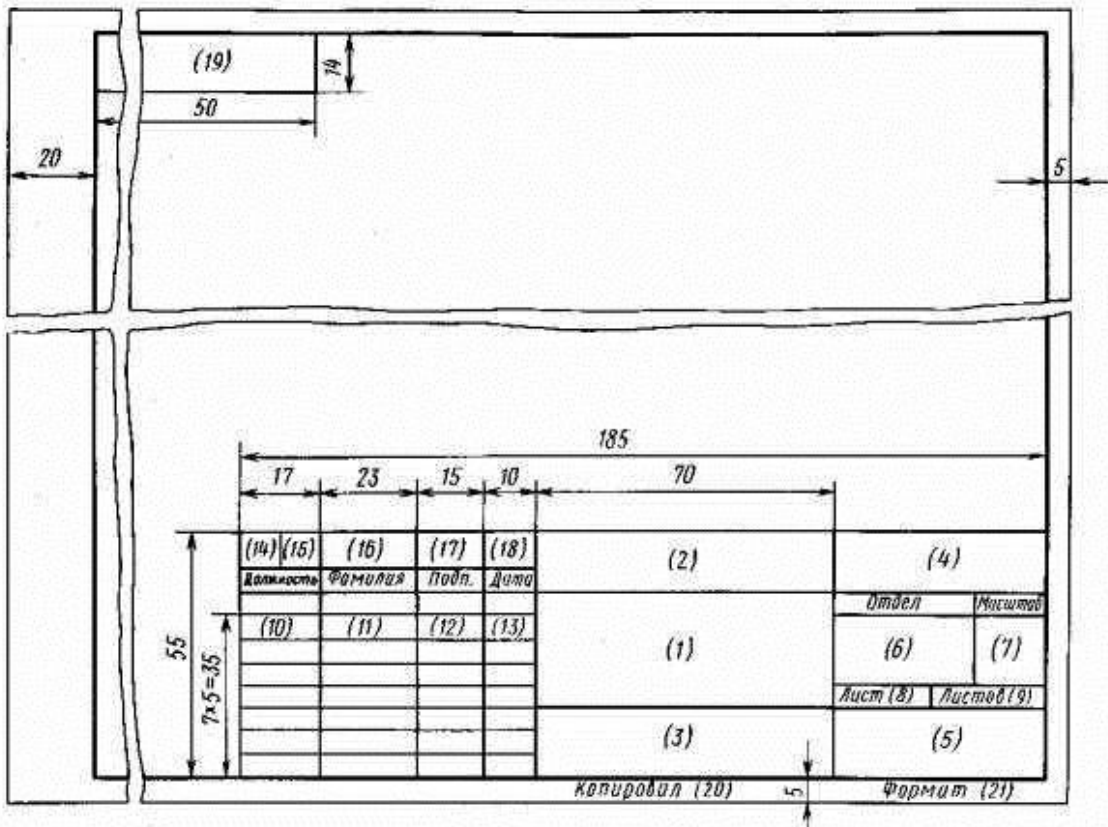


Рисунок 138 – Основная надпись для производственно-технических чертежей

				<i>Минчермет СССР Главлрда</i>		31202			
<i>Должность</i>	<i>Фамилия</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Паспорт забоя вскрышного экскаватора</i>		<i>Отдел</i>	<i>Масштаб</i>		
<i>Гл. инж.</i>						<i>Техн.</i>	<i>1:100</i>		
<i>Нач. ПТО</i>						<i>Лист</i>	<i>Листов 1</i>		
<i>Гл. марк.</i>						<i>План, разрез</i>		<i>ЖГОК</i>	
<i>Гл. зодя.</i>									
<i>Нач. б. вр.</i>									
<i>Ст. инж.</i>									

Рисунок 139 – Пример заполнения основной надписи

Вопросы для самоконтроля

1. Какие чертежи горной графической документации вы знаете?
2. Какие чертежи входят в перечень обязательного комплекта чертежей?
3. На каких форматах выполняют горные чертежи?
4. Какие масштабы используют при разработке и выполнении горных чертежей?
5. Как наносят надписи на горных чертежах?
6. Как наносят размеры на горных чертежах?

Практическое занятие № 17

Проекции с числовыми отметками

Цель занятия:

- Изучение метода проекций с числовыми отметками и основных теоретических положений по данной теме;
- Приобретение навыков в анализе и решении графических задач по данной теме.

1. Теоретические положения

1.1. Проекция с числовыми отметками

В своей практической деятельности горному инженеру часто приходится встречаться с различного рода горно-геометрическими задачами, решение которых не всегда целесообразно производить аналитическими методами, для решения некоторых задач методы не приемлемы.

Метод проекций с числовыми отметками позволяет просто и достаточно точно решать различные горно-геометрические задачи графическим способом.

По сравнению с аналитическими способами, графический способ менее трудоемкий и, что самое главное – дает пространственное представление о решаемой задаче.

Пространственное изображение объектов для горного инженера имеет большое практическое значение, так как решаемые им производственные задания носят не отвлеченный, а конкретный характер, занимают определенное место в пространстве и часто взаимосвязаны друг с другом.

Графический способ решения задач требует строгого соблюдения масштаба и соответствующей точности графических построений.

1.2. Сущность проекций с числовыми отметками

Сущность этого метода, заключается в том, что на основную плоскость проекций (горизонтальную) прямоугольно проецируются точки пространственного предмета. При этом в проекции пространственного предмета отражаются лишь два его измерения (обычно координаты x и y), а третье измерение предмета (h) –

расстояние (высота) соответствующих точек предмета от горизонтальной плоскости (координата h показывается в виде числа, подписываемого рядом с проекцией точки).

1.3. Положение точки в пространстве

Положение точки A в пространстве в проекциях с числовыми отметками вполне определяется двумя элементами:

1. Прямоугольной проекцией A_4 точки A на горизонтальную плоскость проекций Π_0 , полученной в пересечении перпендикуляра AA_4 с плоскостью Π_0 ($A_4 = AA_4 \cap \Pi_0$) (рис. 140);
2. Числовой отметкой рядом с проекцией точки, определяющей ее расстояние от горизонтальной плоскости.

Этот метод особенно удобен для изображения на чертежах сложных криволинейных и топографических поверхностей, для которых геометрический закон образования неизвестен.

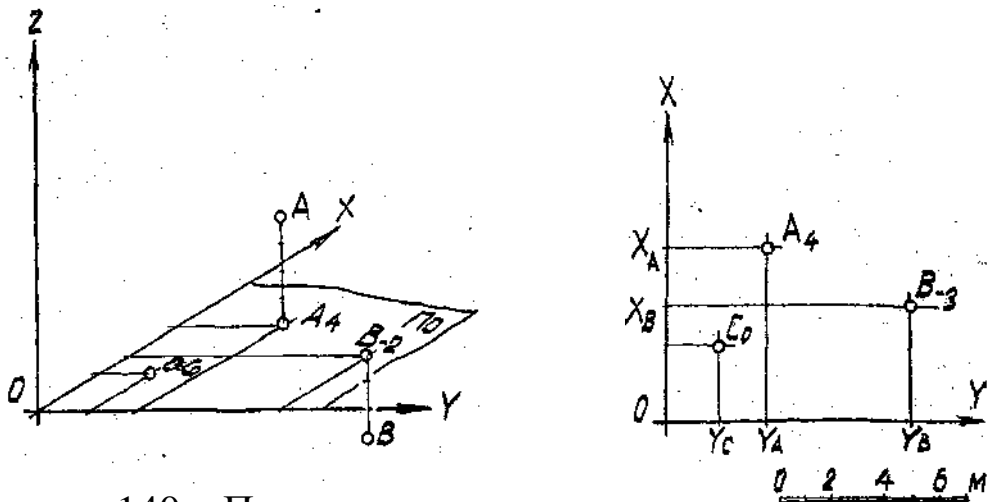


Рисунок 140 – Проекция точек в

циях с числовыми отметками

ек-

Изображение, выполненное на плоскости Π_0 , называется **планом**. План определяет положение объекта в координатах x, y . Координата z (или h – высота) задается числом.

