

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 13.06.2023 15:20:35

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Колледж Пятигорского института (филиал) СКФУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине ОП.01 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

**Специальность 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, си-
стем и агрегатов автомобилей**

Пятигорск 2023

Методические указания для практических работ по дисциплине ОП 01 Инженерная графика составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к подготовке выпуска для получения квалификации. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей

Пояснительная записка

Методические указания для выполнения практических работ по учебной дисциплине ЕН.02 Информатика разработано для студентов 2 курса специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей. Методические указания адресованы студентам очной формы обучения.

Важнейшая цель учебного процесса – подготовка самостоятельно мыслящего специалиста, способного к быстрой адаптации в современном меняющемся мире. Для достижения этого результата необходимо собственная деятельность обучающегося. Индивидуальные усилия по овладению знаниями, навыками и умениями способствуют творческой самореализации, профессиональному росту обучающегося.

В настоящем учебном пособии предлагаются задания и методические указания по практическим работам студента.

Организация практической работы студента позволяет формировать общие компетенции:

Общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие

ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

Профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять диагностику систем, узлов и механизмов автомобильных двигателей

ПК 3.3. Проводить ремонт трансмиссии, ходовой части и органов управления автомобилей в соответствии с технологической документацией

ПК 6.1. Определять необходимость модернизации автотранспортного средства

ПК 6.2 Планировать взаимозаменяемость узлов и агрегатов автотранспортного средства и повышение их эксплуатационных свойств

ПК 6.3 Владеть методикой тюнинга автомобиля

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ, ОФОРМЛЕНИЮ И СДАЧЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Практические работы необходимо выполнять в графическом виде на стандартных листах с последующей подшивкой в папку.

Каждая практическая работа обучающихся контролируется и оценивается преподавателем на занятии или консультации. Оценивается полнота раскрытия темы, грамотность и логичность изложения материала, оформление, творческий подход к работе, а также своевременность сдачи работы.

Практические задания предлагается выполнять с помощью различных форм работы: работа с учебником, справочником, Интернет-ресурсами, нормативными документами; подготовка информационных сообщений, докладов, компьютерных презентаций.

ИСТОЧНИКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Основные источники:

1. Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с.
2. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с.
3. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с.
4. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru www/biblio-online.ru

Дополнительные источники:

1. Большаков В.П., Чагина А.В. Инженерная и компьютерная графика. Издания с резьбовыми соединениями. – 2-е изд., испр. И доп. Учебное пособие. М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru www/biblio-online.ru

2. Куликов В.П., и др./ Кузин А.В., Демин В.М./ Инженерная графика: Учебник – 2-е изд., испр. И доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М., 2007. – 368с. (Профессиональное образование)
3. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Учебник 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высш.шк., Изд. Центр «Академия», 2006-288с., ил.
4. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Сборник заданий для графических работ и упражнений по черчению: Учебное пособие для техникумов- М.: Высш.шк., 2008.
5. Короев Ю.И., Черчение для строителей: Учеб. Для проф. Учеб. Заведений/ Ю.И. Корроев – 9-е изд., стереотип. – М.: Высш.шк., Изд.центр «Академия», 2008. – 256с: ил.

Интернет-ресурсы:

1. [http://yandex.ru/yandsearch?
p=1&text=Сайт+\"Инженерная+графика\"&clid=41140&lr=172](http://yandex.ru/yandsearch?p=1&text=Сайт+\)
2. [rhtu./ ru./courses/iq](http://rhtu.ru/courses/iq) РХТУ. Главная./Курсы/ Инженерная графика.
3. mirea.narod.ru/myourjobs14.html – Инженерная графика: новости
4. adu-234.narod.ru/ing-grafika.html – Инженерная графика–Задание
5. abc.vvsu.ru/Books/rabtetrnachgeom/–Начертательная геометрия. Инженерная графика: Автор Н.В.Фофанова. Редактор: В авторской редакции.
6. pozitiv64rus.ucoz.ru/forum/32-200-1– Черчение, инженерная графика, начертательная геометрия,–Учеба
7. [rgkript.ucoz.ru > photo/23](http://rgkript.ucoz.ru/photo/23) – Главная страница «Фотоальбом» Инженерная графика по новому. Фотографий в альбоме 20. Страницы 1 2
8. [c-stud.ru>Работы>lookfull.html?id=43008](http://c-stud.ru/Работы/lookfull.html?id=43008)–Учебно–методическое пособие
Инженерная графика

Практическое занятие № 1

Тема: Построение линии, написание шрифта

- Цель работы:**
- 1) Изучить виды линий и типы шрифтов;
 - 2) Научиться применять и правильно вычерчивать их.

Форма работы: выполнение задания по образцу на стандартном листе

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники: ГОСТ 2.303, 2.304

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение **ГОСТ 2.303, 2.304**;
- аккуратность,
- построение вспомогательной сетки по заданному номеру шрифта;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- неполный объем, но правильно выполненное задание;
- при изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- неполный объем, но правильно выполненное задание;
- при изложении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

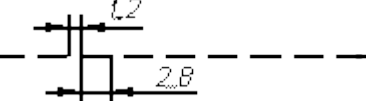
- не верно выполнено задание;
- при изложении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

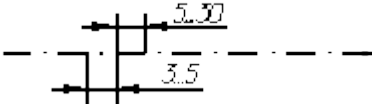
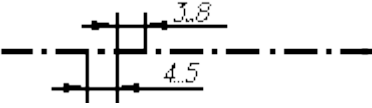
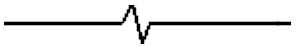
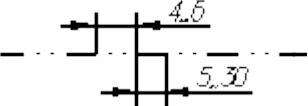
Теоретические сведения

Для изображения предметов на чертежах ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий (таблица 1.1).

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Толщина линии S должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

Таблица 1.1 – Типы линий

№ п.п	Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	Сплошная толстая основная		S	Линия видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2	Сплошная тонкая		От S/3 до S/2	Линия контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии - выноски Полки линий - выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей ("обстановка") Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
3	Сплошная волнистая		От S/3 до S/2	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4	Штриховая		От S/3 до S/2	Линии невидимого контура

				Линии перехода не-видимые
5	Штрих - пунк- тирная тонкая		От S/3 до S/2	Линии осевые и цен- тровые Линии сечений, яв- ляющиеся осями симметрии для наложенных или выне- сенных сечений
6	Штрих - пунк- тирная утолщен- ная		От S/2 до 2S/3	Линии, обозначающие поверхности, подлежа- щие термообработке или покрытию Линии для изображе- ния элементов, распо- ложенных перед секу- щей плоскостью ("наложенная проекция")
7	Разомкнутая		От S до 1,5 S	Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами		От S/3 до S/2	Длинные линии обры- ва
9	Штрих - пунк- тирная с двумя точками тонкая		От S/3 до S/2	Линии сгиба на развертках Линии для изображе- ния частей изделия в крайних или промежу- точных положениях Линии для изображе- ния развертки совме- щенной с видом

На чертеже рукоятки (рисунок 1.1) показаны примеры применения некото-
рых линий. Обратите внимание, что штриховые и штрихпунктирные линии долж-
ны пересекаться только штрихами.

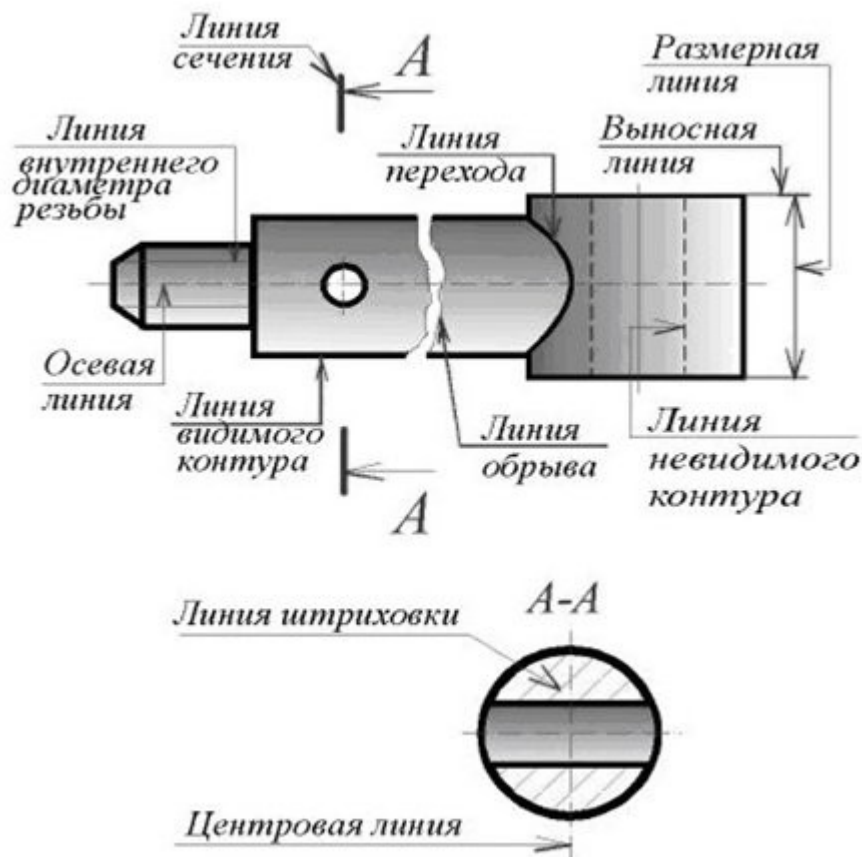


Рисунок 1 - Основные назначения линий

Шрифты чертежные

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

Все надписи на чертежах выполняют стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304 - 81. Стандартом установлены 2 типа шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнить или без наклона, или с наклоном 75 градусов к основанию строки.

Размер шрифта **h** - величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв **h** измеряется перпендикулярно к основанию строки. Устанавливаются следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. ГОСТ 2.304-81 устанавливает четыре типа шрифта:

1. Тип А без наклона ($d=h/14$);
2. Тип А с наклоном около 75° ($d=h/14$);
3. Тип Б без наклона ($d=h/10$);
4. Тип Б с наклоном около 75° ($d=h/10$).

Тип определяется параметрами шрифта: расстояниями между буквами, минимальный шаг строк, минимальное расстояние между словами и толщина линий шрифта. Шрифты выполняют при помощи вспомогательной сетки, образованной тонкими линиями, в которую вписывают буквы. Шаг линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта **d**.

Рассмотрите начертание букв чертежного шрифта (рис. 1.2— 1.4). Они различаются наличием горизонтальных, вертикальных, наклонных линий и закруглений, шириной и высотой. На рисунках показана (стрелками) последовательность начертания каждой буквы.



Рис. 1.2. Начертание прописных букв, состоящих из горизонтальных и вертикальных элементов, и построение вспомогательной сетки



рис. 1.3. Начертание прописных букв, состоящих из горизонтальных, вертикальных и наклонных элементов



Рис. 1.4. Начертание прописных букв, состоящих из прямолинейных и криволинейных элементов



Рис. 1.5. Начертание строчных букв, отличающихся от начертания прописных букв

Как вы, наверное, уже заметили, начертания многих строчных и прописных букв не отличаются между собой, например К — к, О — о и др. Начертание некоторых строчных букв отличается от начертания прописных (рис. 1.5).

При выполнении надписей следует учитывать, что нижние элементы прописных букв Д, Ц, Щ и верхний элемент буквы Й выполняют за счет расстояния между строк.

3. Размеры букв чертежного шрифта

Параметры	Обозначение параметров	Относительный размер	Размеры шрифта, мм				
			3,5	5	7	10	14
Высота букв: прописных строчных без отростков строчных с отростками	h		3,5	5	7	10	14
	c	$0,7h$	2,5	3,5	5	7	10
	k	h	3,5	5	7	10	14
Ширина прописных букв: узких (Г, Е, З, С) средних (Б, В, И, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ч, Э, Ъ, Я) широких (А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю) особо широких (Ж, Ф, Ш, Ъ) сверхширокой (Щ)	g	$0,5h$	1,8	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	2,1	3	4	6	8
		$0,7h$	2,5	3,5	5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	6	8	9
		$0,9h$	3,1	4,5	6,3	9	12,6
Ширина строчных букв: узких (с) средних (б, в, г, д, е, з, к, и, й, л, н, о, п, р, у, х, ч, ь, э, я) широких (а, м, ц, ы, ю, ь) особо широких (ж, ф, т, ш) сверхширокой (щ)	g	$0,4h$	1,2	2	3	4	6
		$0,5h$	1,5	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	1,8	3	4	6	8
		$0,7h$	2	3,5	3,5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	5,6	8	11,2
Толщина линий шрифта	d	$0,1h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4
Расстояние между буквами	a	$0,2h$	0,7	1	1,4	2	2,8

Несмотря на то что расстояние между буквами определено стандартом, оно должно изменяться в зависимости от того, какое начертание имеют рядом стоящие буквы. Например, в слове РАБОТА (рис. 6, а) расстоянием между буквой Р и А, Т и А необходимо пренебречь (т. е. расстояние должно быть равно нулю), поскольку их начертание зрительно создает достаточный межбуквенный просвет. По этой же причине стандартное расстояние между буквами Б и О, 0 и Т следует сократить в половину. Если такими условиями пренебречь, то буквы в слове будут как бы рассыпаться (рис. 1.6, б).

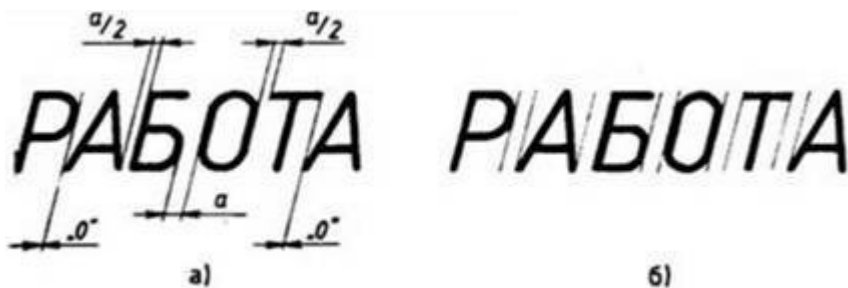


Рис. 1.6. Учет межбуквенного просвета при написании слов: а — правильно; б — неправильно

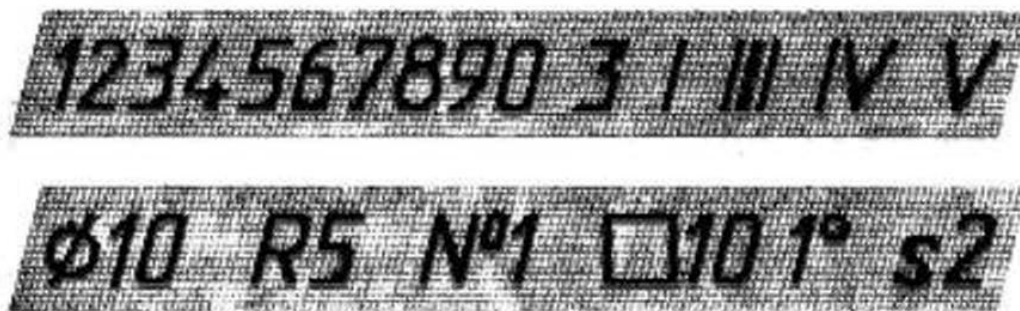


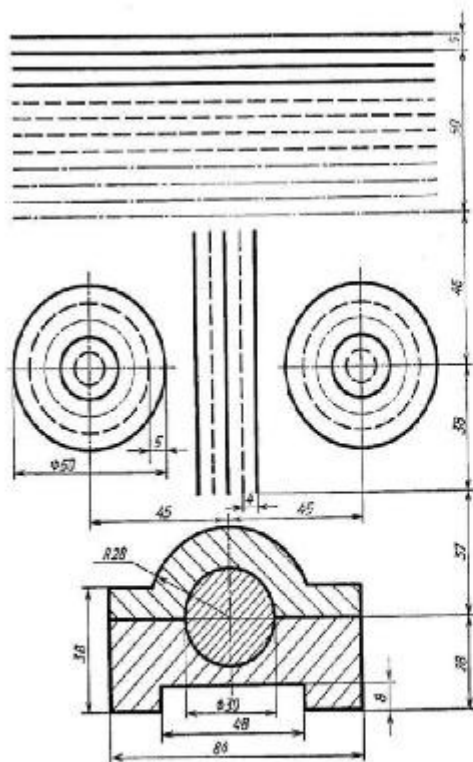
Рис.1. 7. Цифры и знаки

Начертание цифр и знаков показано на рисунке 7. (При выполнении чертежей выбирайте высоту шрифта не менее 3,5 мм.)

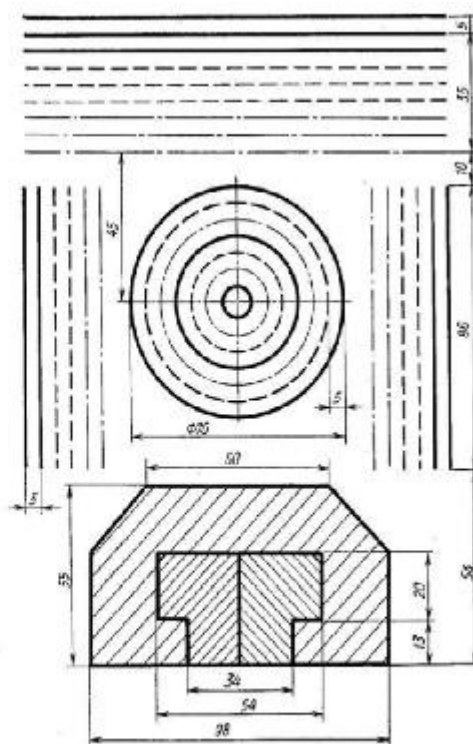
Указание по выполнению работы:

Выполнить:

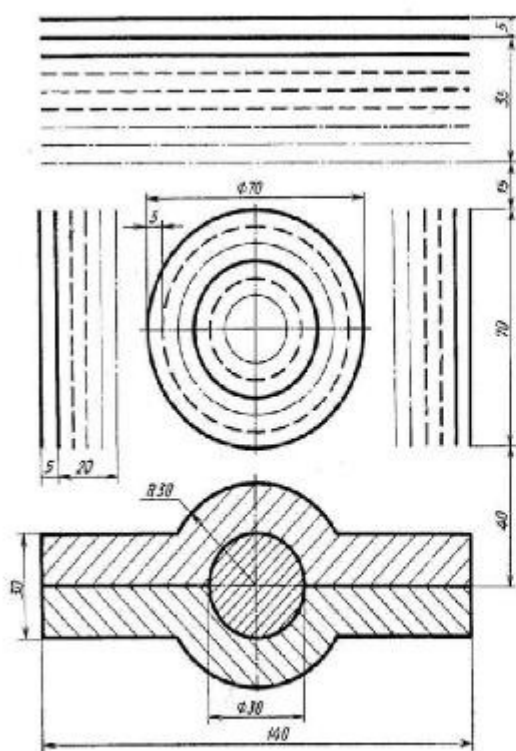
На формате А4 выполнить чертеж типов линий.