Для полного определения положения точек в проекциях с числовыми отметками необходимо еще наличие масштаба и указания, в каких линейных единицах выражены числовые отметки.

В практике горного дела проецирование горных выработок принято осуществлять на *горизонтальную плоскость нулевого уровня*, тогда точки имеют абсолютные высотные отметки. При

произвольном задании положения горизонтальной плоскости проекций, отметки точек условные.

Точки, расположенные, выше плоскости, нулевого уровня, имеют положительные значения отметок, ниже – отрицательные.

1.4. Проекция прямой линии

Прямая линия определяется проекциями с числовыми отметками двух ее произвольно взятых точек.

На рисунке 141 отрезок прямой (например, наклонная буровая скважина) АВ изображается на плане проекцией A_5B_{10} . Длина проекции называется *заложением отрезка прямой*.

Прямая может быть также задана проекцией точки С с числовой отметкой, углом наклона δ прямой линии к горизонтальной плоскости проекций (углом падения) и углом простирания α .
Пример:

$$C_4; \text{ угол } \delta = 22^\circ; \text{ угол } \alpha = 129^\circ$$

Угол простирания α отсчитывается от положительного направления абсцисс или северного конца меридиана по направлению часовой стрелки до направления простирания прямой. Под направлением простирания понимают направление от точки с большей отметкой к точке с меньшей отметкой.

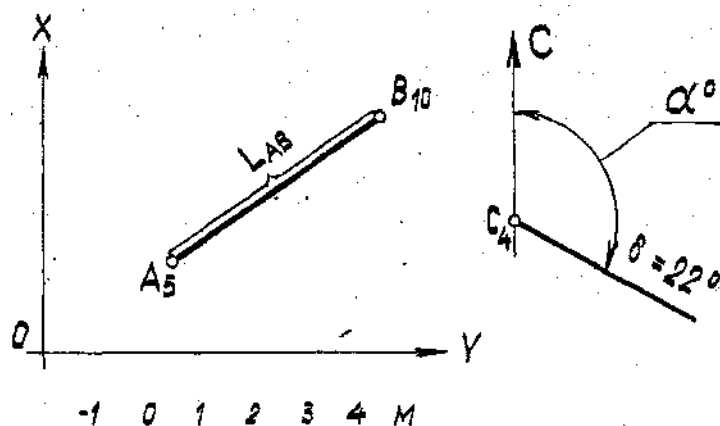


Рисунок 141 – Отрезок прямой в проекциях с числовыми отметками

1.5. Уклон, интервал, градуирование прямой:

Уклон прямой линии определяется тангенсом угла δ , т.е.

$$j = \operatorname{tg} \delta = (h_A - h_B)/L_{AB} = \Delta h / L_{AB},$$

L_{AB} – заложение отрезка АВ (горизонтальная проекция отрезка прямой);

$h_A - h_B = \Delta h$ – превышение (разность отметок крайних точек отрезка);

δ – угол падения.

Уклон прямой – это отношение превышения к заложению. Величина, обратная к уклону $1/j = L_{AB} / (h_A - h_B) = \ell$, есть интервал прямой. Интервал прямой определяет величину заложения на единицу превышения.

Если $h_A - h_B = 1$ м, то интервал равен заложению $\ell = L_{AB}$.

Тогда уклон $j = 1/\ell$, а интервал $\ell = 1/j$. Уклон и интервал прямой взаимно обратные величины.

Градуирование прямой

Проградуировать прямую – это значит найти на ней величину, разность отметок которых равна 1 (5 или 10).

Это можно выполнить аналитически или графически.

Аналитически определяем интервал по формуле $\ell = 1/j$. Если, $j = 2/3$, то $\ell = 3/2 = 1,5$.

Графическое градуирование.

Существует несколько способов:

Способ пропорционального деления отрезка, способ профилей (разрезов), способ трафарета (палетки), с помощью графиков заложений.

Градуирование отрезка прямой при помощи пропорционального деления отрезка.

Из точки A_4 проводится прямая под произвольным углом к заложению A_4B_1 . На этой прямой откладываются равные отрезки произвольной длины, количество n этих отрезков равно разности отметок $n(4-1) = 3$.

Градуирование прямой с помощью разреза (профиля) осуществляется путем, построения вертикального разреза по заданной прямой (рис. 142).

На разрезе проводят ряд горизонталей, отметки которых совпадают с отметками определяемых на прямой точек.

Расстояние между горизонталями равно H в масштабе плана. Проекция точек пересечения прямой $СД$ с соответствующими горизонталями (горизонталями), разреза после перенесения на заданную прямую в плане и будут теми точками, которые необходимо было подучить в результате градуирования. Для построения разреза $A-A$ отрезок $С_{40}Д_{100}$ с плана переносится на один горизонт разреза (в нашем случае тридцатый горизонт), после этого точки $С_{40}$ и $Д_{100}$ проецируются на горизонты, соответствующие их отметкам, в результате чего получаем в разрезе прямую $СД$ (натуральная величина прямой).

Находим проекции точек пересечения прямой $СД$ с соответствующими горизонталями (горизонталями) разреза, l – интервал прямой $С_{40}Д_{100}$ (рис. 142).

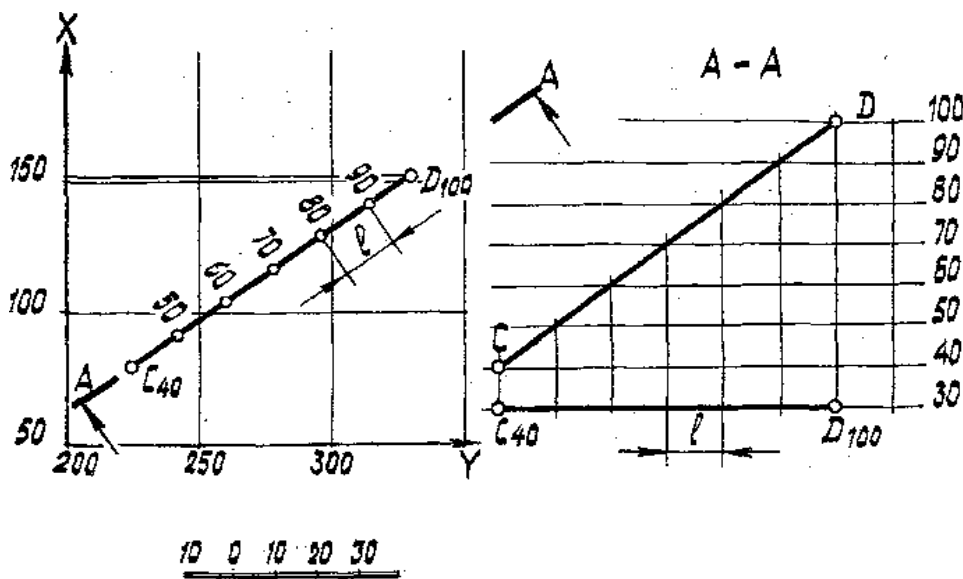


Рисунок 142 – Градуирование прямой с помощью разреза

1.6. Взаимное положение двух прямых линий

Две прямые линии в пространстве могут быть: параллельными, пересекающимися, скрещивающимися.

Признаки параллельности прямых.

1. Проекция заложения параллельных прямых параллельны.
2. Отметки параллельных прямых убывают или возрастают.

тают в одном и том же направлении.

3. Интервалы прямых равны.

Условия параллельности прямых можно выразить так: параллельные прямые имеют одинаковые элементы залегания (рис. 143, а).

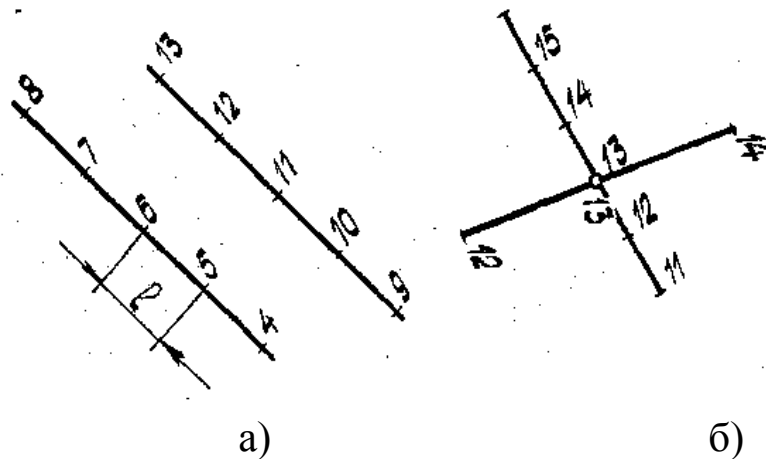


Рисунок 143 – Параллельные (а) и пересекающиеся (б) прямые

Признаки пересекающихся прямых

1. Проекция заложения пересекающихся прямых пересекаются.

2. Отметка точки пересечения проекций пересекающихся прямых является общей для заданных прямых.

Чтобы убедиться в том, что прямые в пространстве пересекаются, необходимо определить числовые отметки точки пересечения их проекций. Если они соответствуют одинаковым числовым значениям для обеих проекций, тогда прямые в пространстве пересекаются (рис. 143, б), если разным – скрещиваются.

Построение прямых, удовлетворяющих заданным условиям

1. Провести через точку A_3 прямую A_3B_7 , параллельную заданной прямой C_5C_9 , (рис. 144). Дано A_3, C_5C_9 .

Градуируем прямую C_5C_9 при помощи пропорционального деления отрезка. Определяем интервал прямой C_5C_9 . Из точки A_3 проводим прямую параллельно заданной прямой C_5C_9 и от точки

A_3 откладываем 4 отрезка, т.к. разница отметок $n(7 - 3) = 4$.

2. Через точку E_{25} провести прямую, пересекающуюся с прямой $M_{75}N_{35}$ в точке K , отметка которой равна 45 м. Градуируем прямую MN и определяем точку с отметкой 45 м. Точку E_{25} соединяем с точкой K_{45} – искомая прямая. Градуирование выполняем пропорциональным делением отрезка.

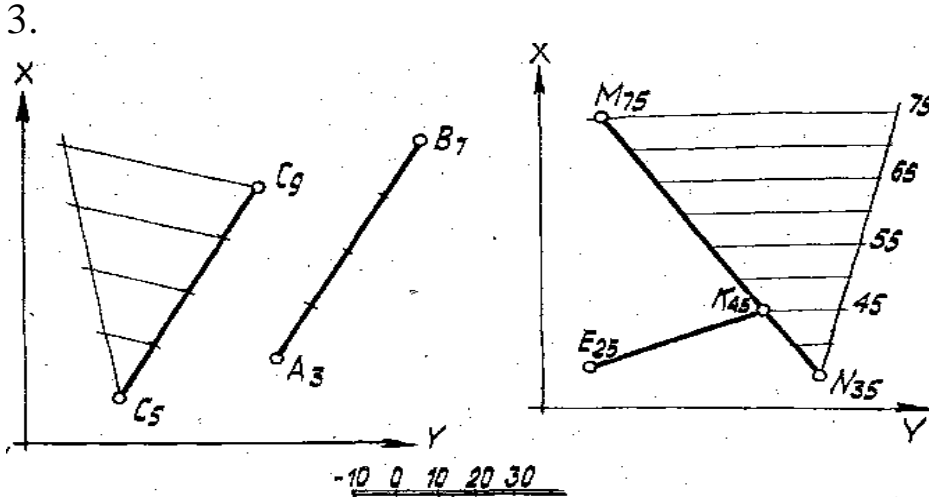


Рисунок 144 – Построение параллельных и пересекающихся прямых

1.7. Плоскость

Плоскость в проекциях с числовыми отметками может быть задана:

- тремя точками, не лежащими на одной прямой;
- прямой и точкой вне этой прямой;
- проекциями параллельных прямых;
- проекциями пересекающихся прямых.

Но наиболее удобно плоскость в проекциях с числовыми отметками задавать масштабом заложения. Масштаб заложения – это проградуированная проекция линии наибольшего ската.

Под линией наибольшего ската плоскости понимают прямую, расположенную в плоскости и перпендикулярную горизонталям плоскости. Поэтому масштаб заложения всегда перпендикулярен к горизонталям плоскости.

На чертеже масштаб заложения обозначается двойной линией расстояние между соседними делениями масштаба заложения, соответствует единице превышения, представляет собой интер-

вал линии наибольшего ската, а соответственно и интервал плоскости ($l_{пл}$).

Элементы залегания плоскости.

Элементами залегания плоскости являются угол падения плоскости δ и угол простирания α (дирекционный угол).

Угол падения плоскости δ – это угол, составляемый линией наибольшего ската плоскости с горизонтальной плоскостью проекций Π_0 . За угол простирания плоскости принимается горизонтальный угол α , измеряемый по ходу часовой стрелки от северного меридиана до положительного направления простирания. За положительное направление простирания в горной промышленности принято правое направление горизонталей плоскости, когда наблюдатель смотрит в сторону увеличения числовых отметок (рис. 145).

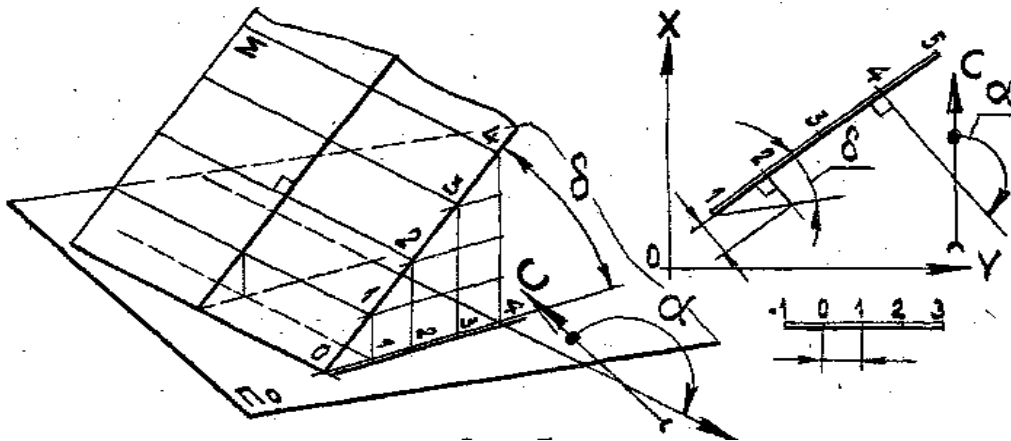


Рисунок 145 – Элементы залегания плоскости

1.8. Взаимное положение плоскостей.

Плоскости в пространстве могут быть: параллельными; пересекающимися.

Признаки параллельности плоскостей. Параллельные плоскости имеют, одинаковые элементы залегания, т.е.

1. Масштабы заложения и горизонталей параллельных плоскостей параллельны;
2. Интервалы равны;

3. Отметки горизонталей убывают; или возрастают в одном и том же направлении (рис. 146).