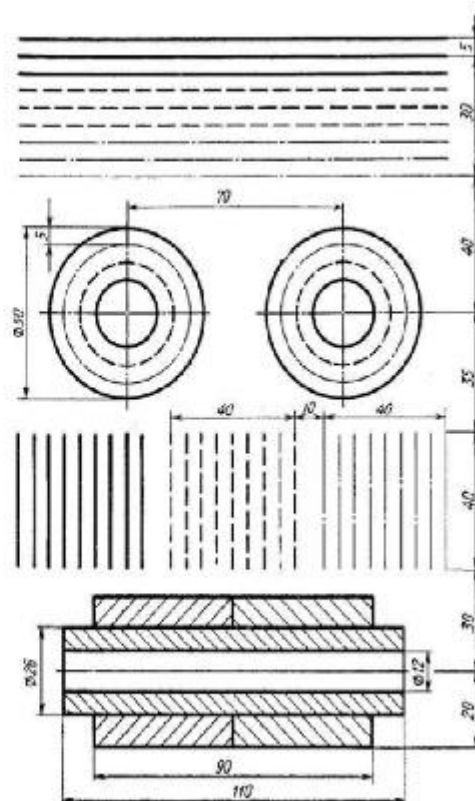
Вариант 1



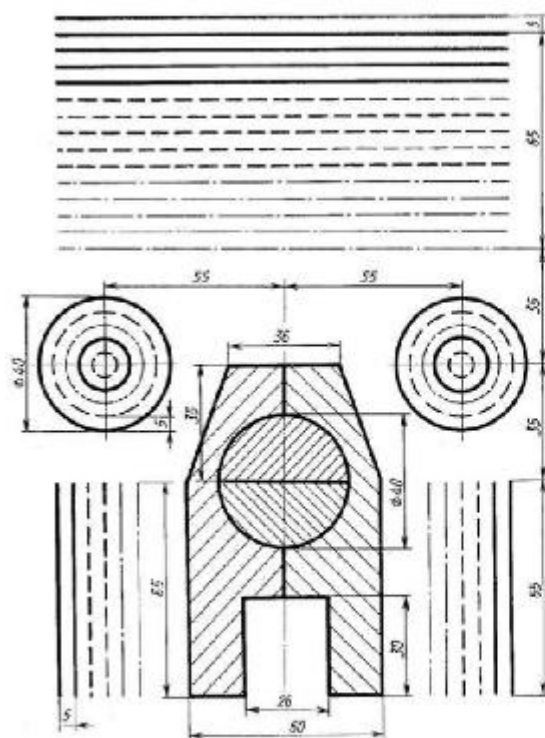
Вариант 2



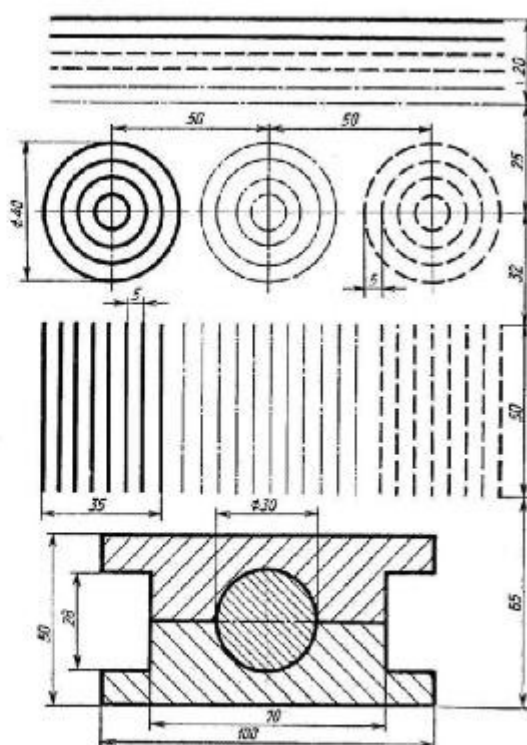
Вариант 3



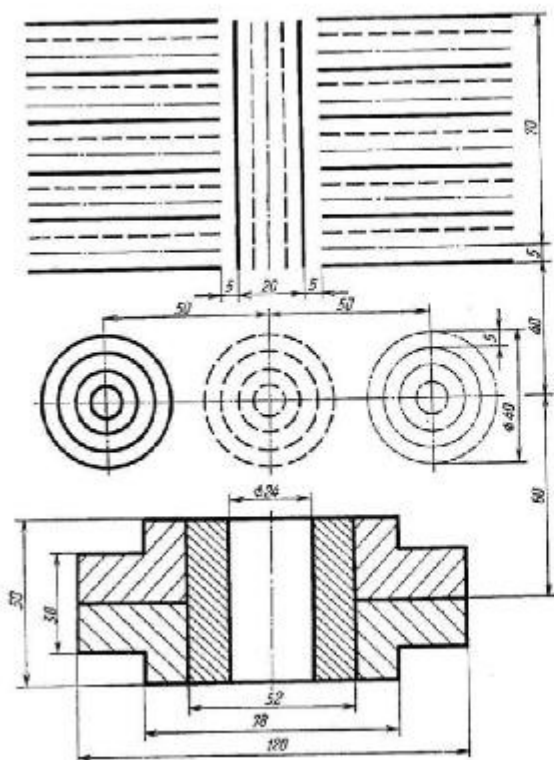
Вариант 4



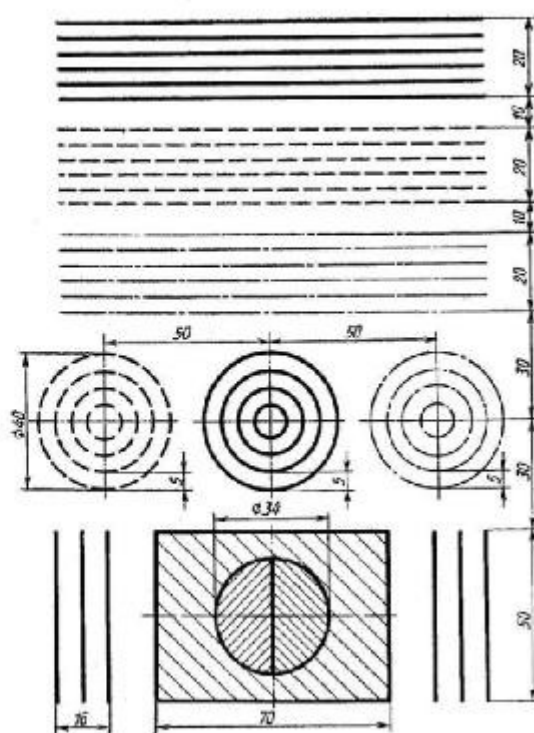
Вариант 5



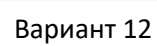
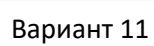
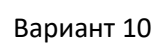
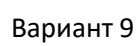
Вариант 6

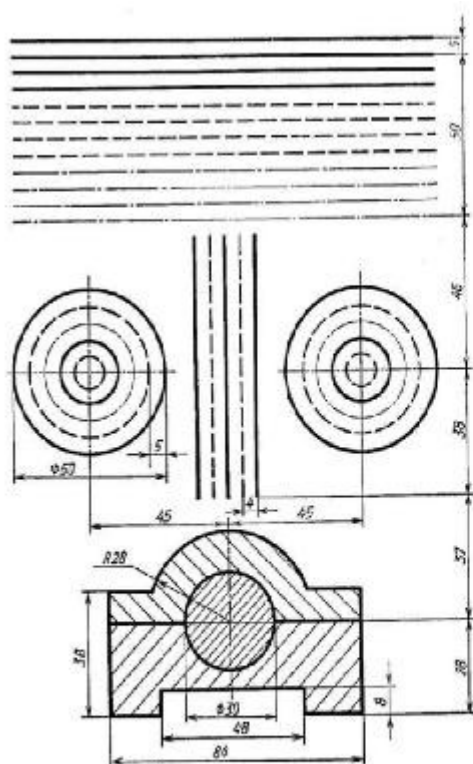


Вариант 7

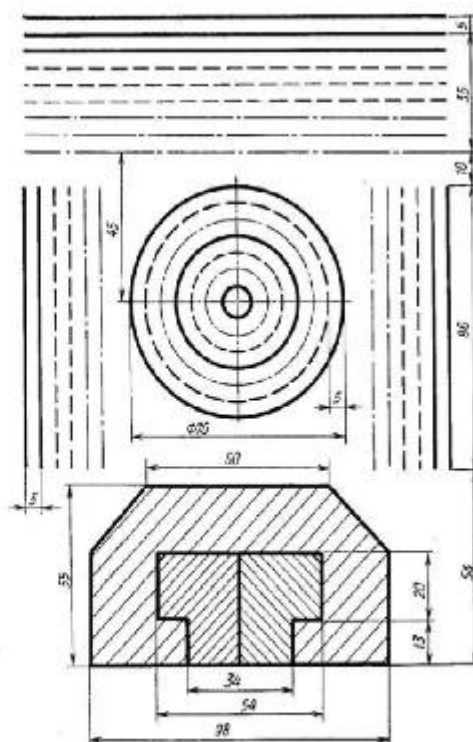


Вариант 8

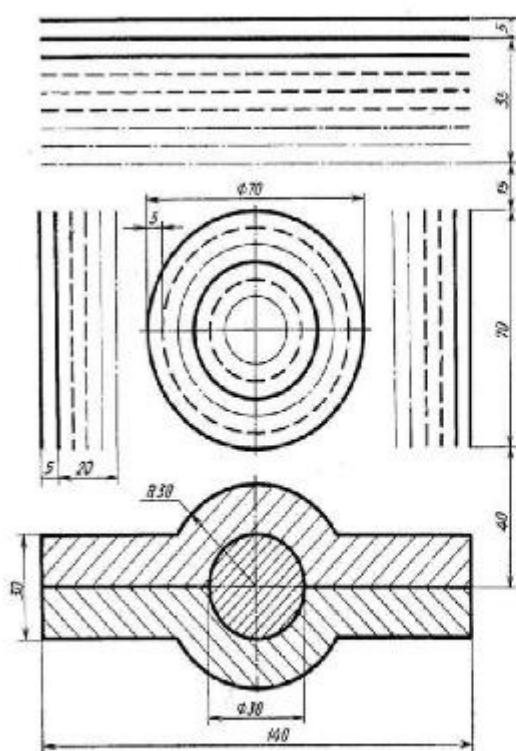




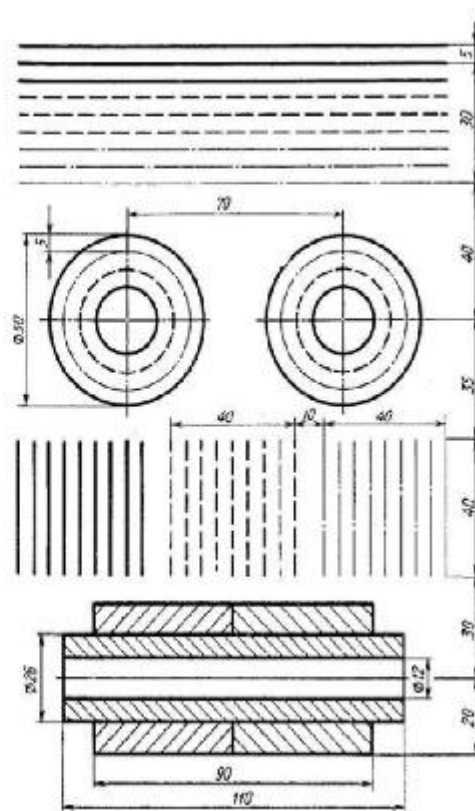
Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16

Форма сдачи работы: краткое пояснение на занятии.

Контрольные вопросы:

1. Чем определяется номер шрифта?
2. Что такое шрифт?
3. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?
4. От чего зависит толщина сплошной основной линии?
5. Какие типы линий применяют на чертежах?
6. Какой стандарт устанавливает типы линий?
7. Для чего предназначен каждый из типов линий?
8. Правила написания шрифта типа А?
9. Правила написания шрифта типа Б?
10. Какие размеры шрифта установлены ГОСТом?

Практическое занятие № 2
Тема: Масштаб. Правило нанесения размеров

Цель работы:

1. Изучить масштаб и его виды;
2. Изучить правила нанесения размеров;
3. Получить практические навыки применения Масштабов и нанесения размеров.

Форма работы: выполнение задания по образцу на стандартном листе

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники:

Боголюбов С.К. Инженерная графика: Учебник для средних специальных учебных заведений. -3-е изд., исп. дополн. М.: Машиностроение, 2009. -352 с.: ил.

Боголюбов С.К. Задания по курсу черчения: Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов, -2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009. -279 с., ил.

Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения лекальных кривых по точкам
- аккуратность,
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- неполный объем, но правильно выполненное задание;
- при изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- неполный объем, но правильно выполненное задание;
- при изложении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не верно выполнено задание;
- при изложении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения

Масштаб - это отношение размеров изображенного на чертеже предмета к его действительным размерам.

Чертежи, на которых изображения выполнены в истинную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета. Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать, т.е.

Масштабы установлены ГОСТ 2.302-68 и должны выбираться из ряда, приведенного в таблице 2.2. Если масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи, то должен обозначаться по типу 1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т.д., для отдельных изображений на поле чертежа значение масштаба указывается в скобках, например для сечения А-А (1 : 2).

Таблица 2.2 – Масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:40; 1:50; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 15:1; 20:1; 30:1; 40:1; 50:1; 100:1; 200:1; 400:1; 500:1; 800:1; 1000:1

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

Нанесение размеров и предельных отклонений

Чтобы рационально наносить и правильно читать размеры, нужно изучить некоторые условности, установленные ГОСТ 2.307-68.

Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Если на чертеже размеры необходимо указать не в миллиметрах, а в других единицах измерения (сантиметрах, метрах и т.д.), то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения.

Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4° ; $4^\circ 30'$; $12^\circ 50' 30''$; $0^\circ 30' 40''$; $0^\circ 18'$; $0^\circ 5' 25''$; $0^\circ 0' 30''$; $30^\circ \pm 1^\circ$; $30^\circ \pm 10'$.

Правила нанесения размеров

Для нанесения размеров используют выносные и размерные линии и размерные числа.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размерные и выносные линии следует выполнять сплошными тонкими линиями. Размерные линии ограничены стрелками. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины S линии видимого контура предмета и должна быть приблизительно одинакова для всех размерных линий чертежа (рисунок 2.1).

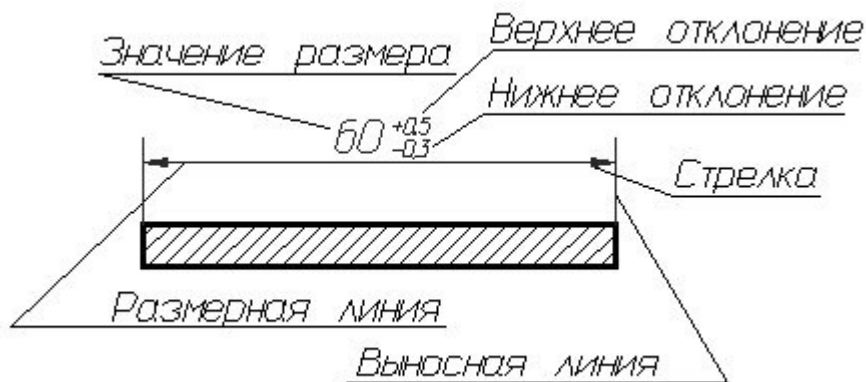


Рисунок 2.1 - Структура размера

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерам. Размер стрелок должен соответствовать изображению на рисунке 2.2.

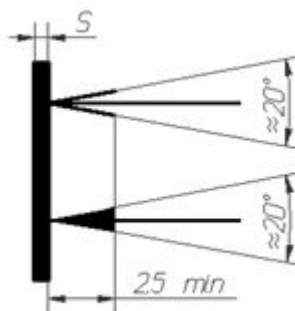


Рисунок 2.2 - Изображение стрелок размерных линий

При нанесении размеров деталей, подобных изображению на рисунке 2.3, размерные линии следует проводить в радиусном направлении, а выносные - по дугам окружностей.

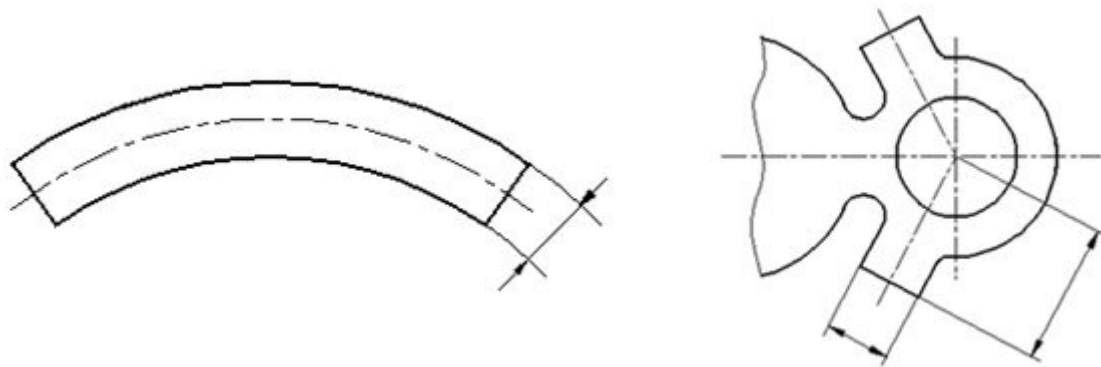


Рисунок 2.3 - Примеры простановки размеров

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (рисунок 2.4).

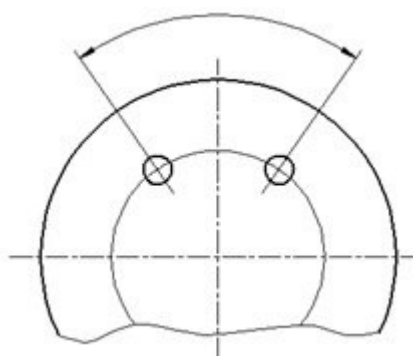


Рисунок 2.4 - Угловой размер

При нанесении размеров нужно помнить, что на всех чертежах не зависимо от масштаба указываются действительные размеры изделия.

Размерные числа в пределах одного чертежа выполняют шрифтом одного размера. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к её середине.

При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий.

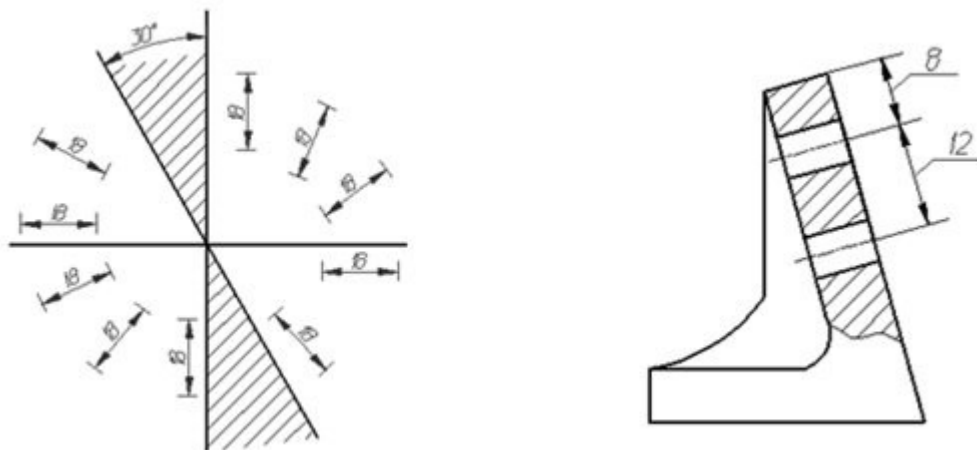


Рисунок 2.5 - Простановка линейных размеров

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рисунке 2.5. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски.

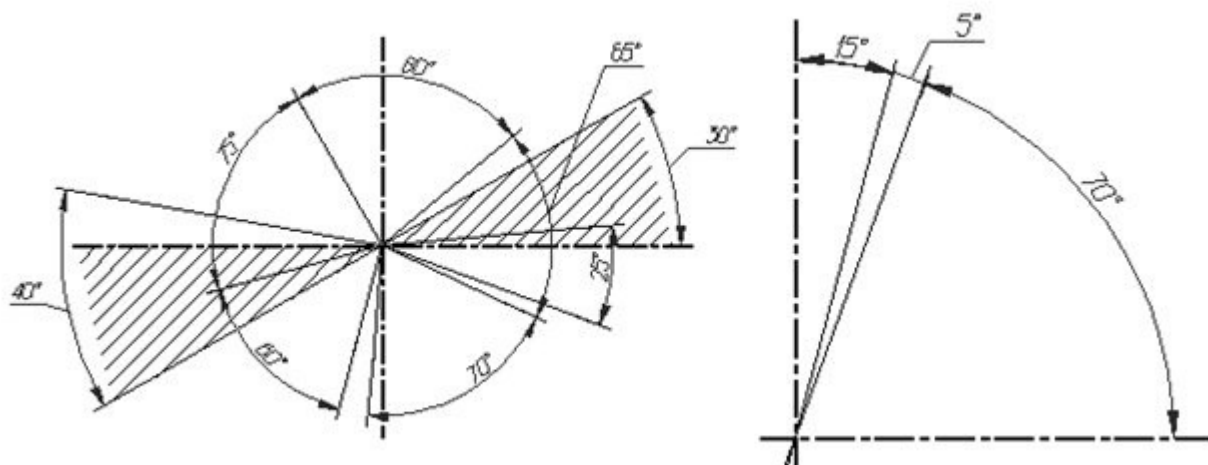


Рисунок 2.6 - Простановка угловых размеров

Угловые размеры наносят так, как показано на рисунке 2.6. В зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии - со стороны вогнутости размерных линий. В заштрихованной зоне наносить размерные числа не рекомендуется. В этом случае размерные числа указывают на горизонтально нанесенных полках.

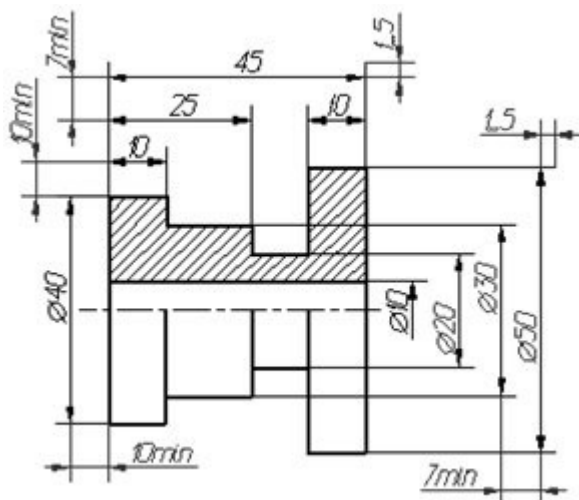


Рисунок 2.7 - Требования к простановке размеров

Стрелки, ограничивающие размерные линии должны упираться острием в соответствующие линии контура, или выносные, или осевые линии. Выносные линии должны выходить за концы размерных стрелок на 1...5 мм. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа (рисунок 2.7).

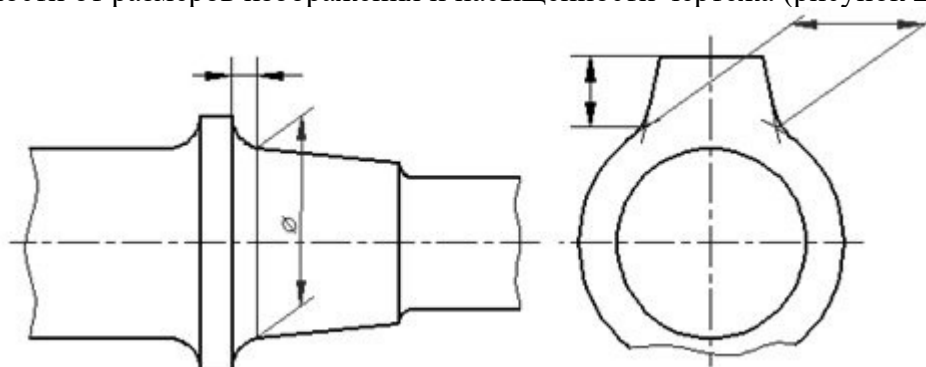


Рисунок 2.8 - Пример простановки размеров

В случаях, показанных на рисунке 2.8, размерную и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям.