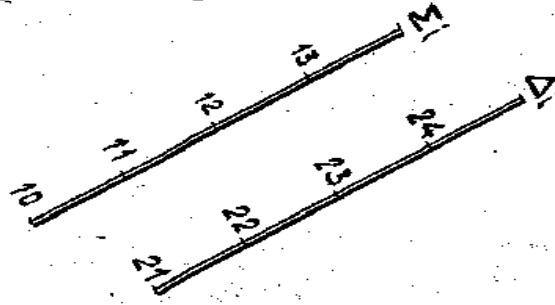


Рисунок 146 – Параллельные плоскости

Плоскости, не удовлетворяющие хотя бы одному из этих условий, в пространстве взаимно пересекаются.

Построение линии пересечения плоскостей.

Построение линии пересечения плоскостей можно осуществить несколькими способами.

2. Путем пересечения одноименных горизонталей (рис. 147). В этом случае одноименные горизонтали пересекающихся плоскостей P_i и Q_i продолжают до взаимного пересечения в точках A_6 и B_8 . Соединяя точки прямой, получим линию пересечения заданных плоскостей. Горизонтالي проводятся перпендикулярно к масштабам заложений.

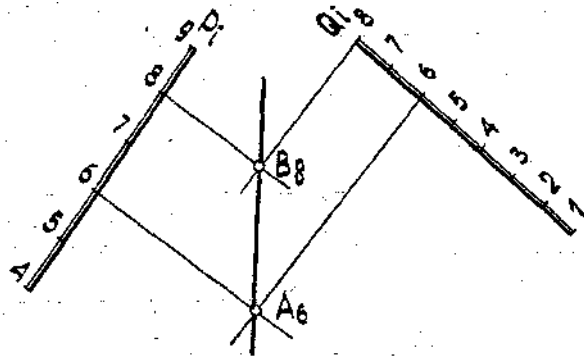


Рисунок 147– Построение линии пересечения плоскостей путем пересечения одноименных горизонталей

2. С помощью вспомогательных плоскостей.

Этот способ применяется в том случае, когда горизонтали пересекающихся плоскостей параллельны или пересекаются за

пределами чертежа (рис. 148).

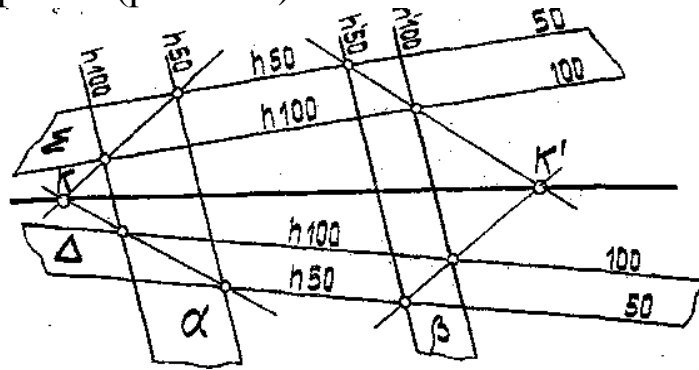


Рисунок 148 – Построение линии пересечения плоскостей с помощью вспомогательных плоскостей

Вводятся две вспомогательные плоскости α и β . Определяются линии пересечения заданных плоскостей Σ и Δ с плоскостями α и β , которые проводятся через точки пересечения одноименных горизонталей. В результате получаем точки K и K' . Прямая KK' – линия пересечения плоскостей Σ и Δ .

3. С помощью вертикальных разрезов (рис. 149).

Этот способ может быть применен в любом случае, особенно, если плоскости заданы не однозначными горизонталями.

Решение задачи сводится к построению двух вертикальных разрезов. Если горизонтالي заданных плоскостей параллельны, достаточно построение только одного разреза.

На разрезе определяется общая точка K для заданных плоскостей, которая переносится на план. Через точку K проводим прямую, параллельную горизонталям плоскостей Σ и Δ .

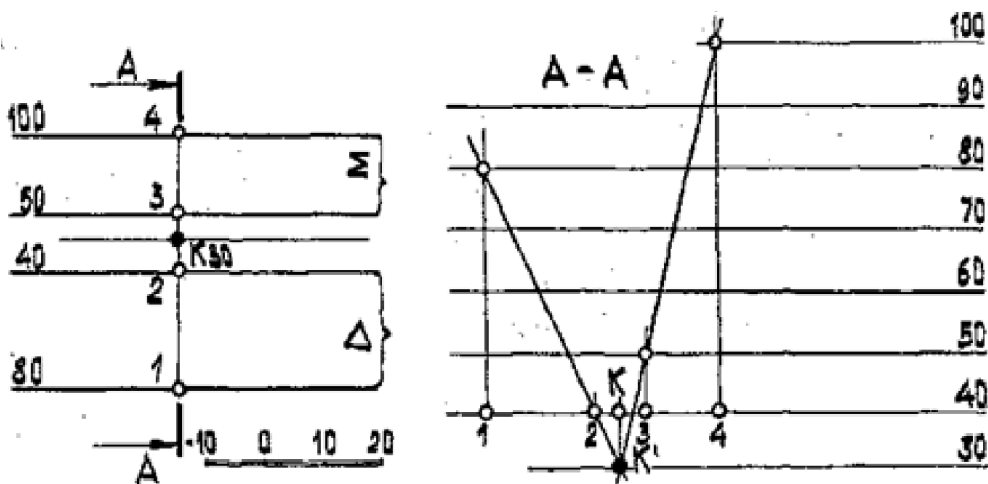


Рисунок 149 – Построение линии пересечения плоскостей с помощью вертикальных разрезов

1.9. Взаимное положение прямой и плоскости.

Взаимные позиционные отношения прямой и плоскости в проекциях с числовыми отметками устанавливаются исходя из условий:

- Прямая принадлежит плоскости;
- Прямая параллельна плоскости;
- Прямая пересекает плоскость.

Прямая принадлежит плоскости, если две точки прямой одновременно принадлежат плоскости (рис. 150).

Прямая параллельна плоскости, если она параллельна одной из прямых, принадлежащих плоскости (рис. 150).

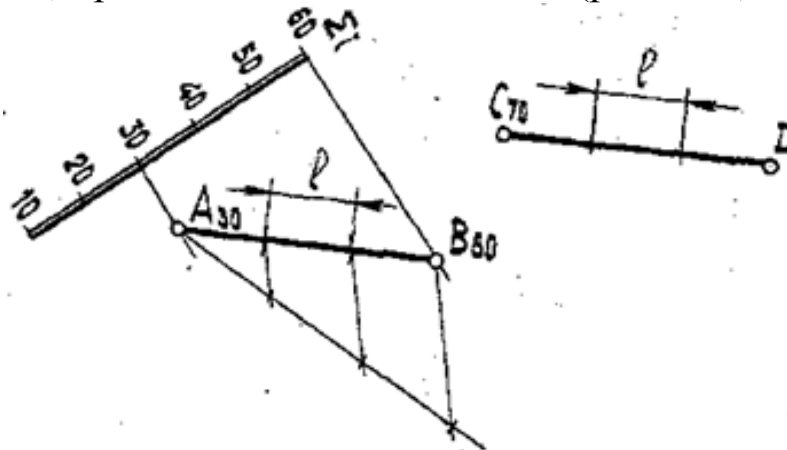


Рисунок 150 – Прямая АВ принадлежит плоскости, прямая CD параллельна плоскости

Прямая пересекает плоскость.

Для построения точки пересечения прямой с плоскостью (рис. 151) необходимо выполнить следующие построения:

1. Через прямую провести вспомогательную плоскость (плоскость общего положения);
2. Построить линию пересечения данной плоскости и вспомогательной;
3. На пересечении полученной линии и заданной прямой определится искомая точка.

Пример: Построить точку пересечения прямой $A_{14}E_9$ с плос-

костью Σ_i .

1. Через прямую $A_{13}E_9$ проводим плоскость Q общего положения. Для этого через две точки прямой, под любым углом, проводим две горизонталы, например с отметками 11 и 13, которые и определяют вспомогательную плоскость Q .

2. В заданной плоскости Σ_i проводим горизонталы 11 и 13 перпендикулярно масштабу заложения.

3. Строим линию пересечения $D_{11}C_{13}$ заданной плоскости Σ_i и вспомогательной Q .

4. Искомая точка K определится на пересечении линии пересечения $D_{11}C_{13}$ с заданной прямой ℓ .

5. Определяем отметку точки K – 14,8.

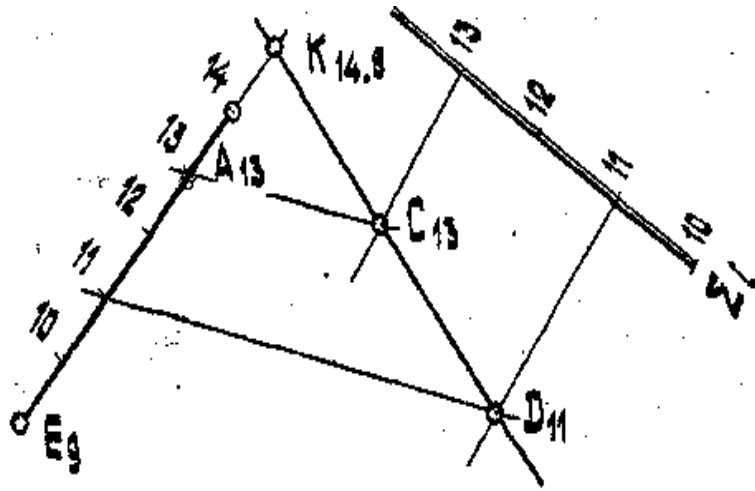


Рисунок 151 – Построение точки пересечения прямой с плоскостью

Прямая перпендикулярна плоскости.

Если прямая и плоскость взаимно перпендикулярны, то на плане проекция прямой параллельна масштабу заложения, (перпендикулярна к проекциям горизонталей плоскости), числовые отметки прямой и плоскости увеличиваются в противоположных направлениях, а интервал прямой $\ell_{пр}$ по величине обратно пропорционален интервалу плоскости $\ell_{пл}$, т.е.

$$\ell_{пл} = \Delta h / \ell_{пр} = 1 / \ell_{пр}$$

интервал прямой при известном интервале плоскости может быть установлен графически.

Задача:

Из точки A_8 восстановить перпендикуляр к плоскости α (рис. 152).

1. Проводим в плоскости α линию наибольшего ската C_3D_7 .
2. Из точки A_8 проводим прямую AB , перпендикулярную горизонтальям плоскости и параллельную линии наибольшего ската.
3. С помощью разреза $A - A$ строим перпендикуляр к плоскости α , которая спроецировалась в виде прямой C_3D_7 .
4. Определяем основание перпендикуляра B и отметку этой точки $B_{4,3}$.
5. С помощью горизонтальных плоскостей графически градуируем перпендикуляр, определяем его интервал $\ell_{пр}$.

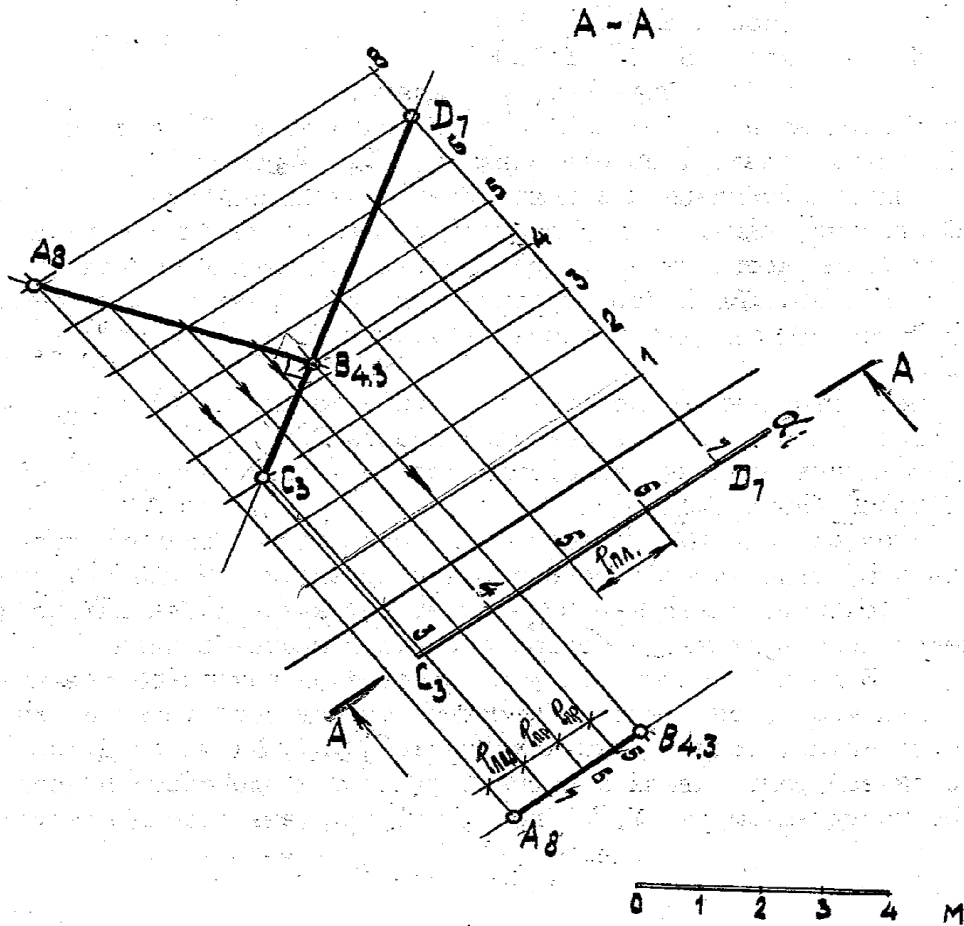


Рисунок 152 – Построение прямой, перпендикулярной к плоскости

1.10. Поверхности в проекциях с числовыми отметками

Поверхности в проекциях с числовыми отметками подлежат обязательному градуированию. Это дает возможность определять результаты взаимодействия их с другими геометрическими образами: прямыми, плоскостями, поверхностями. Проградуировать поверхность, значит найти на ней сечения горизонтальными плоскостями, отметки которых различаются на единицу. Эти сечения называются горизонталями. Например, чтобы проградуировать поверхность многогранника, нужно проградуировать несколько его ребер и соединить точки с одинаковыми отметками прямыми линиями (рис. 153).

1.11. Способы задания поверхностей.

1. *Многогранники* задаются проекциями своих ребер с указанием отметок (рис. 153).