Выносные линии проводят от линии видимого контура, за исключением случаев, когда при нанесении размеров на невидимом контуре отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения.

Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рисунок 2.9).

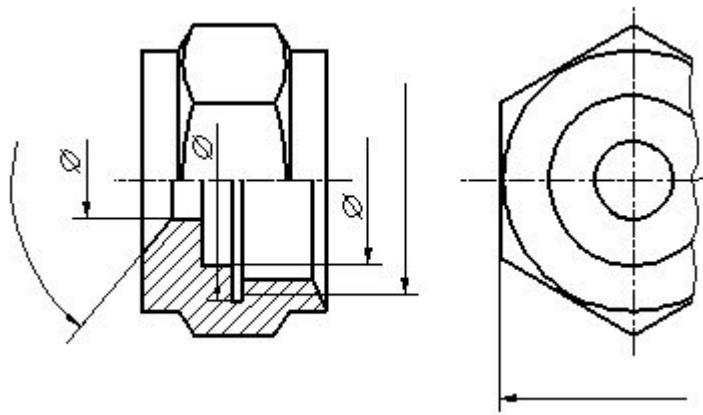


Рисунок 2.9 - Пример использования размерной линии с разрывом

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

а) при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рисунок 2.10);

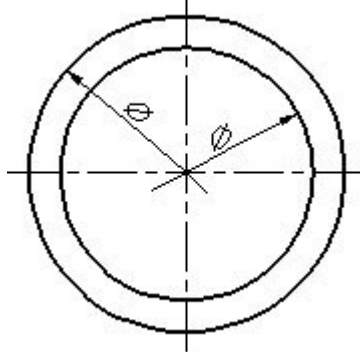


Рисунок 2.10 - Простановка диаметров

б) при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рисунок 2.11).

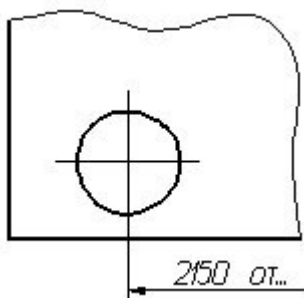


Рисунок 2.11 - Обрыв размерной линии при нанесении размера от базы

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рисунок 19).

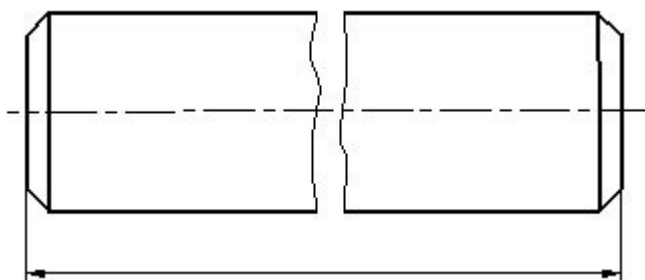


Рисунок 2.12 - Пример обозначение размера при изображении детали с разрывом

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают выносить за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т. д.) и стрелки наносят, как показано на рисунке 2.13.

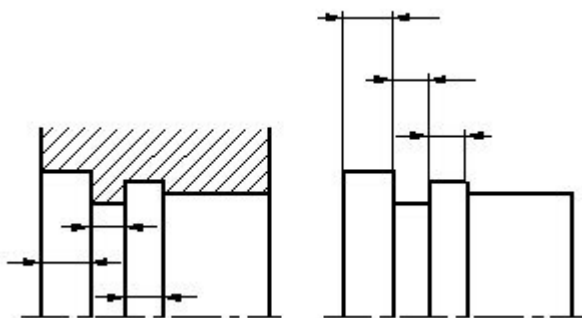


Рисунок 2.13 - Примеры расположения размерных линий

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменить засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям или четко наносимыми точками.

При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последние допускается прерывать.

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения (рисунок 2.14).

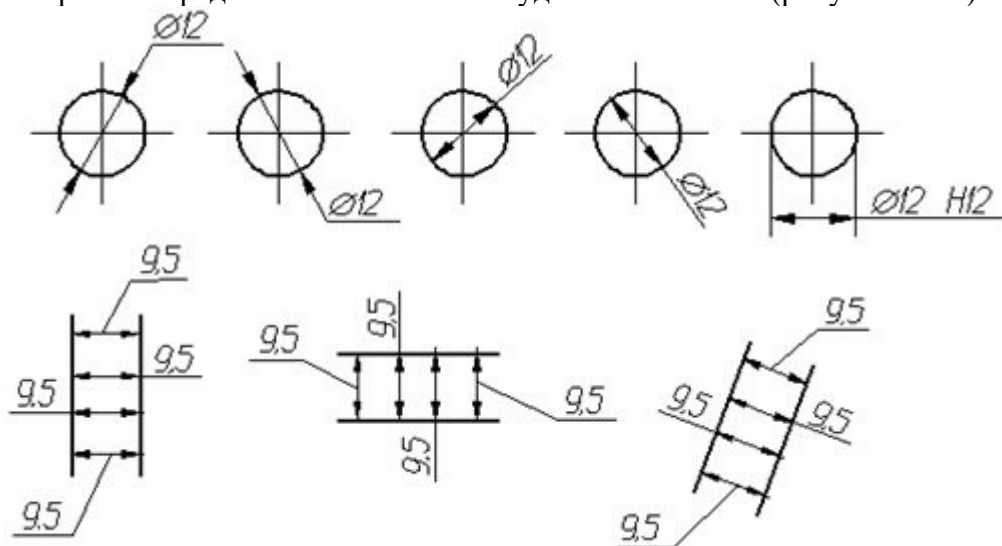


Рисунок 2.14 - Примеры нанесения размеров при различных положениях размерных линий

Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать какими то ни было линиями чертежа.

Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рисунок 2.15).

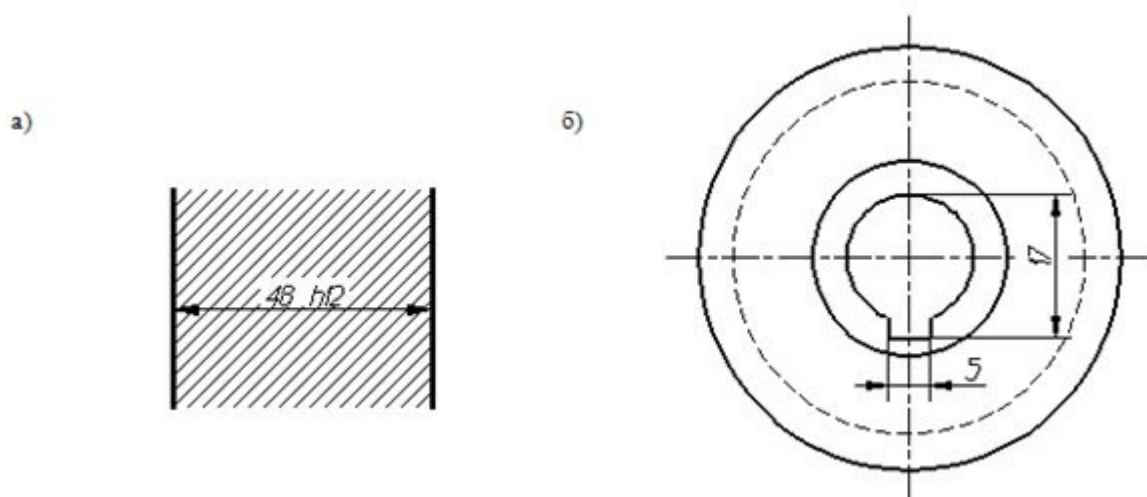


Рисунок 2.15 - Примеры нанесения размеров с разрывом осевых линий (а) и линии штриховки (б)

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рисунок 2.16).

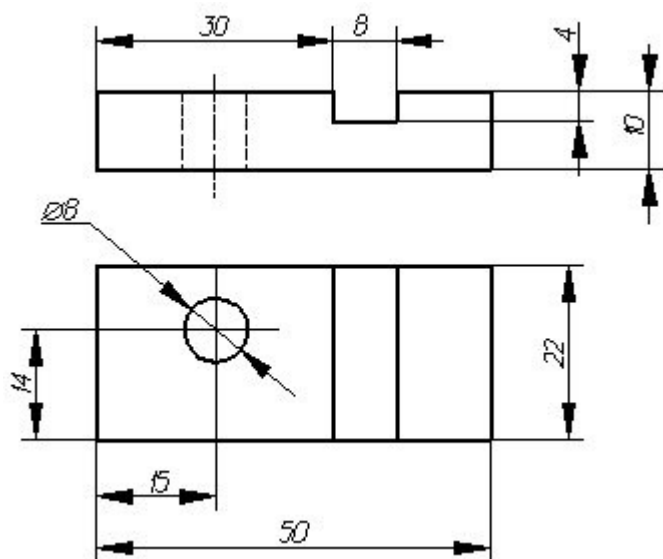


Рисунок 2.16 - Примеры нанесения размеров

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву **R**. Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий.

При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° .

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рисунок 2.17).



Рисунок 2.17 - Примеры нанесения размера радиуса

Если радиусы скруглений, сгибов и т. п. на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении рекомендуется в технических требованиях делать запись типа: «Радиусы скругления 4 мм»; «Внутренние радиусы сгибов 10 мм»; «Неуказанные радиусы 8 мм» и т.п.

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят знак «Æ».

Для обозначения цилиндрической поверхности следует руководствоваться следующим правилом: поверхность свыше 180° задается диаметром, менее 180° - радиусом, в случае, когда угол цилиндрической поверхности равен 180° , для её обозначения можно использовать как радиус, так и диаметр.

Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы так же наносят знак Æ (**R**) без надписи «Сфера» (рисунок 2.18).

Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак « $\circ$ », например, «Сфера $\text{Æ} 18$ », « $\circ R12$ ». Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел на чертеже. Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке. Высота знака « $\circ$ » должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже (рисунок 2.19).

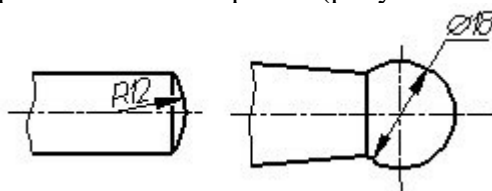


Рисунок 2.18 - Примеры нанесения размера сферической поверхности

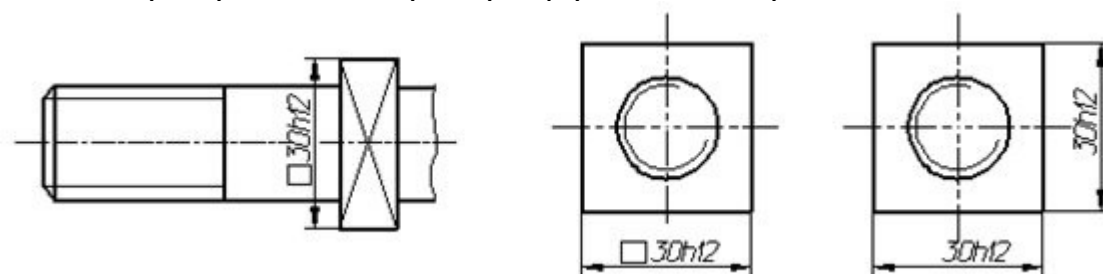


Рисунок 2.19 - Примеры нанесения размера с использованием знака «квадрат»

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак « $\angle$ », острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса (рисунок 2.20).

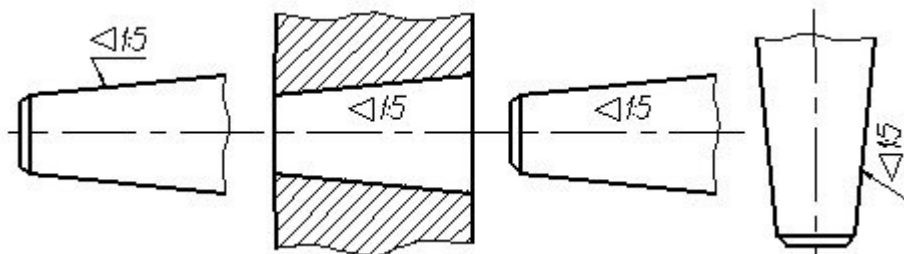


Рисунок 2.20 - Примеры обозначения конусности

Знак конуса и конусность в виде соотношения следует наносить над осевой линией или на полке линии-выноски.

$$\frac{1}{x} = \frac{D - d}{H},$$

где D - максимальный диаметр конуса, d - минимальный диаметр конуса, H - высота.

Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения, в процентах или в промиллях. Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «>», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рисунок 2.21).

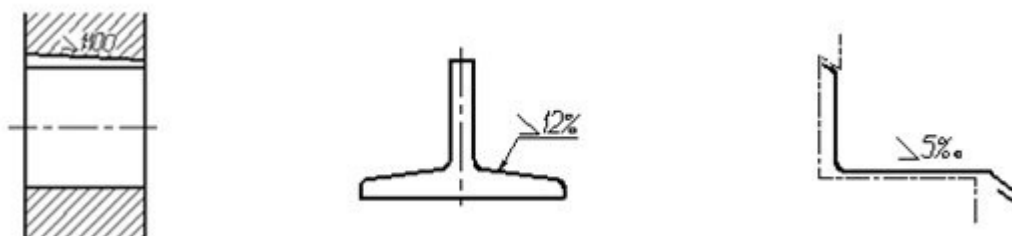


Рисунок 2.21 - Примеры обозначения уклона

При нанесении размеров конических фасок размерную линию проводят параллельно оси конуса. Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 2.22.

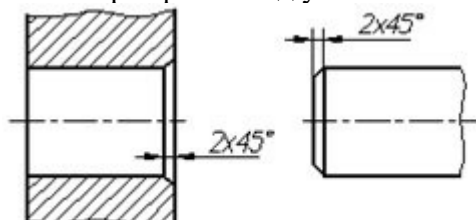


Рисунок 2.22 - Примеры обозначения фасок под углом 45°

Размеры плоских и конических фасок под другими углами указывают - линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (рисунок 2.23).

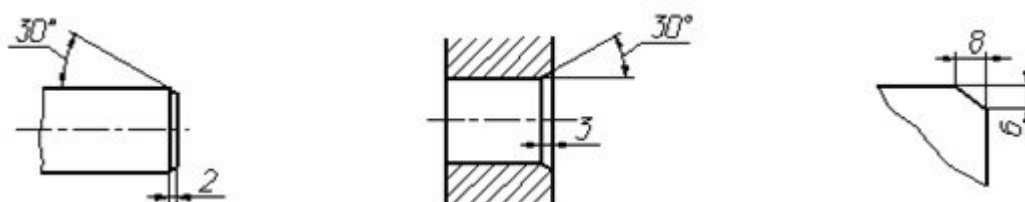


Рисунок 2.23 - Примеры обозначения фасок под углом, отличным от 45°

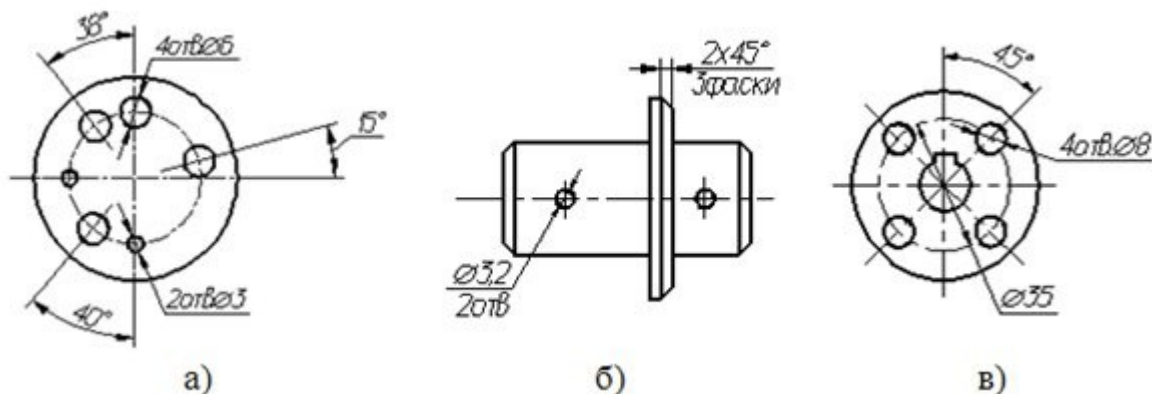


Рисунок 2.24 - Примеры нанесения размеров одинаковых отверстий

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием количества этих элементов (рисунок 2.24).

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), указывают диаметр окружности центров отверстий и вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, только их количество (рисунок 2.24 в).

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рисунок 2.25).

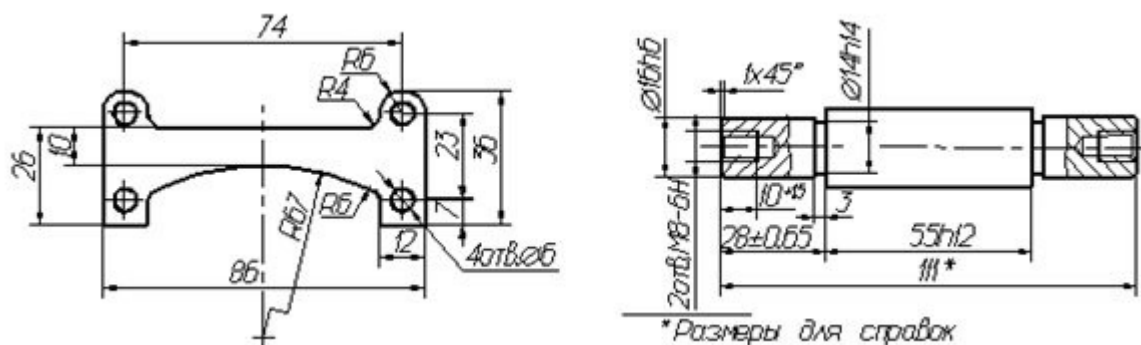


Рисунок 2.25 - Примеры нанесения размеров симметрично расположенных элементов изделия

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстия), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рисунок 2.26).

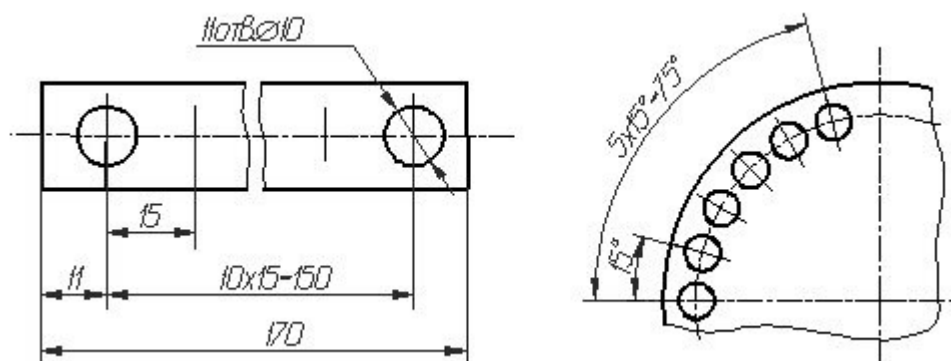


Рисунок 2.26 - Примеры нанесения размеров равномерно расположенными

одинаковыми элементами изделия

Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструктивных баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров.

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т. п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующим способами:

- от общей базы (поверхности, оси) (рисунок 2.27);

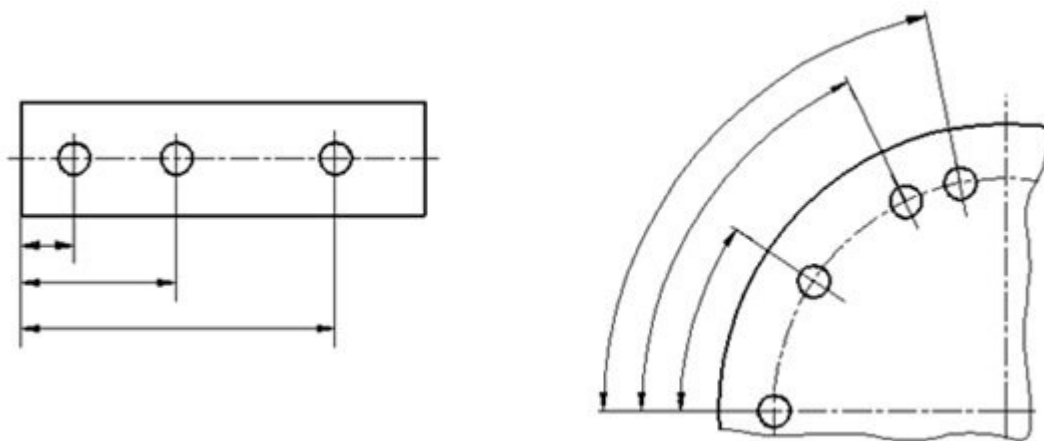


Рисунок 2.27 - Примеры нанесения размеров от базы

- заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз (рисунок 2.28);

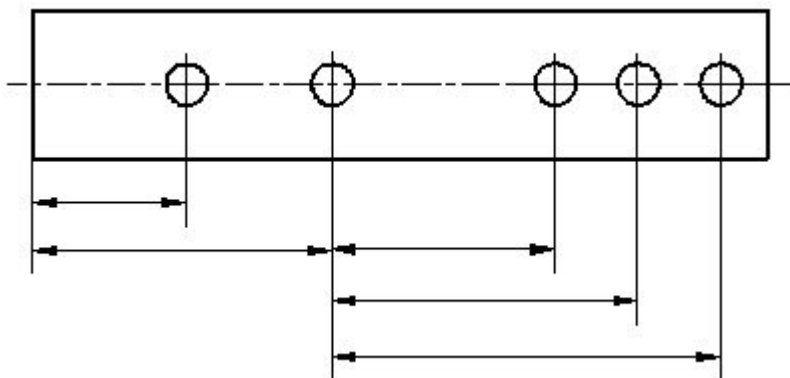


Рисунок 2.28 - Примеры нанесения размеров от нескольких баз

- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) (рисунок 2.29).

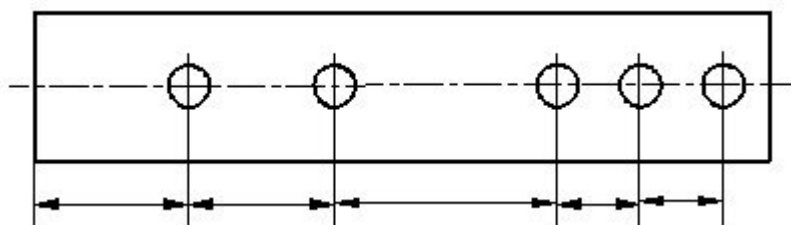


Рисунок 2.29 - Примеры нанесения размеров цепочкой

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: *Размеры для справок. Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

Предельные отклонения размеров

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений.

Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками должна содержать условные обозначения предельных отклонений линейных размеров в соответствии с ГОСТ 25346-89 (для отклонений по квалитетам) или по ГОСТ 25670-83 (для отклонений по классам точности). Симметричные предельные отклонения, назначаемые по квалитетам, следует обозначать $\pm IT/2$ с указанием номера квалитета.

Примеры общих записей в технических требованиях, соответствующие вариантам по ГОСТ 25670-83 для 14 квалитета и (или) класса точности «средний», приведены в таблице 2.1:

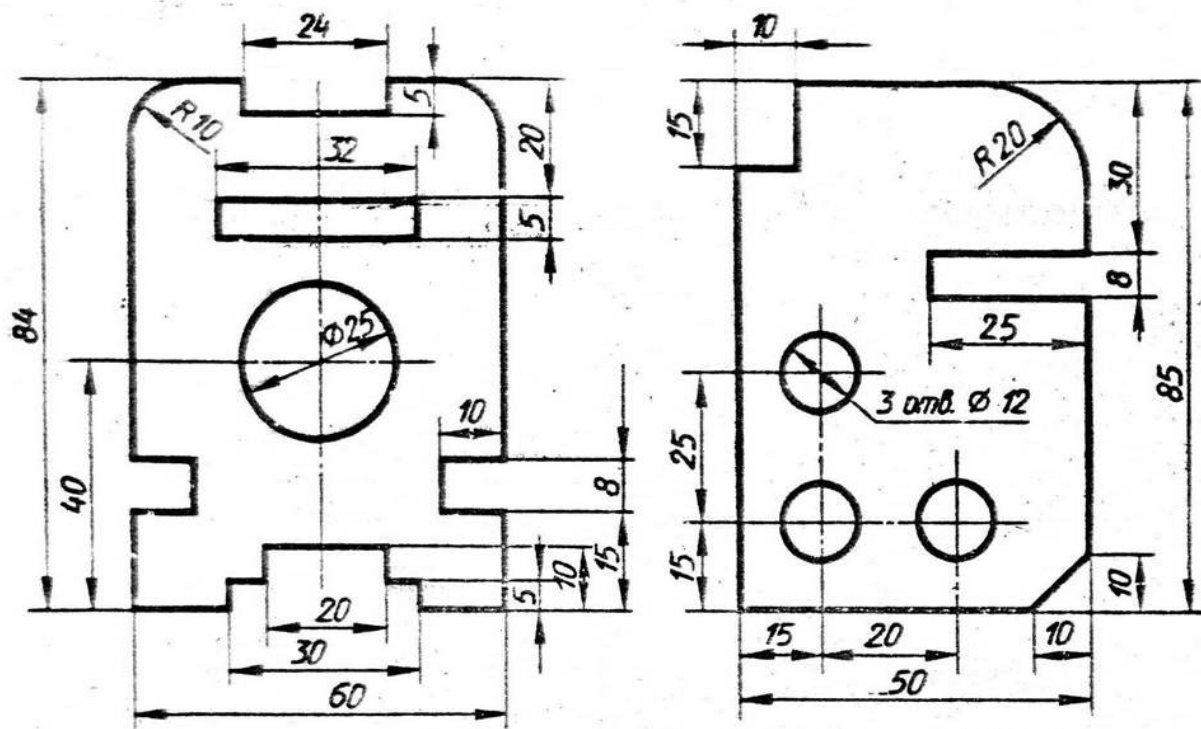
Таблица 2.1. Варианты записи неуказанных предельных отклонений в технических требованиях

Номер варианта	Пример записи условными обозначениями
1	$H14, h14, \pm t_2/2$ или $H14, h14, \pm IT14/2$
2	$+t_2, -t_2, \pm t_2/2$
3	$\pm t_2/2$ или $\pm IT14/2$
4	$\varnothing \text{H}14, \varnothing h14, \pm t_2/2$ или $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm IT14/2$

Допускается записи о неуказанных предельных отклонениях размеров дополнять поясняющими словами, например, «**Неуказанные предельные отклонения размеров: $H14, h14, \pm t_2/2$** ».

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах условными обозначениями полей допусков в соответствии с ГОСТ 25346-89, например: $18H7, 12e8$ или числовыми значениями, например: $18^{+0,018}_{-0,009}, 12^{+0,032}_{-0,009}$, или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках их числовых значений, например: $18H7^{(+0,018)}, 12e8^{(-0,032)}$.

Образец выполнения практического задания.

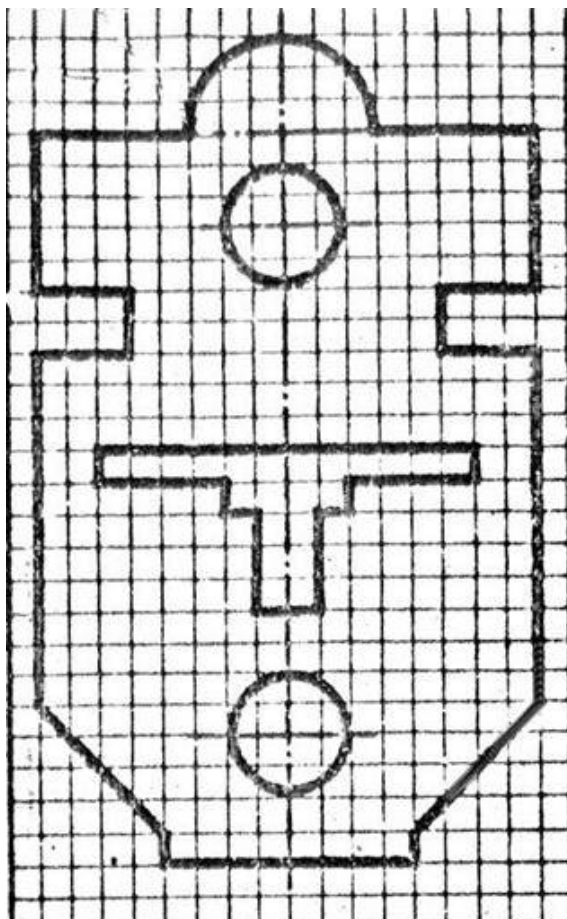


Указание по выполнению работы:

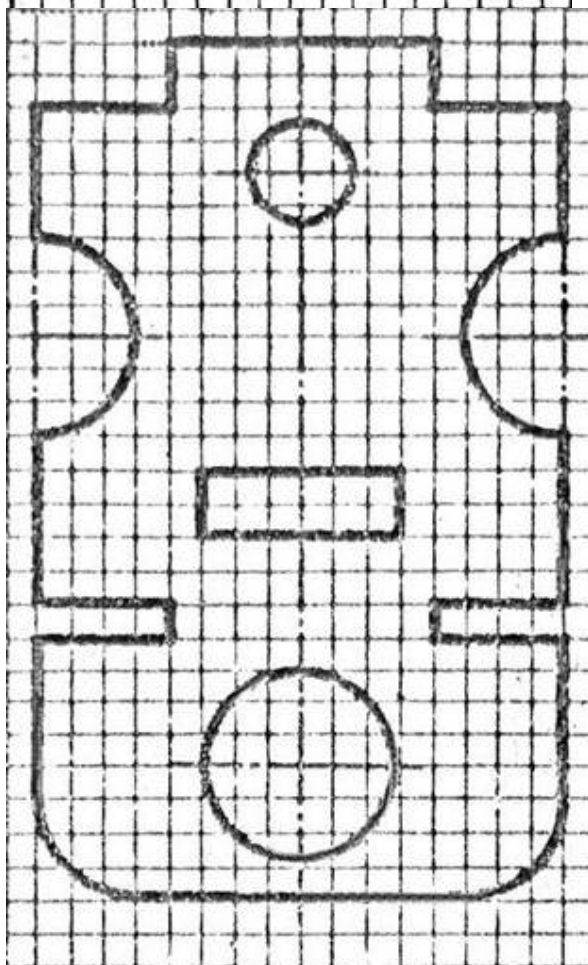
Вычертить фигуру на лист формата А3, согласно варианту, соблюдая пропорции. Масштаб взять произвольный. Размеры проставить.

Варианты заданий:

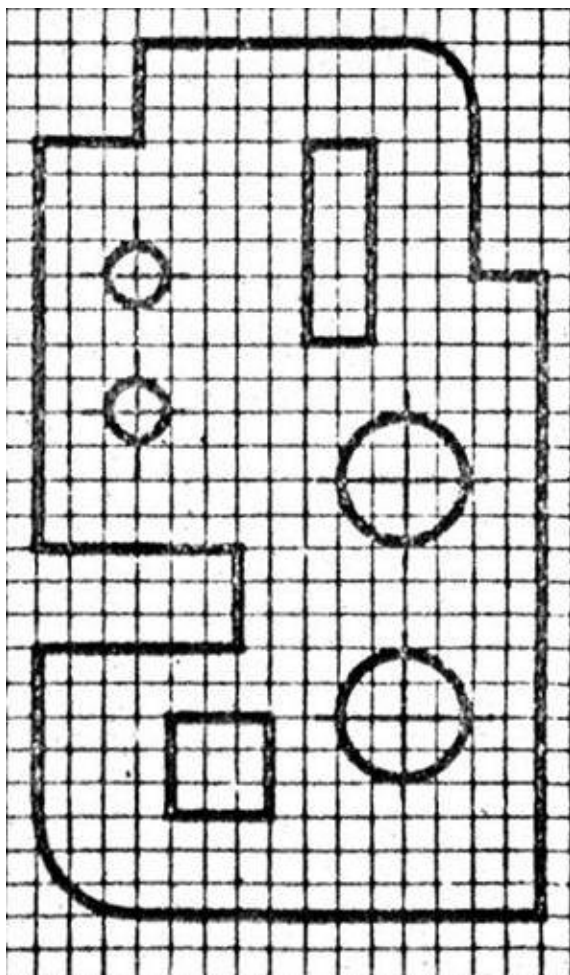
1



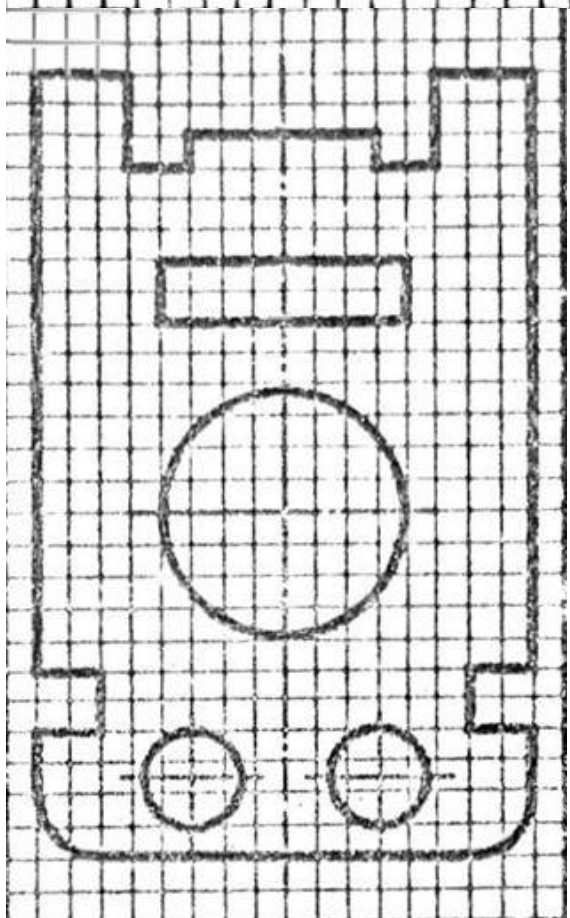
2



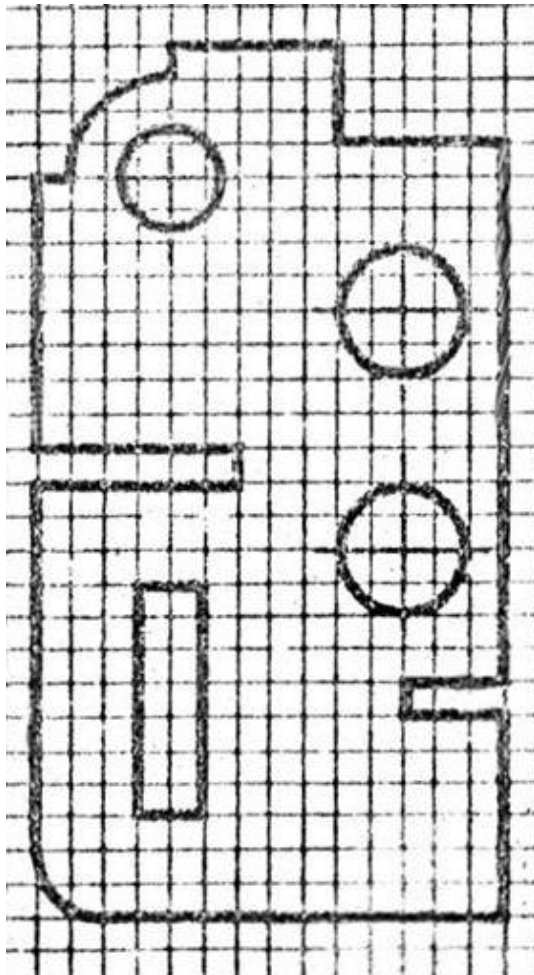
3



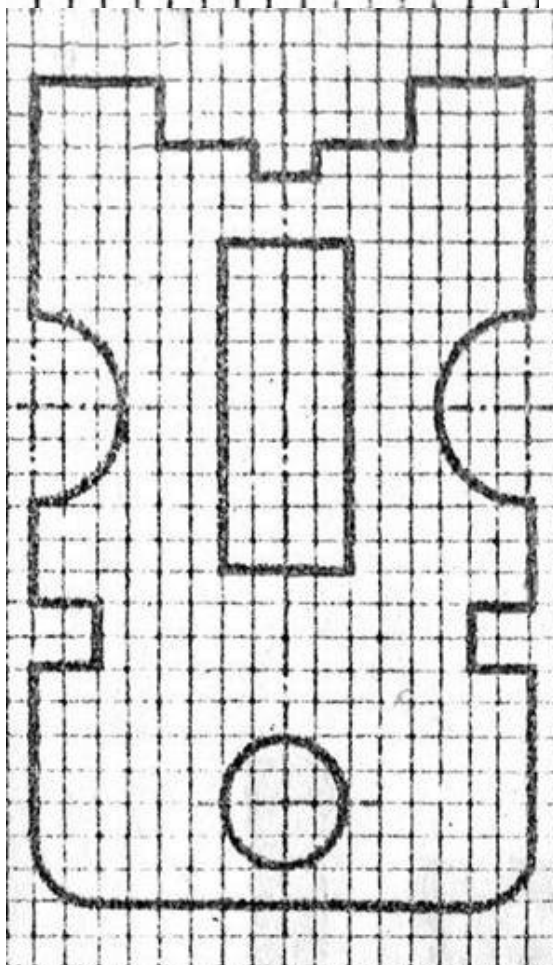
4



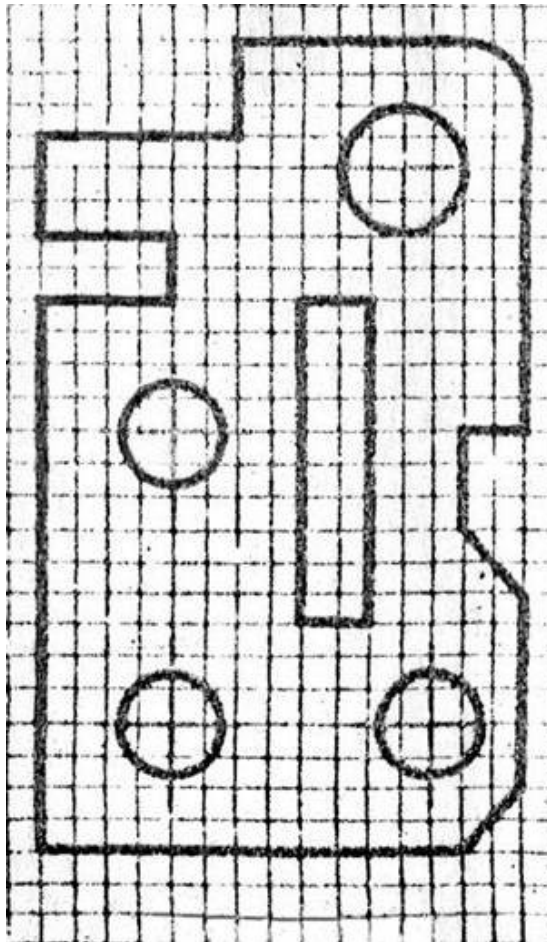
5



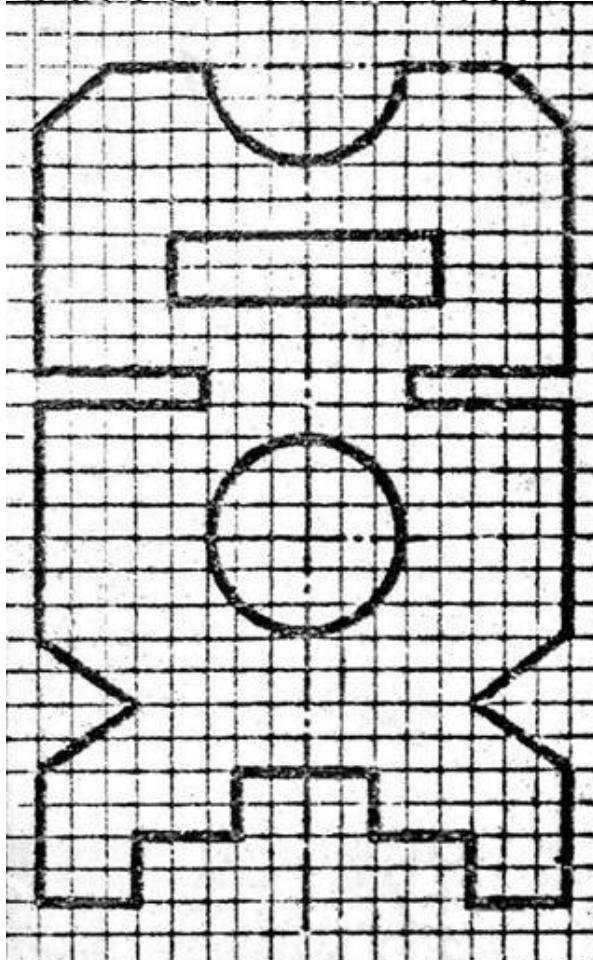
6



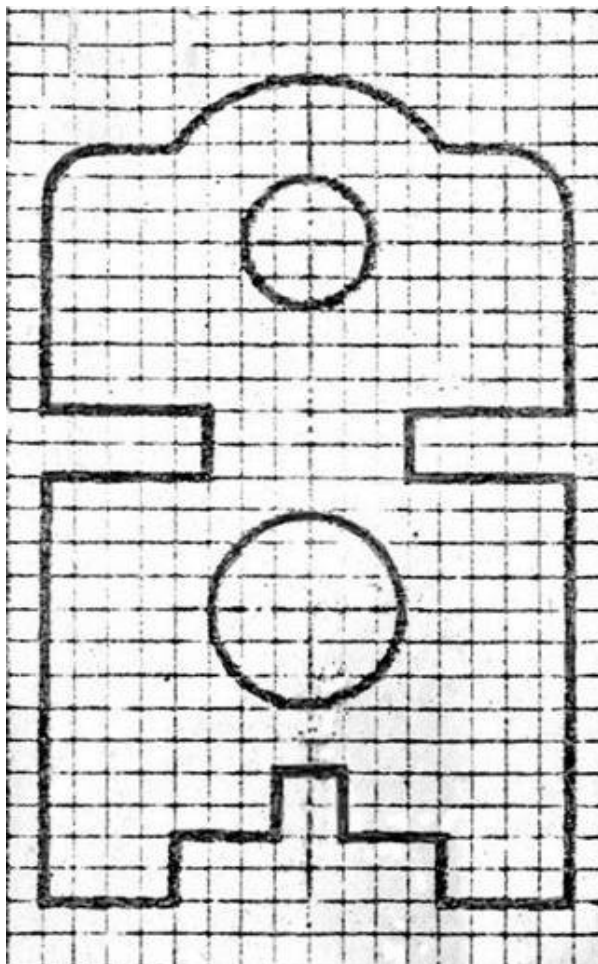
7



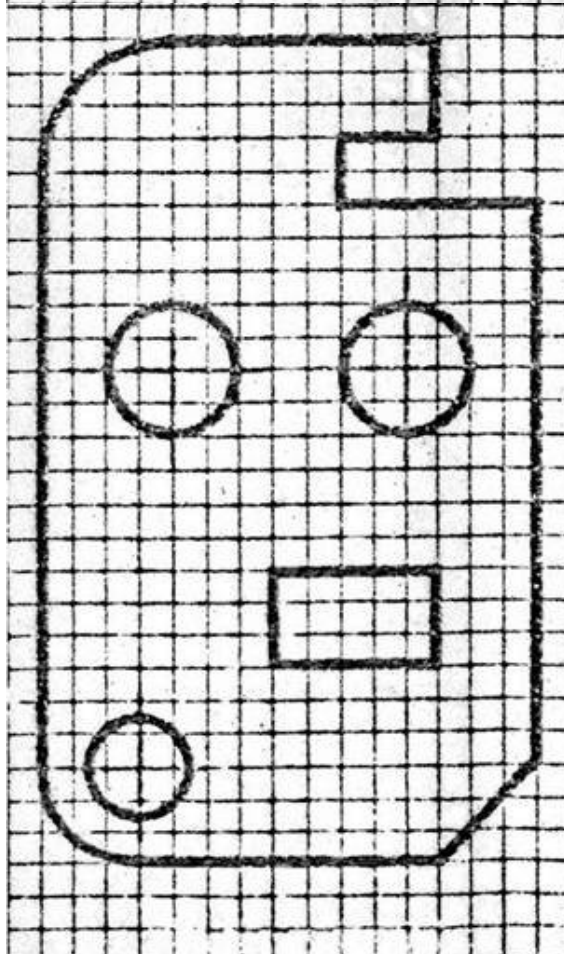
8



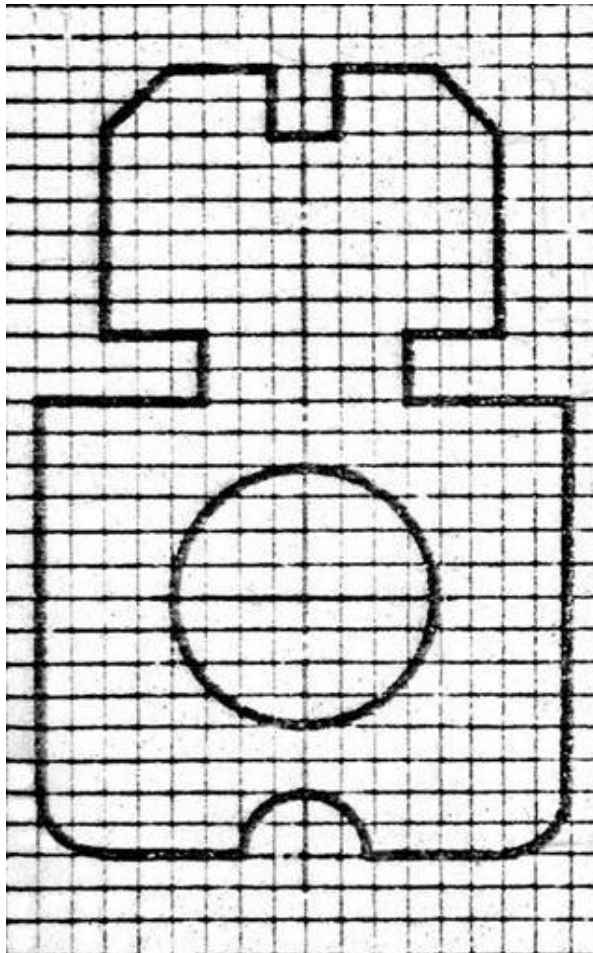
9



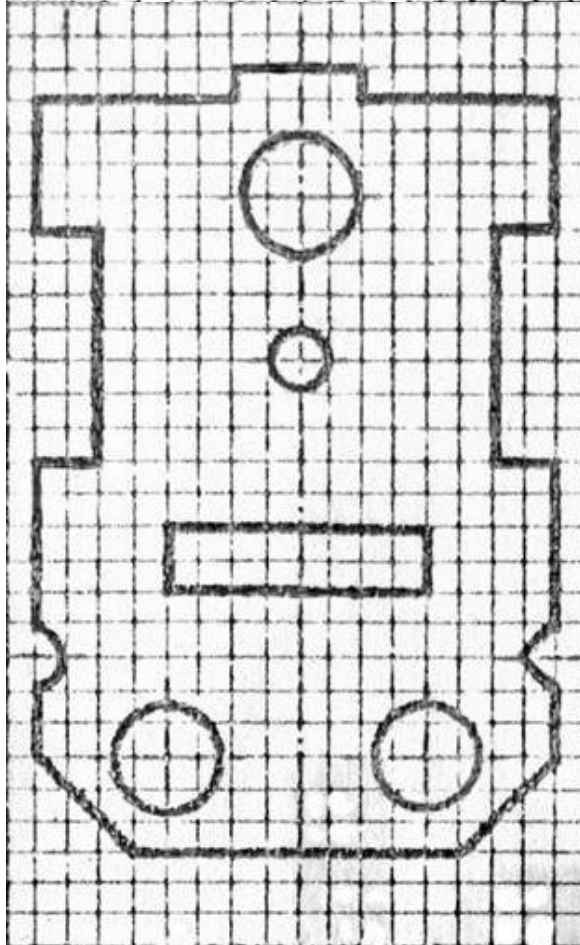
10



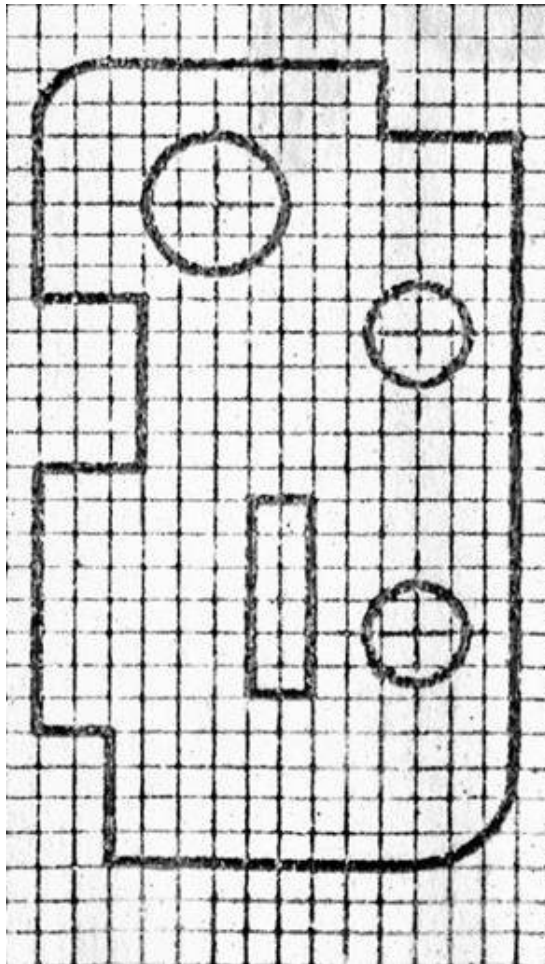
11



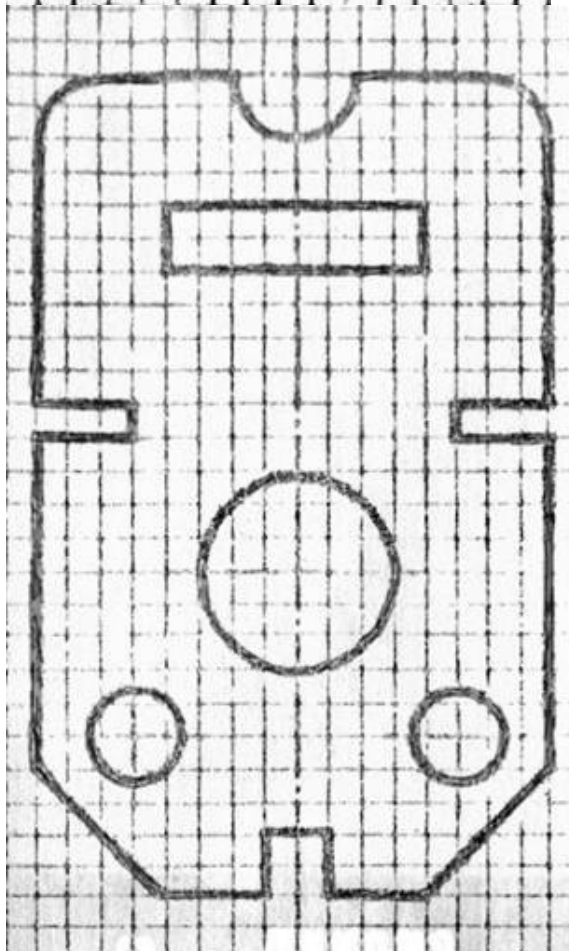
12

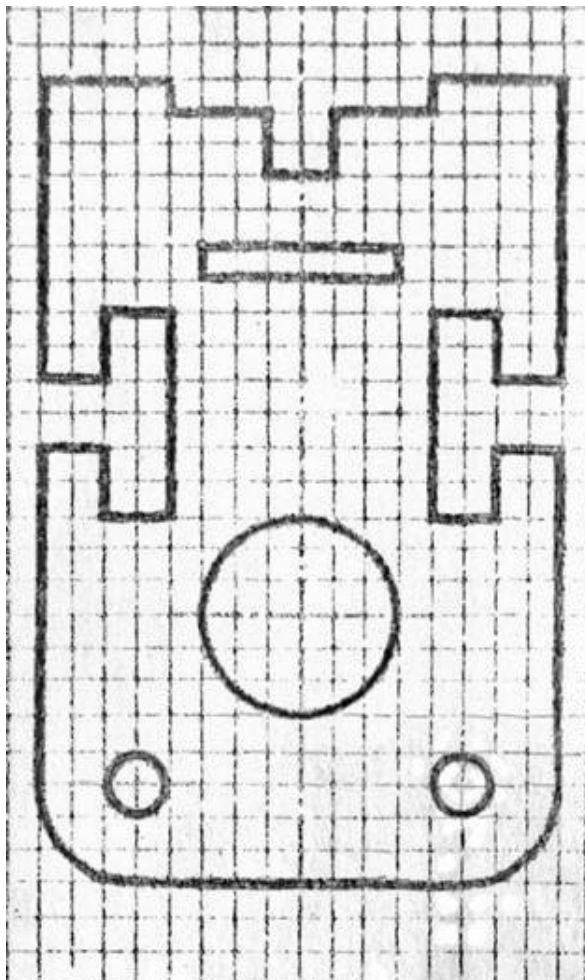


13



14



**Контрольные вопросы:**

1. Что называется масштабом, какие масштабы установлены для выполнения чертежей?
2. Зависят ли наносимые на чертеже размерные числа от масштаба на чертеже?
3. Каковы правила нанесения размеров?

Форма сдачи работы: краткое пояснение на занятии.

Практическое занятие № 3

Тема: Выполнение геометрических построений. Приемы вычерчивания контуров технических деталей. Построение уклона, конусности, сопряжения.

Цели работы: 1. Вычерчивания контуров технических деталей.

2. Получение навыков построения сопряжения, уклонов, углов.

Форма работы: практическая работа, работа с наглядными пособиями

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники:

Боголюбов С.К. Инженерная графика: Учебник для средних специальных учебных заведений. -3-е изд., исп. дополн. М.: Машиностроение, 2009. -352 с.: ил.

Боголюбов С.К. Задания по курсу черчения: Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов, -2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил.

Бочков А. Л. Конструкторская документация: основные сведения и требования ЕСКД к оформлению чертежей //Лекции, видеоролики / CADInstructor обучающий центр. – Санкт-Петербург. – 2014 – 2016. . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cadinstructor.org/eg/lectures/1-konstruktorskaya-dokumentatsia/>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения проекций прямой и плоскости по точкам;
- аккуратность,
- построение линии пересечения;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- не обозначены оси, плоскости проекции;
- при изложении были допущены 1-2 незначительные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- нарушены линии связи, не соблюдена толщина линий;
- при изложении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

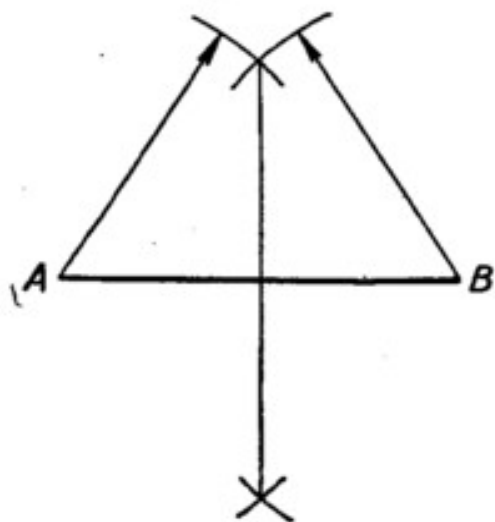
- не верно выполнено задание;
- при изложении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНТУРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ.

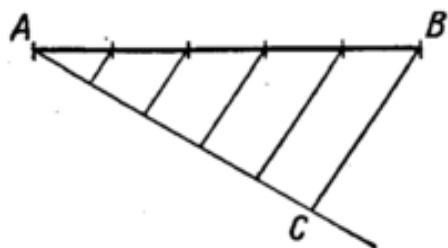
При вычерчивании контуров технических деталей приходится решать ряд простейших геометрических задач. В этом практическом занятии рассматриваются наиболее часто встречающиеся геометрические задачи и их решения.

Деление отрезка пополам



Из концов отрезка АВ, радиусом больше половины данного отрезка, выполняют засечки до их взаимного пересечения засечек, разделит отрезок пополам.

Деление отрезка на любое число равных частей



Из точки А отрезка АВ проводят вспомогательную прямую под любым углом. На этой прямой, от вершины угла А, откладывают равные отрезки произвольной длины число которых равно заданному числу делений отрезка АВ (в данном случае 5). Полученную точку С соединяют с концом заданного отрезка точкой В. Из точек делений вспомогательной прямой АС проводят линии параллельно СВ. Отрезок АВ разделится на пять равных частей.

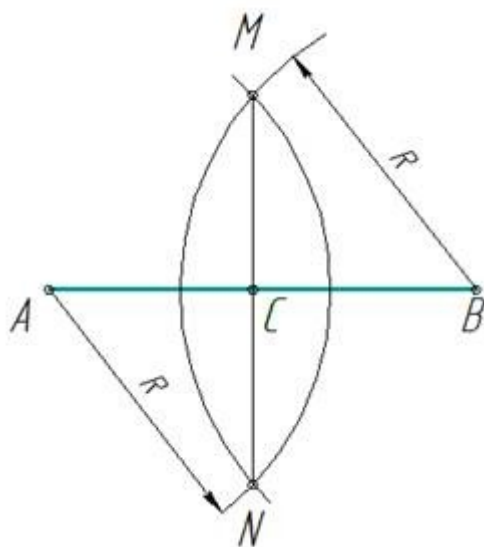
Деление отрезка пополам

Из
но-
боль-
ше

рав-
При-
вы-
ле-

Де-

Из
до



Разделить заданный отрезок АВ пополам.

концов отрезка АВ, как из центров, проведем дуги окружностей радиусом R, размер которого должен быть несколько больше, чем половина отрезка АВ (Рис. 3.3). Эти дуги пересекутся в точках М и N, найдем точку С, в которой пересекаются прямые АВ и MN. Точка С разделит отрезок АВ на две равные части.

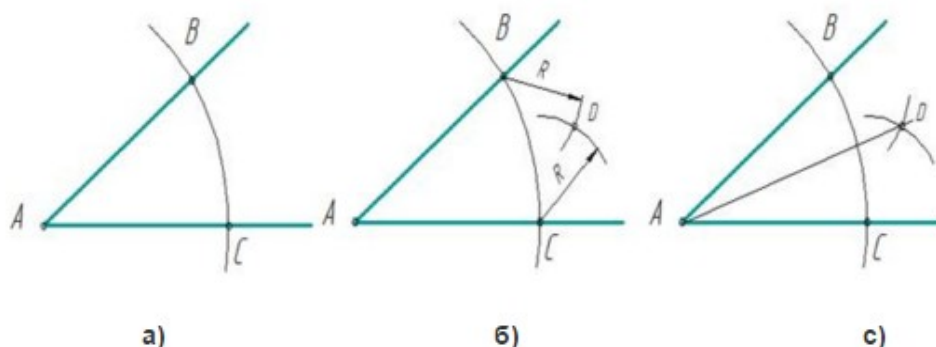
мечение. Все необходимые построения должны и могут выполняться только с помощью циркуля и линейки (без делений).

деление угла пополам

Разделить заданный угол ВАС пополам.

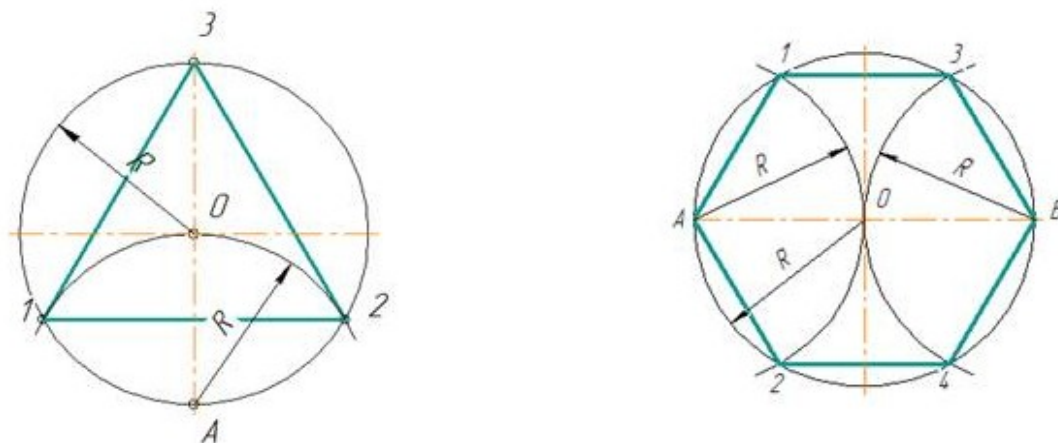
вершины угла А произвольным радиусом проводим дугу пересечения со сторонами угла в точках В и С (рис.3.4 а).

Затем из точек В и С проводим две дуги радиусом, большим половины расстояния ВС, до их пересечения в точке D (рис.3.4 б). Соединив точки А и D прямой, получаем биссектрису угла, которая делит заданный угол пополам (рис.3.5 в).



Деление окружности на три равные части

Из конца диаметра, например, точки А (рис.3.6) проводят дугу радиусом R , равным радиусу заданной окружности. Получают первое и второе деление – точки 1 и 2. Третье деление точка 3, находится на противоположном конце того же диаметра. Соединив точки 1,2,3 хордами, получают правильный вписанный треугольник.



Деление окружности на шесть равных частей

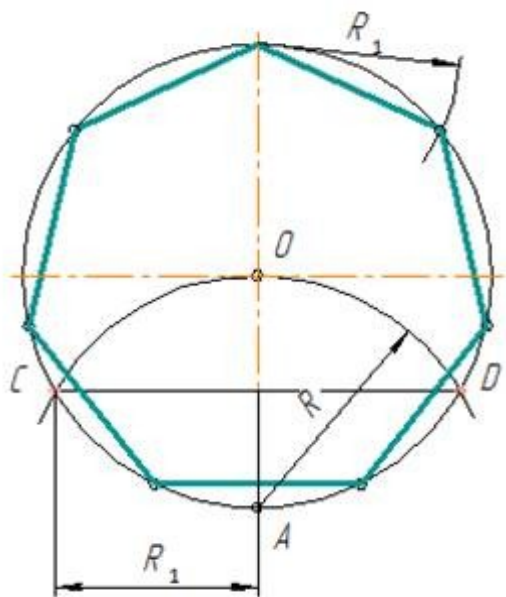
Из концов какого-либо диаметра, например АВ (рис.3.7), описывают дуги радиусом R окружности. Точки А, 1,3,В,4,2 делят окружность на шесть равных частей. Соединив их хордами, получают правильный вписанный шестиугольник.

Примечание. Вспомогательные дуги проводить полностью не следует, достаточно сделать засечки на окружности.