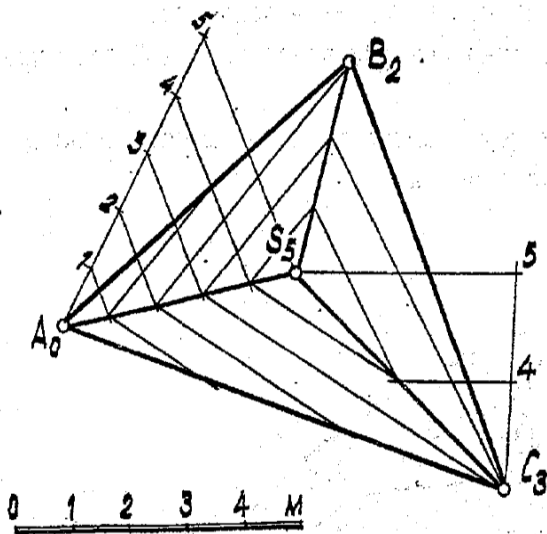


Рисунок 153 – Многогранник в проекциях с числовыми отметками

2. *Криволинейные поверхности* задаются горизонталями, которые сопровождаются отметками. Горизонтالي проводят через одинаковые интервалы. Пример представлен на рисунке 154 – коническая поверхность.

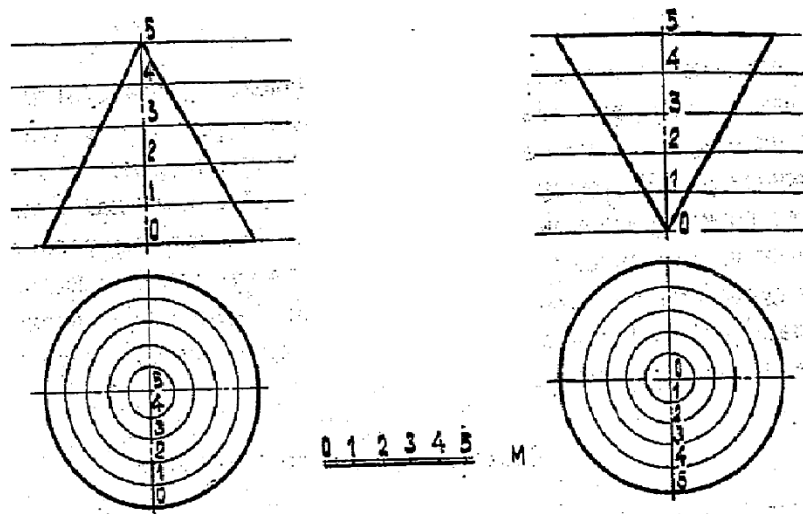


Рисунок 154 – Коническая поверхность

3. *Поверхность одинакового ската* – поверхность, огибающая семейство конусов, вершины которой лежат на одной пространственной кривой (рис. 155).

Такие поверхности встречаются при сооружении откосов плотин, дорог, строительных площадок и т.п.

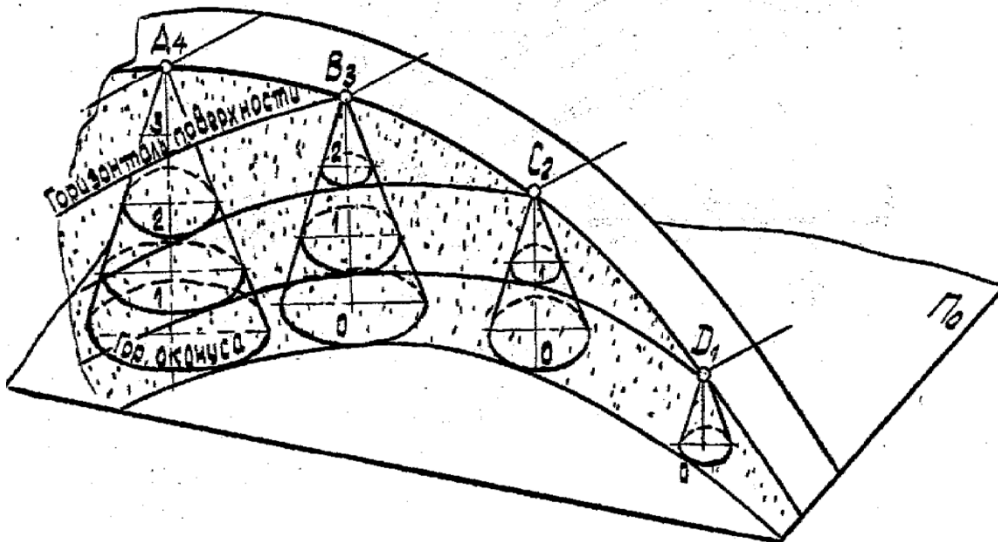


Рисунок 155 – Поверхность одинакового ската

Построить эпор: $j = 1 : 1$ – уклон поверхности откосов.
 $\ell = 1/j = 1$ – интервал, через который нужно проводить горизонтали. Горизонтали поверхности одинакового ската параллельны и располагаются через интервал друг от друга (рис. 156).

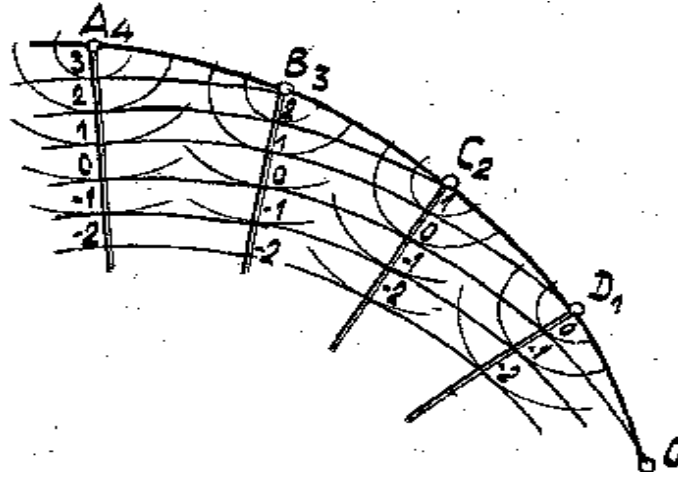


Рисунок 156 – Построение поверхности одинакового ската

4. Поверхность, не имеющая, четкого закона своего образования, называется графической поверхностью. Земную поверхность принято называть **топографической поверхностью** (рис. 157).

Топографическую поверхность можно задать горизонталями, не имеющими закономерной формы.

Разность отметок горизонталей называется высотой сечения.

Если около какой-либо точки, взятой по горизонтали, провести окружность, касательную к следующей горизонтали, а затем из полученной точки касания повторить такие же построения к другой горизонтали и соединить эти точки, то получим линию наибольшего ската на данной поверхности (эта линия обычно ломаная).

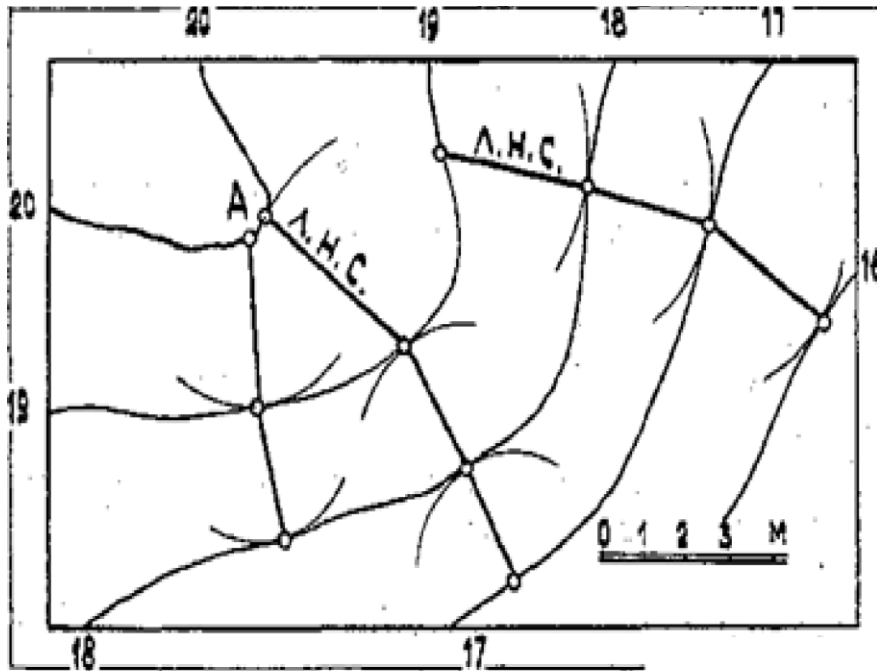


Рисунок 157 – Топографическая поверхность

Линия пересечения топографической поверхности с вертикальной плоскостью называется профилем (рис. 158, разрез А-А).