Деление окружности на пять равных частей

1. Проводят два взаимно перпендикулярных диаметра АВ и CD (рис.3.8). Радиус ОС в точке O_1 делят пополам.
2. Из точки O_1 , как из центра, проводят дугу радиусом O_1A до пересечения ее с диаметром CD в точке Е.
3. Отрезок АЕ равен стороне правильного вписанного пятиугольника, а отрезок ОЕ – стороне правильного вписанного десятиугольника.
4. Приняв точку А за центр, дугой радиуса $R_1 = AE$ на окружности отмечают точки 1 и 4. Из точек 1 и

Деление окружности на семь равных частей

$$R1 = CD/2$$


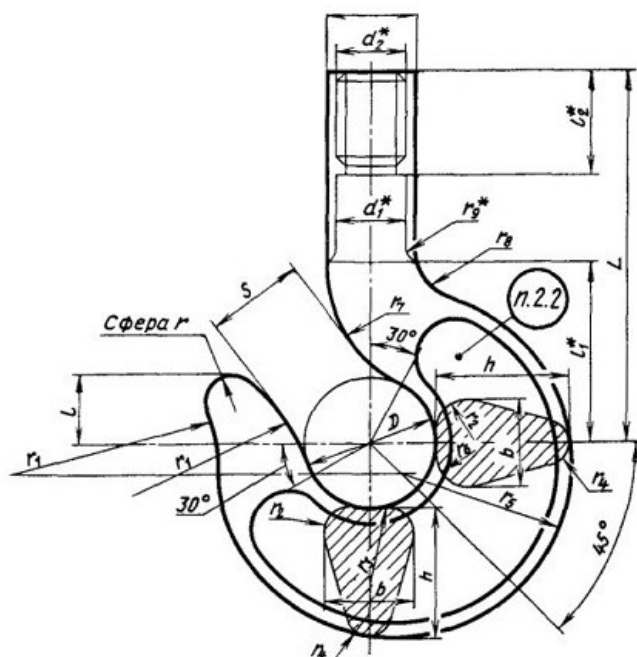
Сопряжением называется плавный переход по кривой от одной линии к другой. Сопряжения бывают циркульные и лекальные. Построение их основано на свойствах касательных к кривым линиям. Сопряжение отрезков прямых с циркульными кривыми будет возможно, если точка сопряжения является одновременно и точкой касания прямой к дуге кривой. Следовательно, радиус сопряжения должен быть перпендикулярным к прямой в точке касания.

44

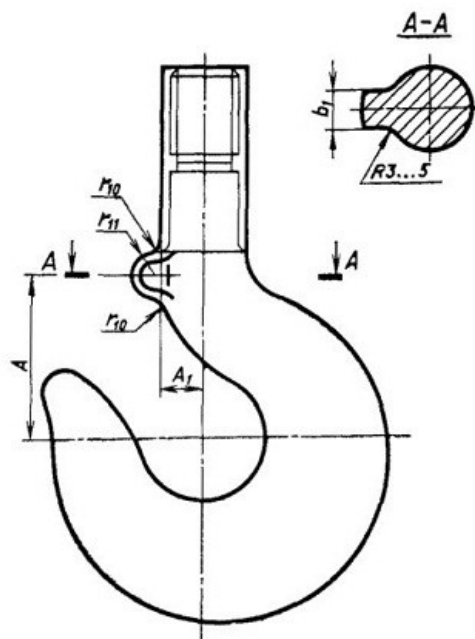
Без знания сопряжения невозможно спроектировать и сделать любую самую простейшую деталь.

ГОСТ 6627-74
Крюки однорогие. Заготовки. Типы. Конструкция и размеры

Исполнение 1



Исполнение 2



Чертеж крюка



Крюк

Для построения любого сопряжения дугой заданного радиуса нужно найти:

1. Центр сопряжения – центр, из которого проводят дугу;
2. Точки сопряжения (касания) – точки, в которых одна линия переходит в другую.

Центр сопряжения находится от точек сопряжения на одинаковых расстояниях, равных радиусу сопряжения R . Переход от прямой к окружности будет плавным в том случае, если прямая касается окружности. Точка сопряжения K лежит на перпендикуляре, опущенном из центра O окружности к прямой (рис. 3.12)

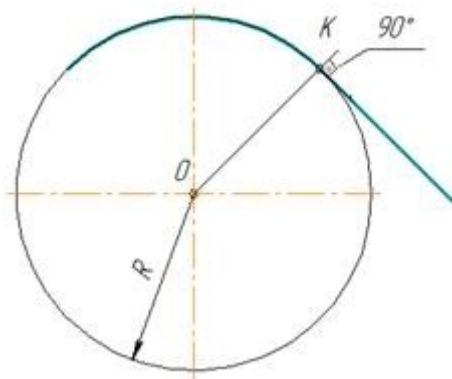


рис. 3.12

Переход от одной окружности к другой будет плавным, если окружности касаются. Различают два случая касания дуг окружностей: внешнее (рис. 3.13) и внутреннее (рис. 3.14). При внешнем касании центры окружностей лежат по разные стороны от их общей касательной L (рис. 3.13). Расстояние между их центрами OO_1 равно сумме радиусов окружностей $R+R_1$ и точка касания лежит на прямой OO_1 , соединяющей их центры.

При внутреннем касании центры окружностей лежат по одну сторону от их общей касательной L . Расстояние между их центрами OO_1 равно разности их радиусов $R-R_1$ и точка касания K окружностей лежит на продолжении прямой OO_1 (рис. 3.12).

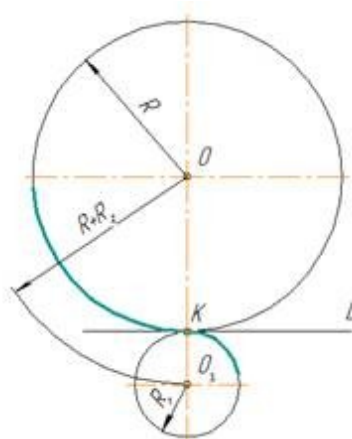


рис. 46

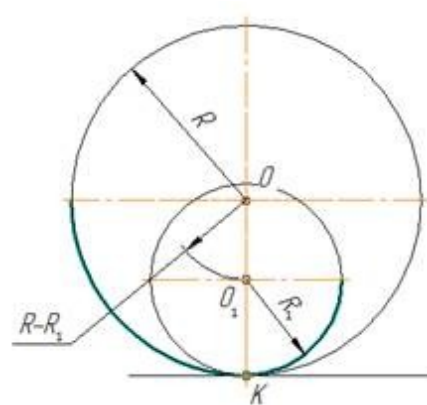


рис. 47

Касание дуг окружностей:

рис. 3.13 – сопряжение двух окружностей (внешнее касание)

рис. 3.13 – сопряжение двух окружностей (внутреннее касание)

Сопряжение двух пересекающихся прямых

Даны пересекающиеся под прямым, острым и тупым углами прямые линии. Требуется построить сопряжения этих прямых дугой заданного радиуса R .

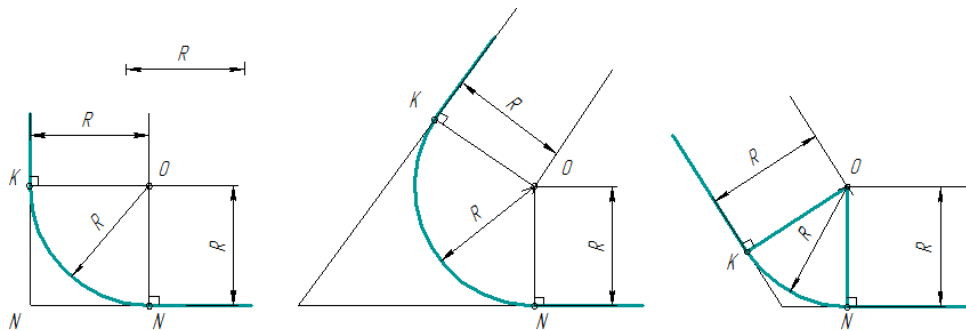


рис. 3.14

1. Для нахождения центра сопряжения проводят вспомогательные прямые, параллельные данным на расстоянии равном радиусу R . Точка пересечения этих прямых т.О и будет центром дуги сопряжения (рис. 3.14).
2. Перпендикуляры, опущенные из центра дуги сопряжения т.О на данные прямые, определяют точки касания К и N.
3. Из точки О, как центра, описывают дугу заданного радиуса R .

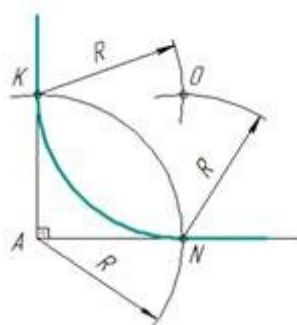


рис. 3.15

Примечание. Для прямых углов центр сопряжения удобнее находить с помощью циркуля (рис. 3.15).

Сопряжение дуги окружности и прямой линии дугой заданного радиуса. Внешнее касание
Дана окружность радиуса R и прямая АВ. Требуется соединить их дугой радиусом R_1 .

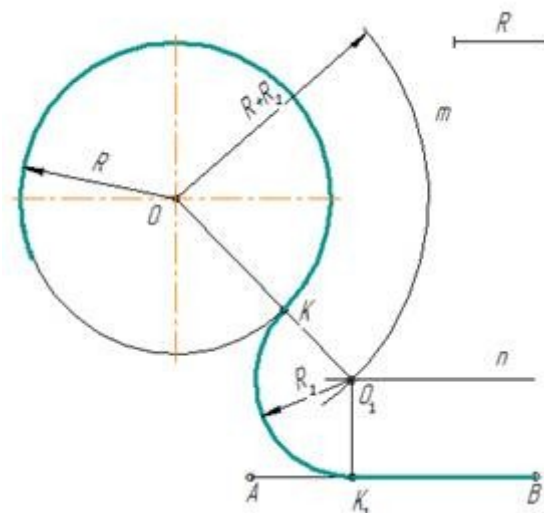


рис. 3.16

1. Для нахождения центра сопряжения из центра О заданной окружности проводят дугу m радиуса $R + R_1$ и на расстоянии R_1 – прямую $n \parallel AB$. Точка O_1 пересечения прямой n и дуги m будет центром сопряжения.

2. Для получения точек сопряжения: K и K_1 проводят линию центров OO_1 и восстанавливают к прямой AB перпендикуляр OK_1 .
3. Из центра сопряжения O_1 между точками K и K_1 проводят дугу сопряжения радиусом R_1

Внутреннее касание

В случае внутреннего касания выполняют те же построения, но дугу m вспомогательной окружности проводят радиусом $R - R_1$.

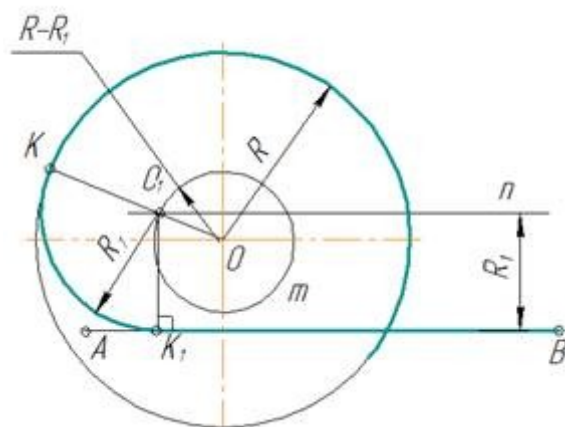


рис. 3.17

Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса

Заданы две окружности радиусом R_1 и R_2 . Требуется построить сопряжение дугой заданного радиуса R .

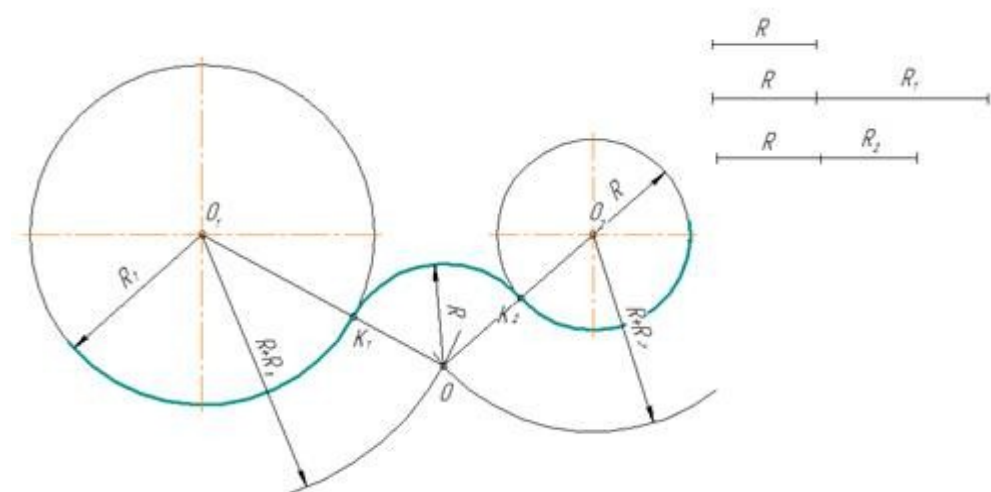


рис. 3.18

Внешнее касание

1. Для определения центра сопряжения O проводят вспомогательные дуги: из центра O_1 окружности радиусом $R + R_1$ и из центра O_2 окружности радиуса $R + R_2$. Точка O пересечения этих дуг является центром сопряжения.
2. Соединяя центры O и O_1 , а так же O и O_2 , определяют точки сопряжения (касания) K_1 и K_2 .
3. Из центра O радиусом R проводят дугу сопряжения между точками K_1 и K_2

Внутреннее касание

При внутреннем касании выполняют те же построения, но дуги проводят радиусами $R - R_1$ и $R - R_2$.

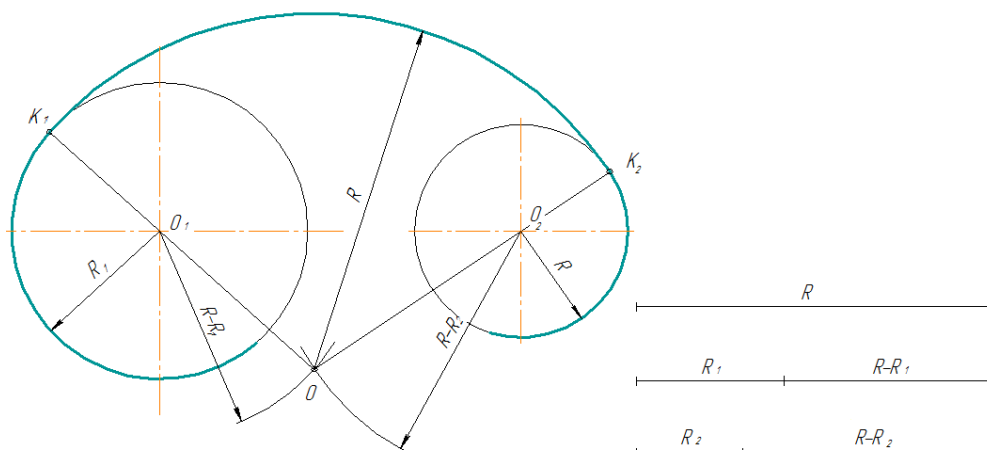


рис. 3.19

Смешанное касание

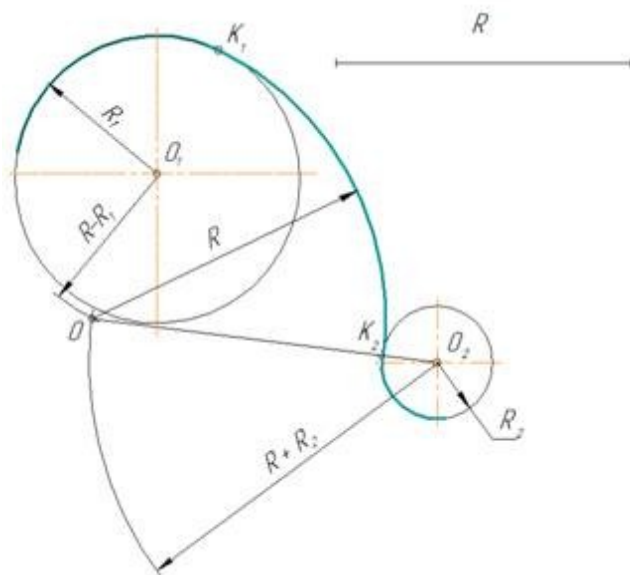


рис. 3.20

Центр сопряжения O находится в пересечении двух дуг, описанных из центра O_1 радиусом $R - R_1$ и из центра O_2 радиусом $R + R_2$

Примечание. При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса R , а центр O_2 другой дуги – вне ее

Частные случаи

Нахождение центра дуги заданного радиуса.

Задана дуга радиусом R , соединяющая две параллельные прямые m и n и проходящая через точку $A \in m$ (рис. 3.21). Требуется найти центр O заданной дуги.

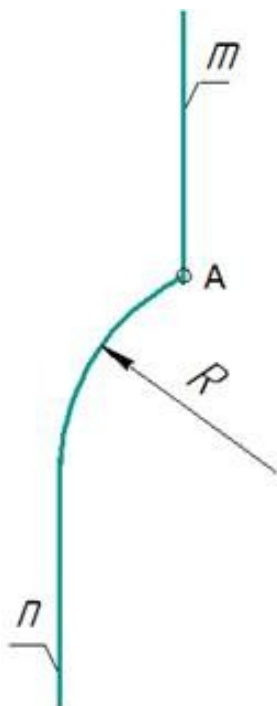


рис. 3.21

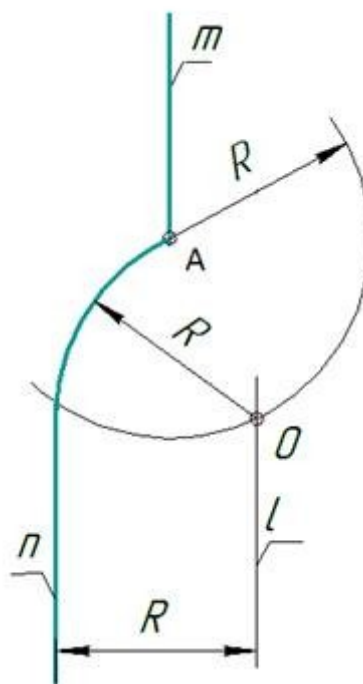


рис. 3.22

В основу построения положено нахождение точки O , равноудаленной от заданных прямых (рис. 3.21).

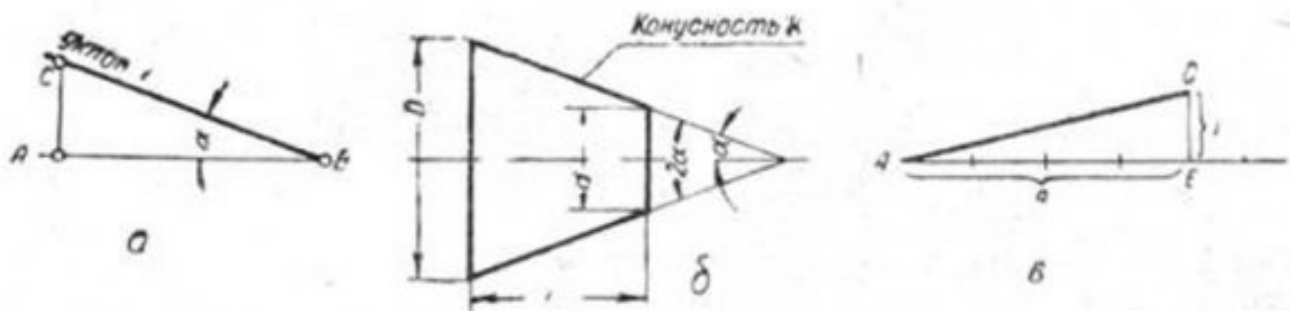
1. Из точки $A \in m$, как из центра, проводят дугу вспомогательной окружности с заданным радиусом R .
2. Проводят вспомогательную прямую l , параллельную прямой n , на расстоянии, равном заданному радиусу R .
3. Точка O – точка пересечения этих вспомогательных линий является центром заданной дуги. (рис. 3.22).

Уклоны

Во многих деталях машин используются уклоны и конусность. Уклоны встречаются в профилях прокатной стали, в крановых рельсах, в косых шайбах и т. д. Конусности встречаются в центрах бабок токарных и других станков, на концах валов и ряда других деталей.

Уклоном прямой BC относительно прямой AB (рис. 3.23, а) называется отношение:

$$i = AC/AB = \tan \alpha$$



Конусность называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (рис. 3.23,б)

$$k=(D-d)/l=2\operatorname{tg}\alpha$$

Таким образом,

$$k = 2i$$

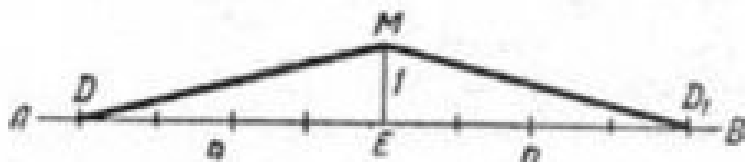
Уклон и конусность могут быть указаны: а) в градусах; б) дробью простой, в виде отношения двух чисел или десятичной; в) в процентах.

Например: конусность, выраженная в градусах — $11^{\circ}25'16''$; отношением — 1:5; дробью — 0,2; в процентах — 20%, и соответственно этому уклон в градусах — $5^{\circ}42'38''$; отношением — 1:10; дробью — 0,1; в процентах — 10%.

Для конусов, применяемых в машиностроении, ОСТ/ВКС 7652 устанавливает следующий ряд нормальных конусностей — 1 : 3; 1 : 5; 1 : 8; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 30; 1 : 50; 1 : 100; 1 : 200, а также 30, 45, 60, 75, 90 и 120° .

Допускаются в особых случаях также конусности 1:1,5; 1:7; 1:12 и 110° .