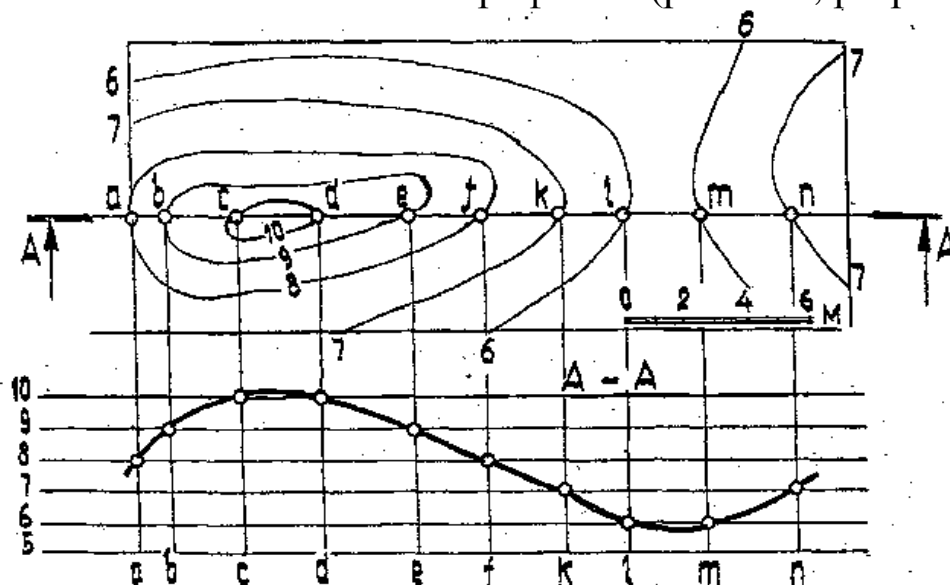


Рисунок 158 – Профиль поверхности (разрез А-А)

Нулевой отметкой считается отметка уровня Балтийского моря.

2. Практическая часть

Для закрепления теоретического материала необходимо ре-

шить следующие графические задачи:

1. По заданным проекциям точек построить их числовые отметки на эюре (рис. 159)

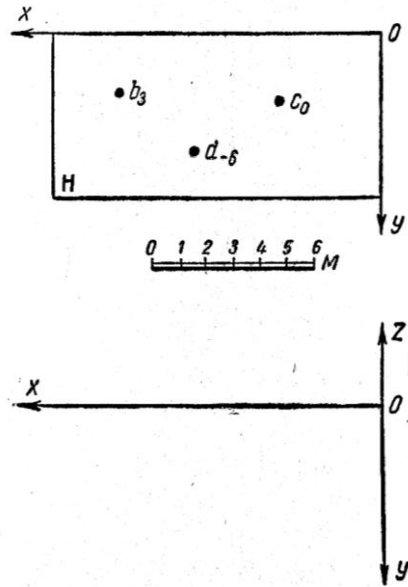


Рисунок 159

2. Проградуировать отрезок прямой, заданный отметками его концов (рис. 160)

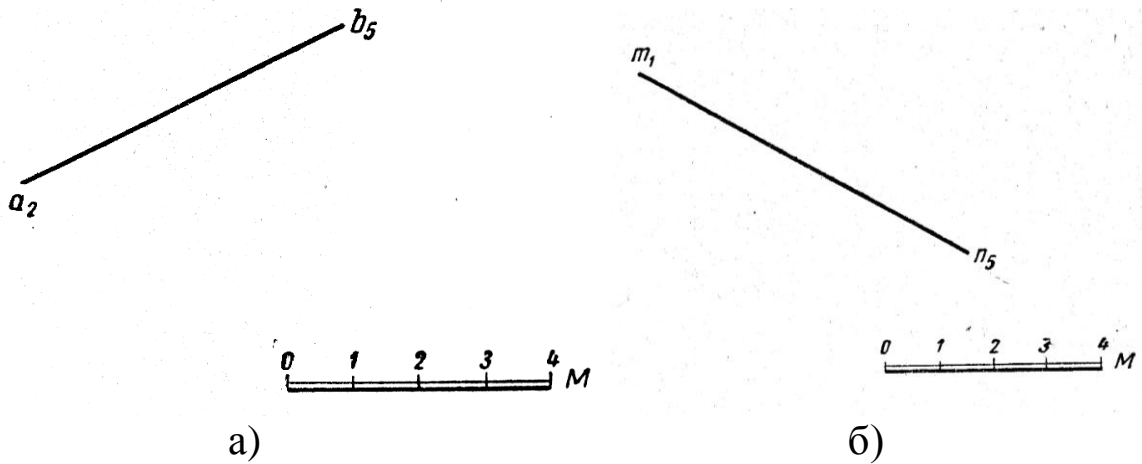
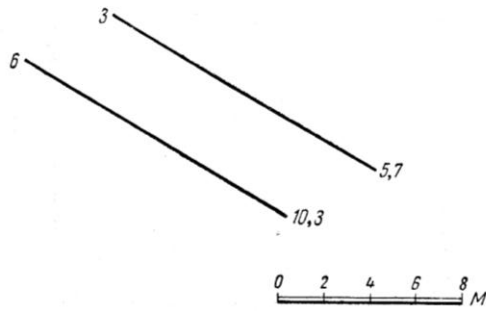
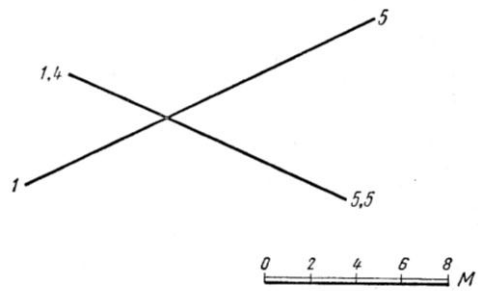


Рисунок 160

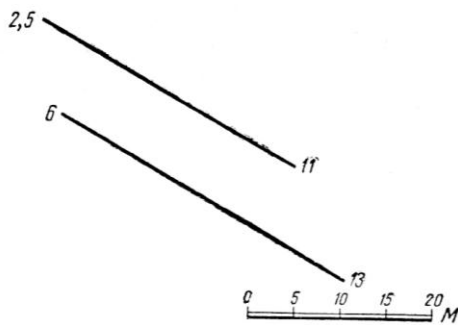
3. Определить взаимное расположение прямых (рис. 161)



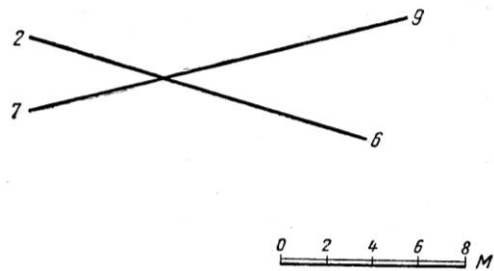
а)



б)

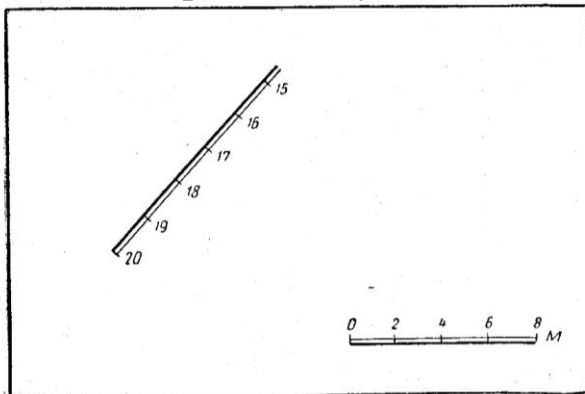


в)

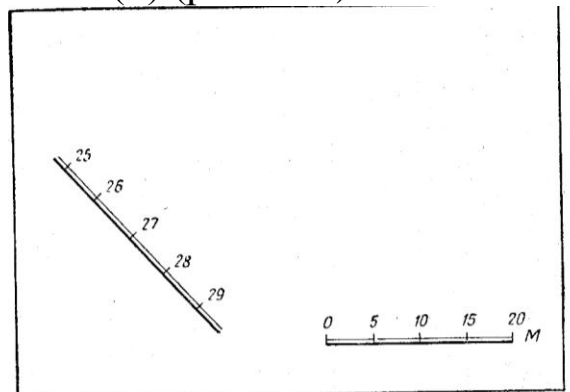


г)

Рисунок 161

4. Определить угол падения плоскости (α) (рис. 162)

а)



б)

Рисунок 162

5. Две плоскости заданы масштабами заложения, определить их линию пересечения (рис. 163)

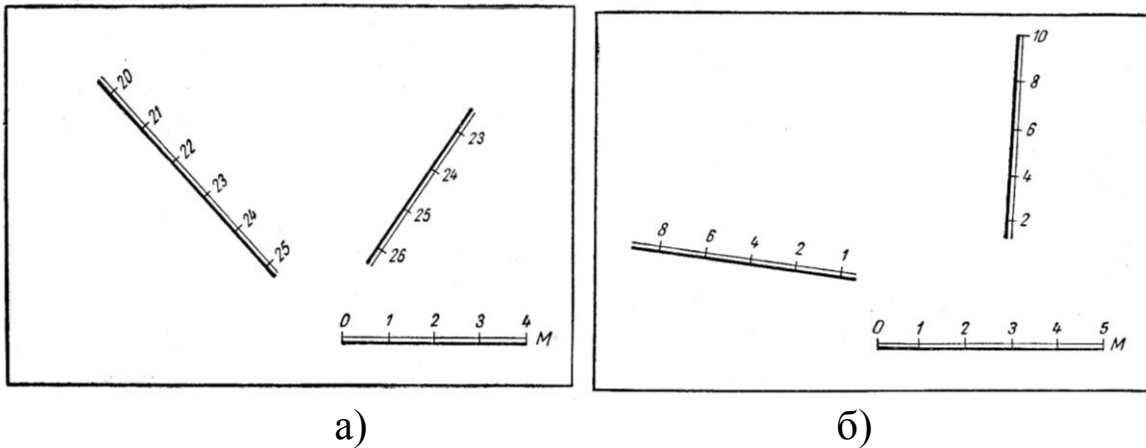


Рисунок 163

6. Построить линию пересечения прямой с плоскостью (рис. 164)

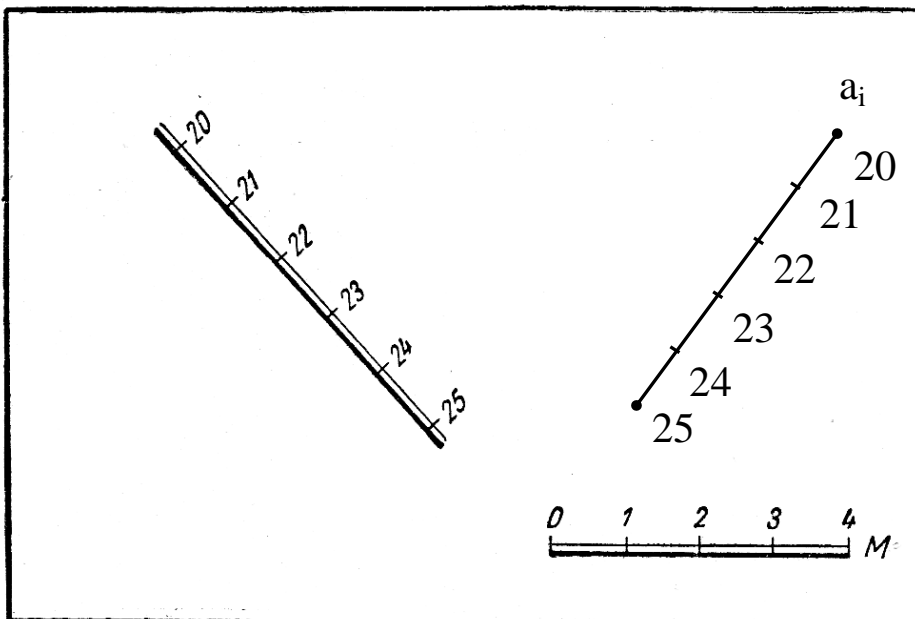


Рисунок 164

3. Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается суть метода проекций с числовыми отметками?
2. Какими условиями определяется положение прямой в проекциях с числовыми отметками?

3. Как проградуировать отрезок прямой?
4. Дайте определение параллельным прямым.
5. Какие прямые называются пересекающимися?
6. Какие прямые называются скрещивающимися?
7. Как можно задать плоскость в проекциях с числовыми отметками?
8. Что такое масштаб заложения плоскости?
9. Какие плоскости называют параллельными?
10. Какими способами можно построить линию пересечения двух плоскостей?
11. Назовите условия принадлежности прямой плоскости?
12. Назовите условия параллельности прямой и плоскости?
13. Как построить точку пересечения прямой и плоскости?
14. Как задаются многогранники и кривые поверхности в проекциях с числовыми отметками?
15. Что такое поверхность одинакового ската?
16. Дайте определение топографической поверхности.

Список литературы

а) Основная литература

1. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=701 Лызлов, А. Н. Начертательная геометрия: задачи и решения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. направлениям подготовки (специальностям) / А. Н. Лызлов, М. В. Ракитская, Д. Е. Тихонов-Бугров. – СПб. : Лань, 2011. – 96 с.
2. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3735 Тарасов Б.Ф. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] учебник Б. Ф. Тарасов, Л. А. Дудкина, С. О. Немолотов. – СПб. : Лань 2012. – 256 с.
3. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=27 Бударин, О. С. Начертательная геометрия. Краткий курс : учеб. пособие [Электронный ресурс] / О. С. Бударин. – изд. 2-е., испр. – СПб. : Лань, 2009. – 368 с. – Режим доступа: . – загл. с экрана.

б) Дополнительная литература

4. Горно-инженерная графика / Г. Г. Ломоносов [и др.]. – М.: Недра, 2003. – 263 с.

5. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии : учеб. пособие для студентов вузов / В. О. Гордон, М. А. Семенов-Огиевский; под ред. В. О. Гордона. – М. : Высшая школа, 2007, 2008, 2009. – 272 с.

8. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – М. : Высш. шк., 2007. – 493 с.

9. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1808 Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / Н. П. Сорокин [и др.] под ред. Н. П. Сорокина. – СПб. : Лань, 2011. – 400 с.

в) Нормативно-правовая документация

10. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: ГОСТ 2.301–68, ГОСТ 2.319–81. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 201 с.

11. Горная графическая документация ГОСТ 2.850–75, ГОСТ 2.857–75.

г) Методические указания

13. Кобылянский, М. Т. Начертательная геометрия: учеб. пособие / сост.: М. Т. Кобылянский, Л. Н. Бедина; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2008. – 138 с.