Если требуется через точку Л, лежащую на прямой АВ (рис. 3.23, в), провести прямую с уклоном $i=1:n$ относительно АВ, надо отложить от точки А по направлению данной прямой n произвольных единиц; в конце полученного отрезка АВ восстановить перпендикуляр ЕС длиной в одну такую же единицу. Гипотенуза АС построенного прямоугольного треугольника определяет искомую прямую. Для проведения прямой заданного уклона 1:n через точку М, не лежащую на данной прямой АВ, можно поступать двояко (рис. 3.24):



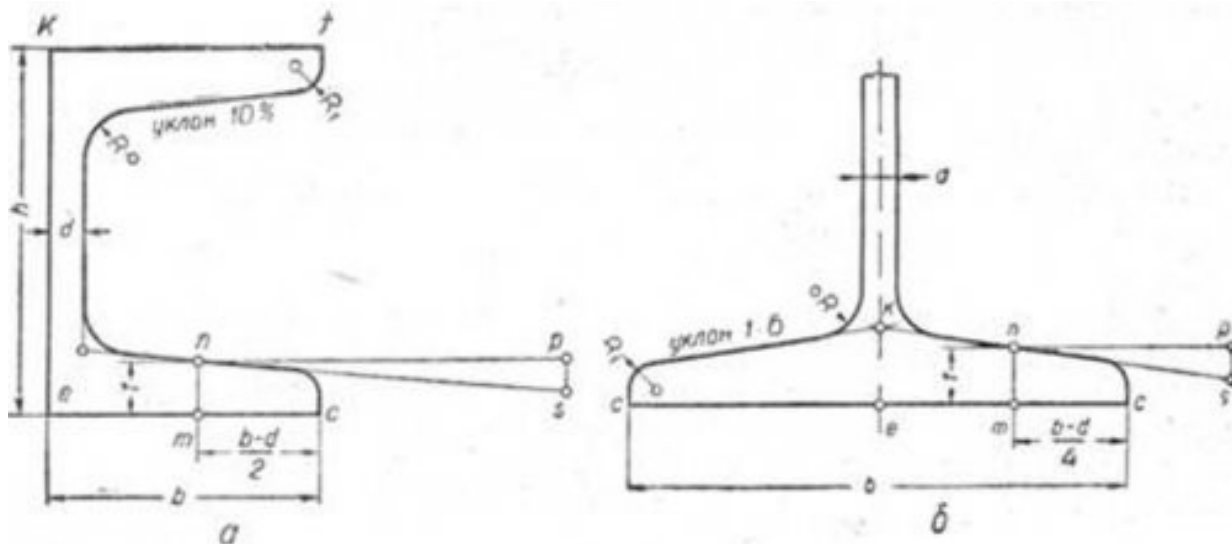
1) построить в стороне прямоугольный треугольник KLN (или KLN1) с отношением катетов 1:n, причём катет KL || АВ; затем через точку М провести искомую прямую MD (или MD1) параллельно гипотенузе вспомогательного треугольника KN (или LN1);

2) опустить из точки М перпендикуляр МЕ на прямую АВ и принять его за единицу. По направлению прямой АВ влево или вправо от точки Е отложить n таких же отрезков; гипотенузы DM или MD1 построенных таким образом прямоугольных треугольников являются искомыми прямыми.

Построение конусности 1:n относительно данной оси сводится к построению уклонов $1:n/2$ с каждой стороны оси.

Уклон или конусность чаще всего указывается в процентах или отношением единицы к целому числу. Рассмотрим эти способы построения на примерах.

Пример 1. Требуется построить профиль сечения швеллера № 5 ОСТ 10017-39 (рис. 59, а), если известно, что уклон его полок равен 10%



Размеры для построения берём из ГОСТ 10017-39.

Проводим вертикальную прямую $ек$, равную $h = 50$ мм. Из точек e и k проводим прямые $ес$ и kf , равные ширине полки $b = 37$ мм. Ввиду того, что обе полки швеллера одинаковы, ограничимся построением только одной из них. Откладываем на прямой $ес$ от точки $с$ отрезок $см$, равный $(b-d)/2$. В точке m на перпендикуляре к прямой $ес$ откладываем отрезок mn , равный $t = 7$ мм. Через точку n проводим прямую np параллельно $ес$, равную 50 мм.

Перпендикулярно к np из точки p проводим отрезок ps , равный по длине десяти процентам отрезка np . Величина его определяется из отношения:

$$ps/np = 10/100,$$

откуда

$$ps = 10 \cdot 50 / 100 = 5 \text{ мм.}$$

Прямая sp является искомой прямой, имеющей уклон 10% по отношению к $ес$. Дальнейшее построение профиля не представляет затруднений.

Отрезок np можно взять любой длины. Чем больше его величина, тем точнее будет построена прямая уклона. Однако для удобства вычисления следует принимать отрезок np таким, чтобы длина его, выражаемая в миллиметрах, оканчивалась на 0 или 5.

Пример 2. Построить профиль сечения двутавра № 10 ОСТ 10016-39 (рис. 3.25, б), если известно, что уклон полок его равен 1:6. Размеры для построения берём из ОСТ 10016-39.

Проводим горизонтальную прямую $сс$, равную ширине полки $b = 68$ мм. Через точку $е$, являющуюся серединой ширины полки, проводим вертикальную линию. Откладываем от точки $с$ отрезок $мс$, равный

$(b-d)/4$. В точке m , перпендикулярно к отрезку $сс$, проводим прямую и

на ней откладываем отрезок mn , равный $t = 6,5$ мм. Через точку n проводим горизонтальную прямую np , равную 30 мм, которая будет служить катетом прямоугольного треугольника. Чем длиннее катет, тем точнее будет построен уклон. Для удобства принимают длину отрезка np кратной шести, тогда второй катет будет равен целому числу. Величина второго катета определяется из формулы

$$i = ps/np = 1/6$$

где i - заданный уклон.

Подставив в формулу числовые значения, получим

$$ps = 30/6 = 5 \text{ мм.}$$

Откладываем в точке p под углом 90° к прямой np вычисленную длину второго катета, получим точку s . Проводим через точки s и n прямую, которая и будет соответствовать искомой прямой, имеющей уклон 1:6.

Вычерчивание контуров технических деталей.

Последовательность вычерчивания контуров деталей в основном зависит от их формы. Поэтому можно дать только некоторые общие рекомендации по вычерчиванию контуров деталей.

Вычерчивание контуров деталей рекомендуется начинать с проведения осей симметрий, линий,

ограничивающих контур, и центровых линий. Затем следует строить прямолинейные очертания, не связанные с сопряжением, и проводить дуги, у которых заданы их размеры и положение центров. В последнюю очередь находят положение центров сопрягающих дуг и проводят эти дуги. Заканчивают чертеж проведением выносных и размерных линий, нанесением размеров и обводкой линий чертежа.

Часто при вычерчивании контуров овальных деталей, а также при выполнении их технических рисунков задаются не радиусы дуг, а величины большой и малой осей овала.

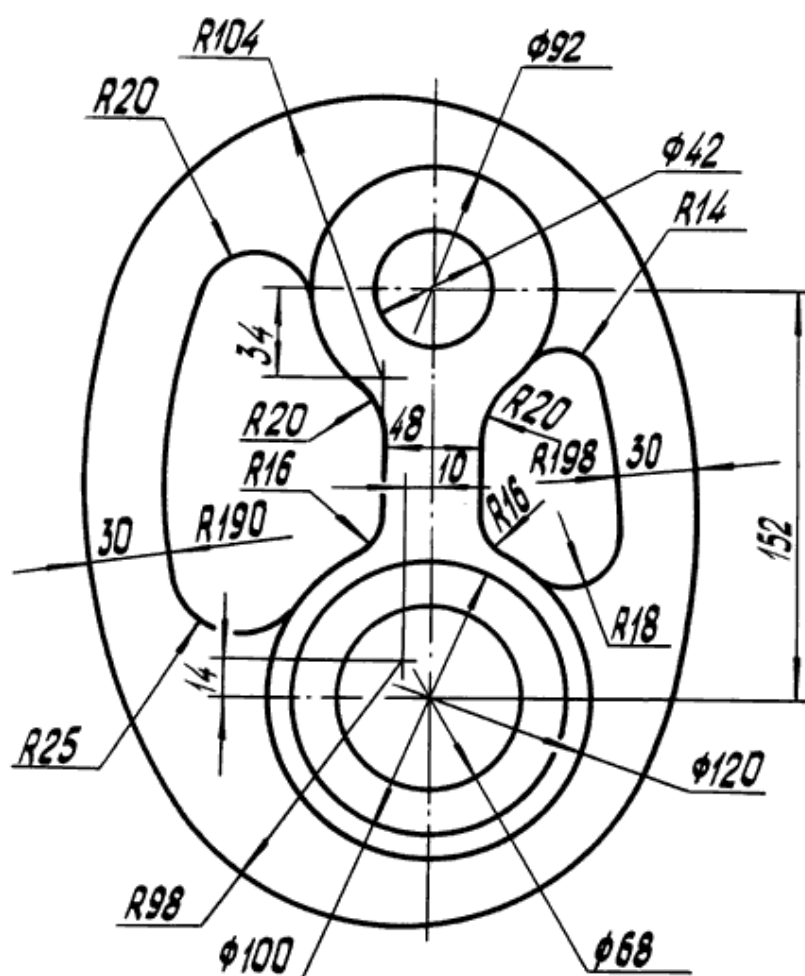
Перед проектированием конструктор должен ознакомиться с техническим заданием на проектирование приспособления и технологией, после чего он вычерчивает обрабатываемую деталь в стадии обработки, соответствующей данному приспособлению, в трех проекциях, раздвинув их на расстояния, достаточные для вычерчивания соответствующих проекций будущего приспособления. Далее вокруг контура начерченной детали располагают сперва установочные, а затем зажимные элементы приспособления. Заканчивают проектирование соединением всех нанесенных элементов общим корпусом приспособления.

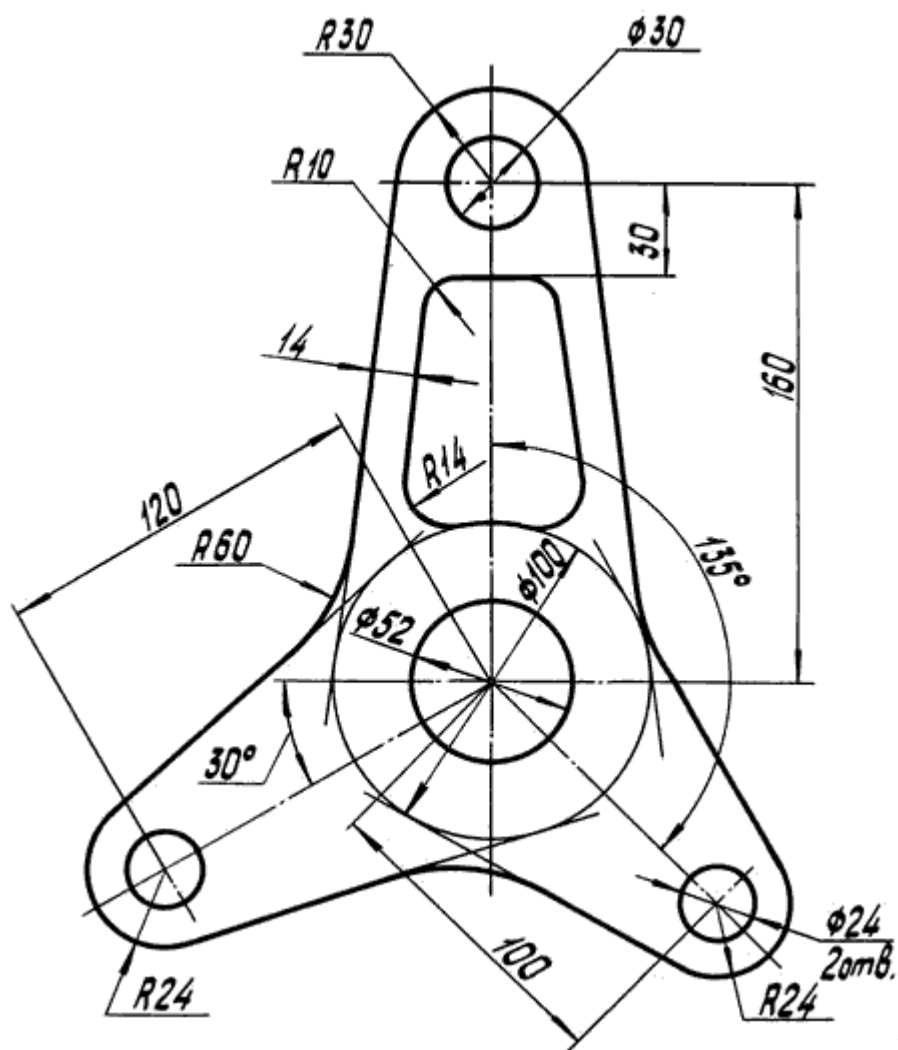
Пример построения сопряжения.

O2- центры сопряжений.
S1 и S2 – точки сопряжения.

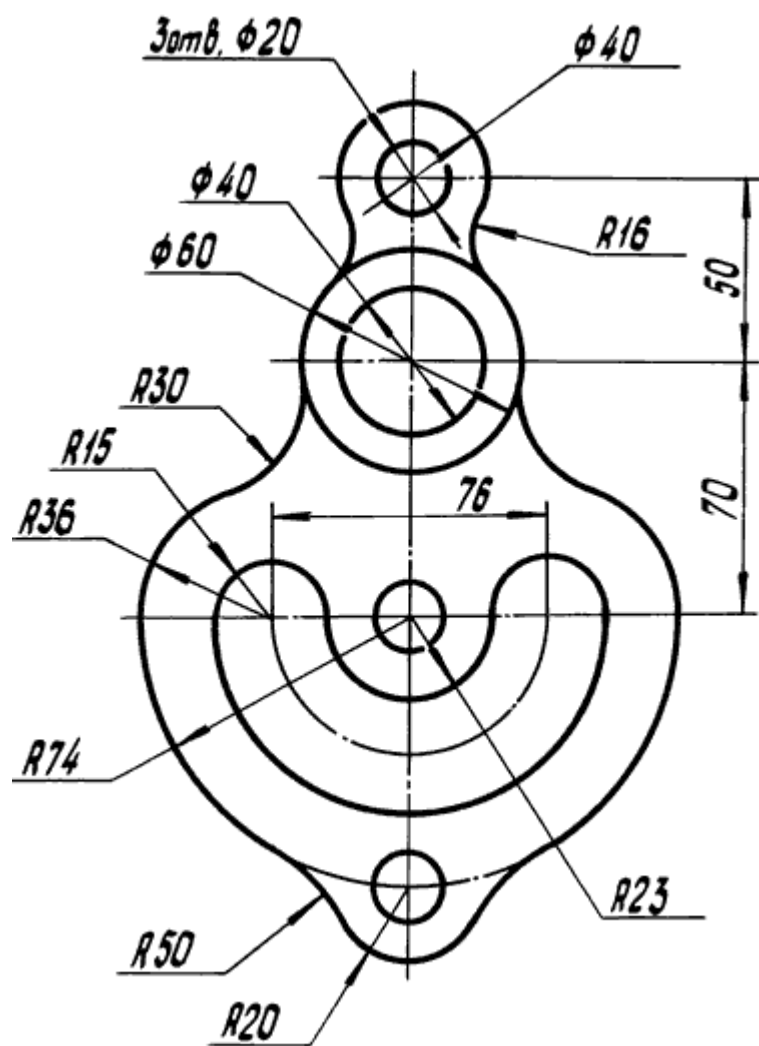
Задания:

Вариант 1

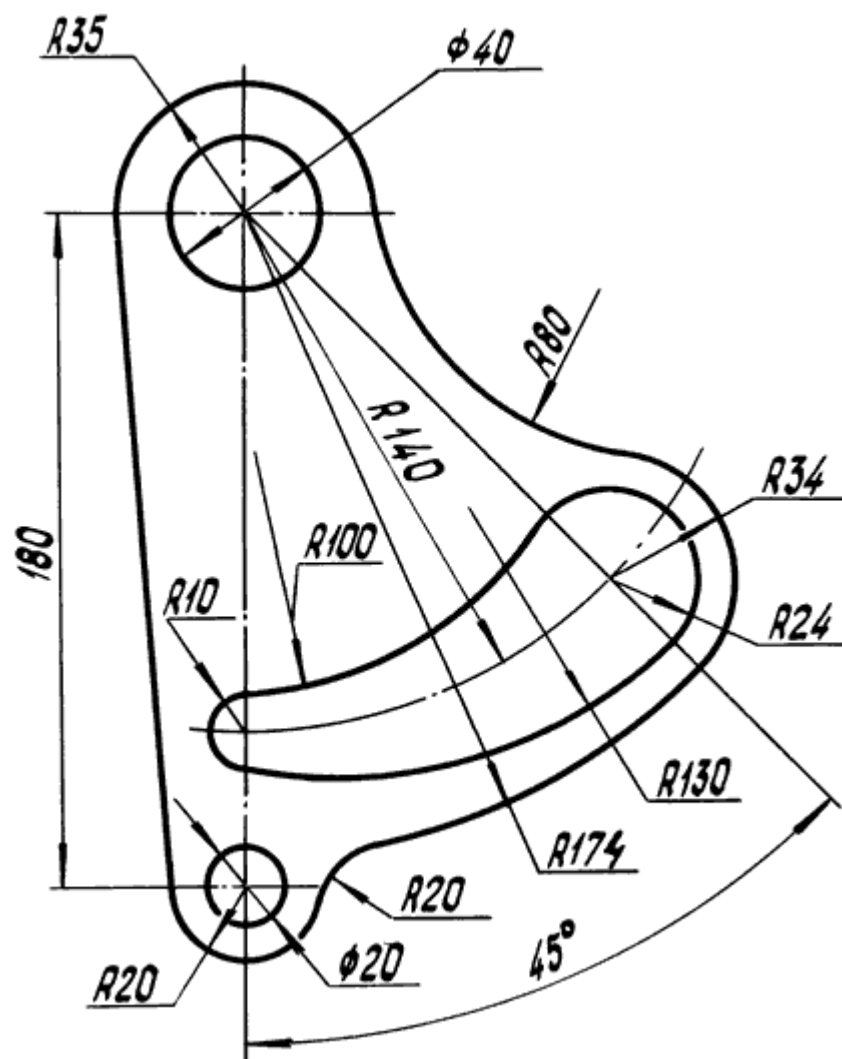




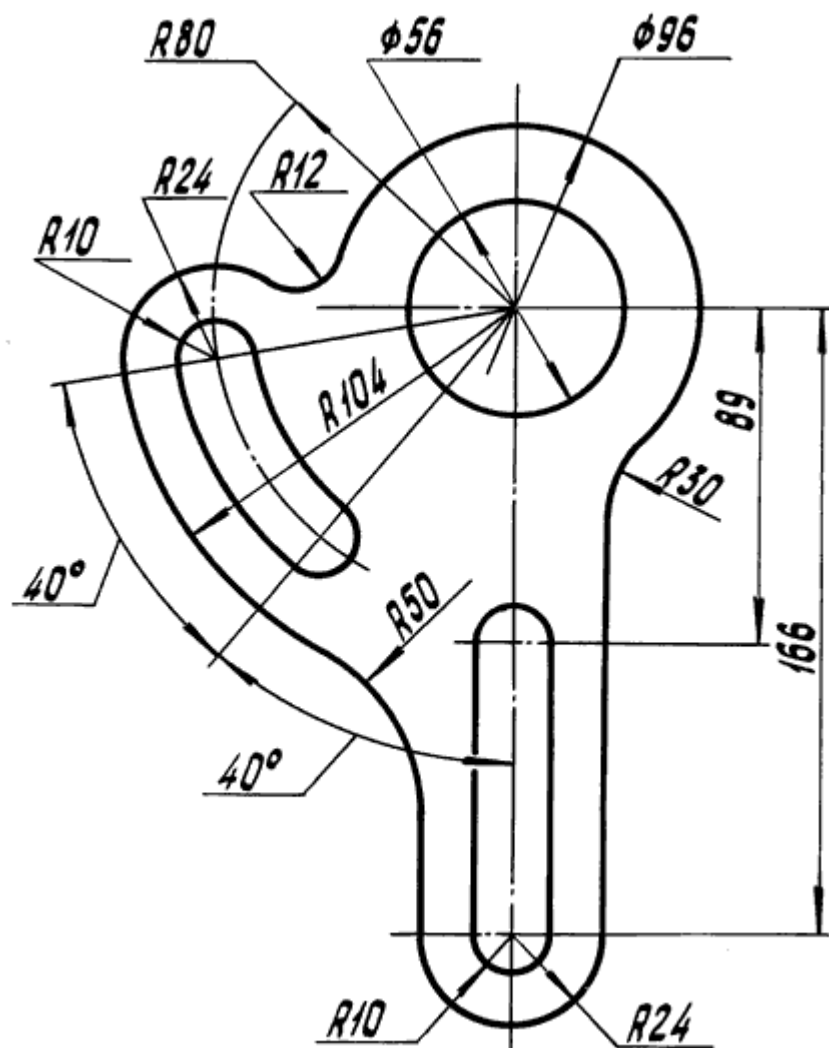
Вариант 2



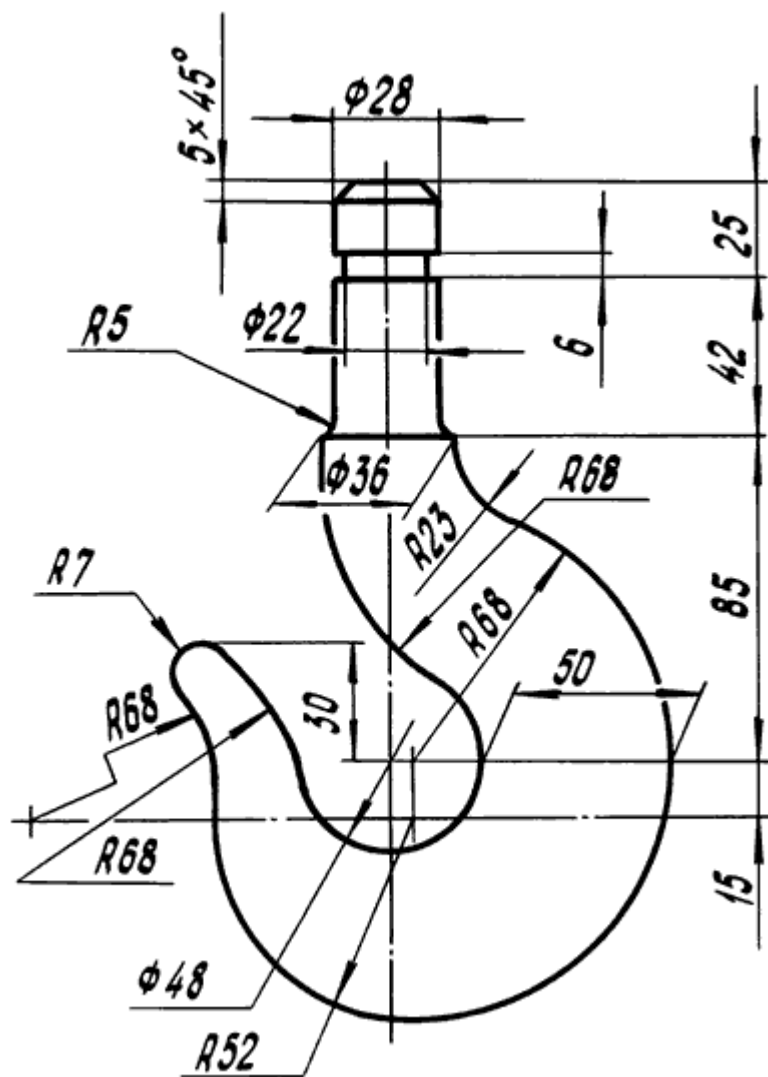
вариант 4



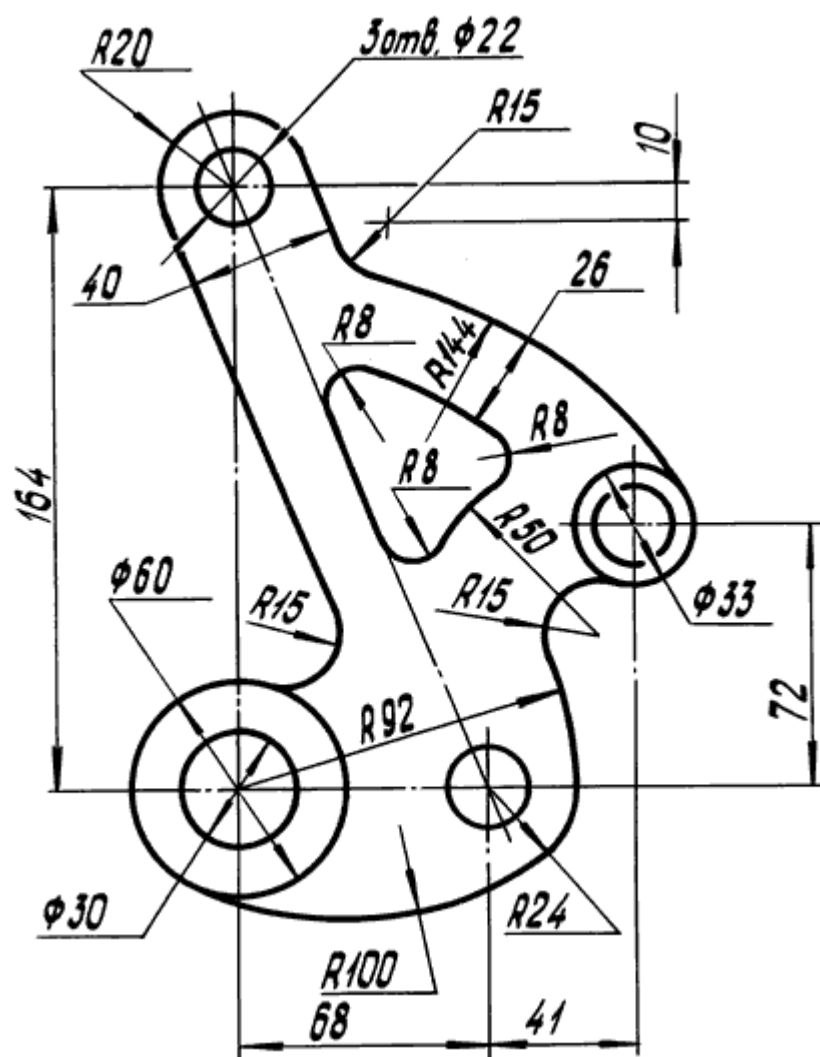
вариант5



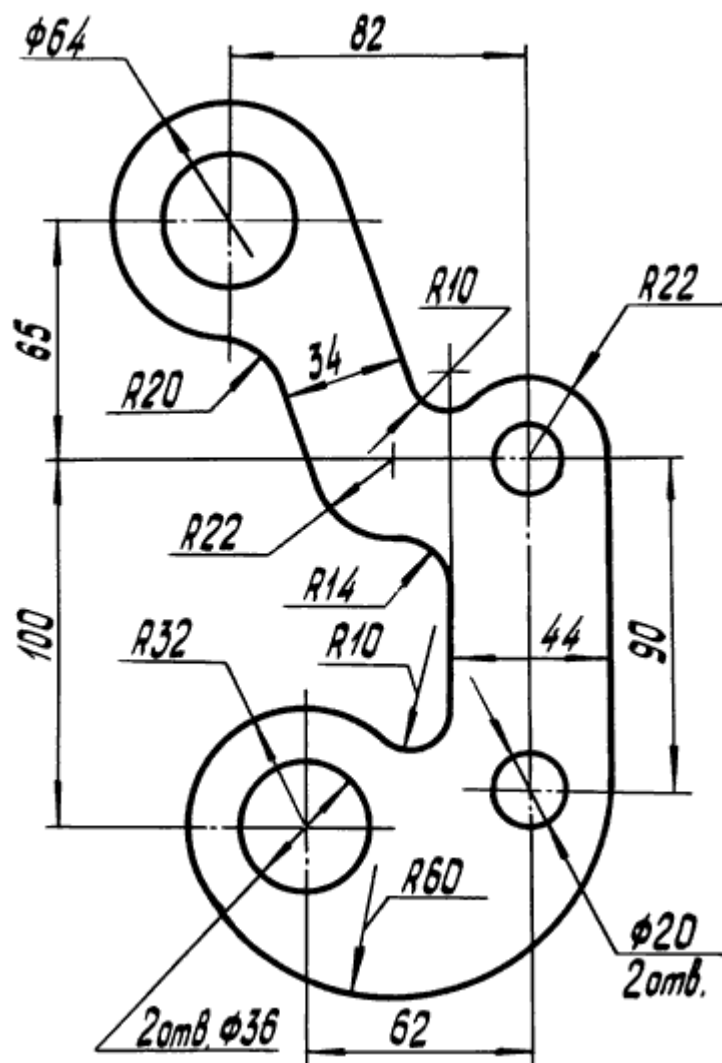
вариант6



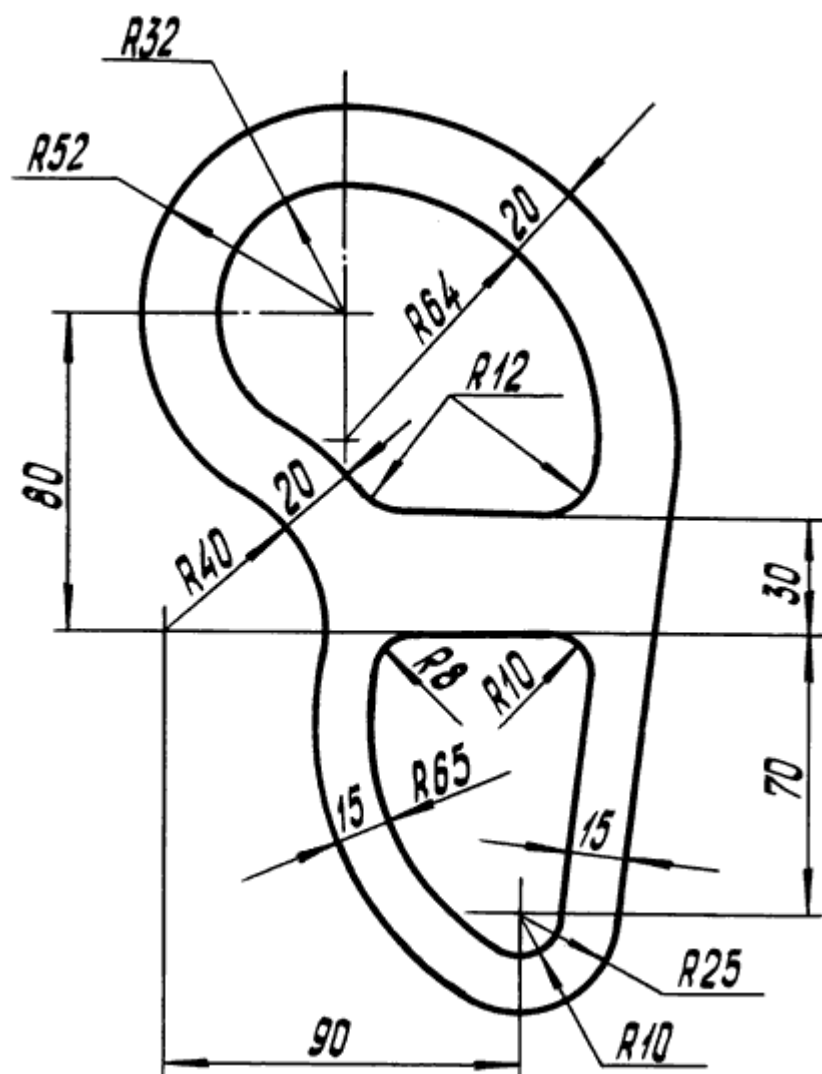
вариант 7



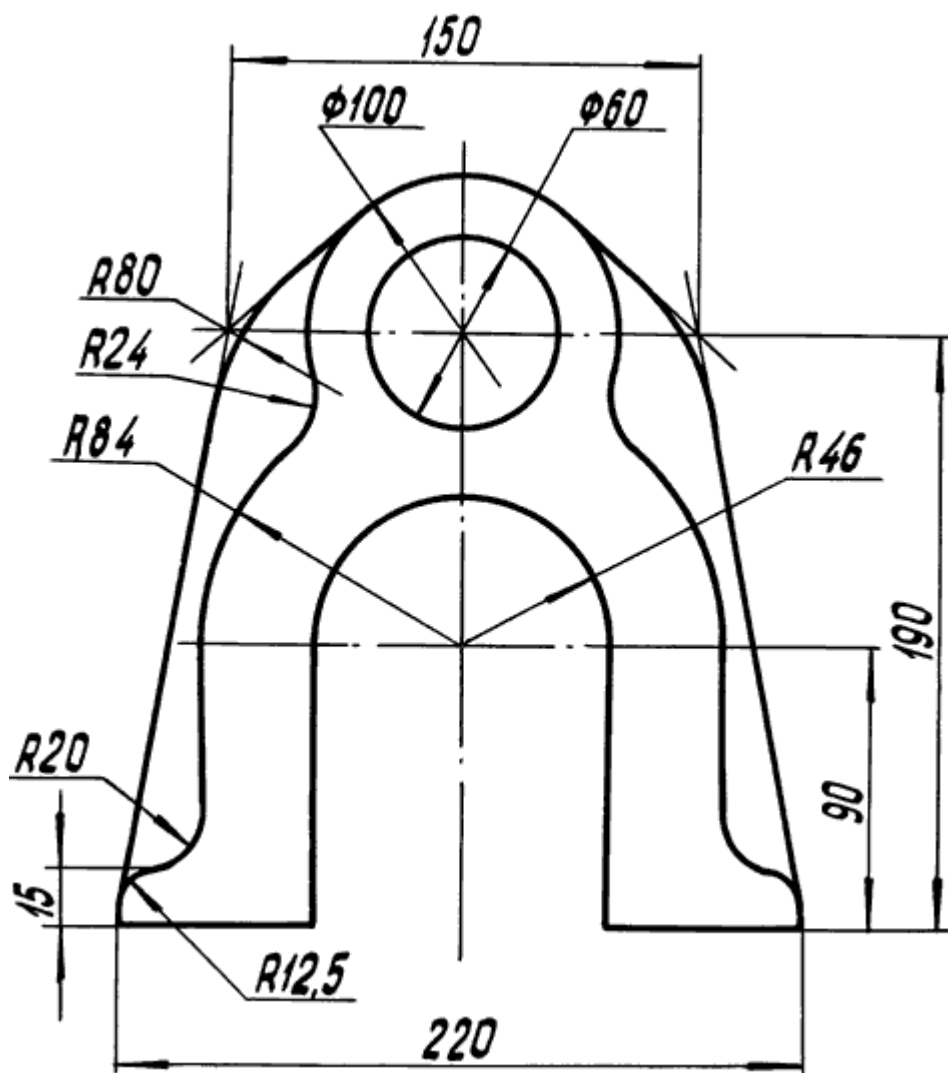
вариант8



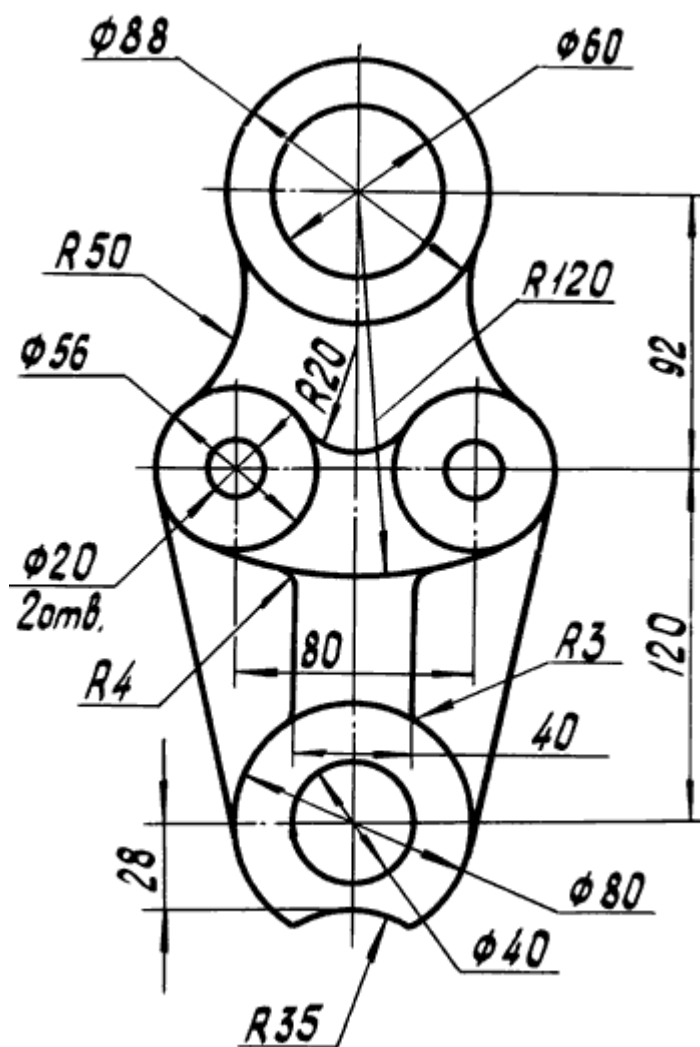
вариант9



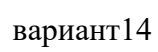
вариант10

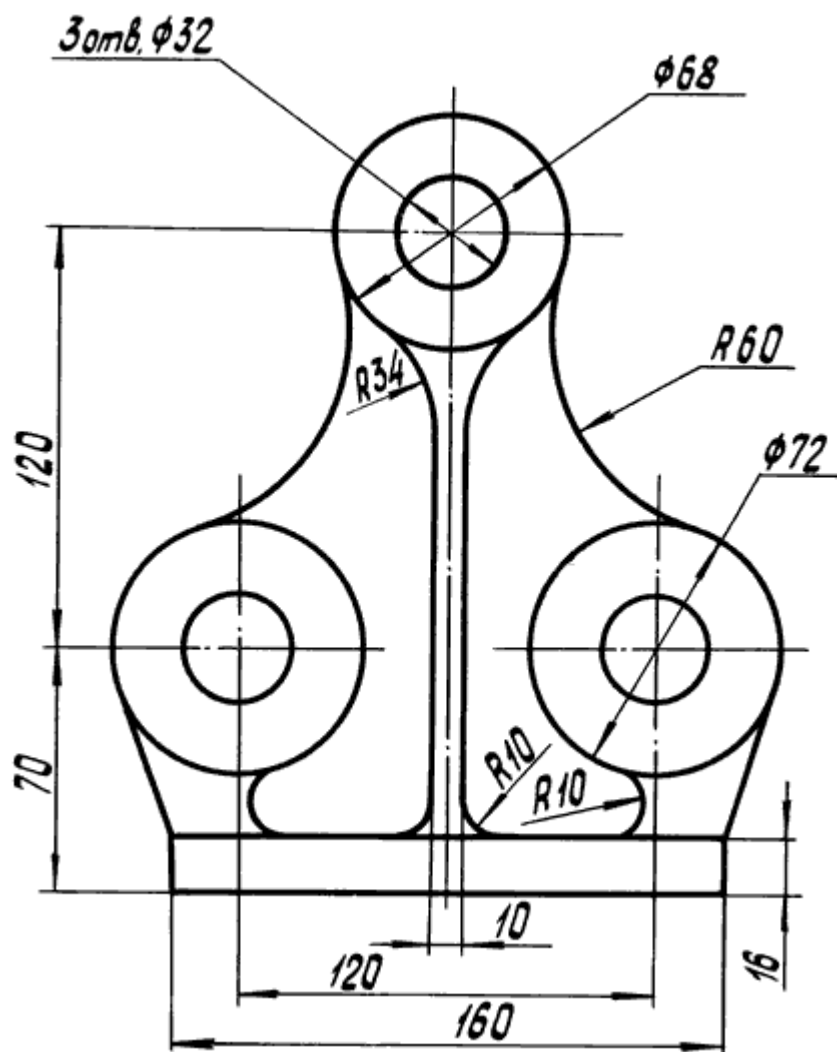


вариант11

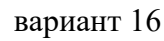


вариант12





вариант15



1. Какой инструмент используется при делении отрезка на две и четыре части?
2. Сколько касательных можно построить через заданную точку к окружности?
3. Сколько значений R используется при делении окружности на пять равных частей?
4. Сколько значений R используется при делении окружности на семь равных частей?
5. Какое значение R используется при делении окружности на три, шесть и двенадцать равных частей?
6. Что называется сопряжением линий?
7. Чем отличается внешнее касание от внутреннего?
8. Что называется уклоном и конусностью?

Практическое занятие № 4

Тема: Сопряжения. Сопряжения, применяемое в контурах деталей.

Цели работы:

- 1) Изучить понятие «Сопряжение»;
- 2) Изучить технику построения сопряжения в различных случаях;
- 3) Научиться применять сопряжения на практике.

Количество часов на выполнение: 2ч

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru www.biblio-online.ru Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов,-2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения осей;
- аккуратность;
- построение размера угла между осями;
- значение коэффициентов по осям;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью

выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- не обозначены оси,
- при построении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения,

понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

не соблюдена толщина линий;

нет построение размера угла между осями;

не проставлены коэффициенты по осям;

при построении была допущена 1 существенная ошибка;

знает и понимает основные положения данной темы, но

допускает неточности в формулировке понятий;

затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

не верно выполнено задание;

при построении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения.

Сопряжение.

Сопряжением называется плавный переход по кривой от одной линии к другой. Сопряжения бывают циркульные и лекальные. Построение их основано на свойствах касательных к кривым линиям. Сопряжение отрезков прямых с циркульными кривыми будет возможно, если точка сопряжения является одновременно и точкой касания прямой к дуге кривой. Следовательно, радиус сопряжения должен быть перпендикулярным к прямой в точке касания.

Сопряжение циркульных кривых возможно тогда, когда точка сопряжения будет являться одновременно и точкой касания сопрягаемых дуг. Следовательно, точка касания должна находиться на линии центров дуг окружностей.

Без знания сопряжения невозможно спроектировать и сделать любую самую наипростейшую деталь.

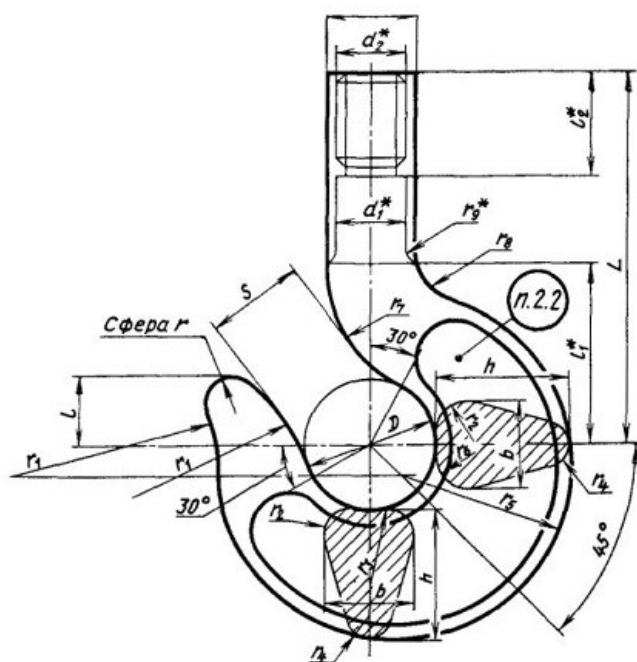
Чертеж крюка



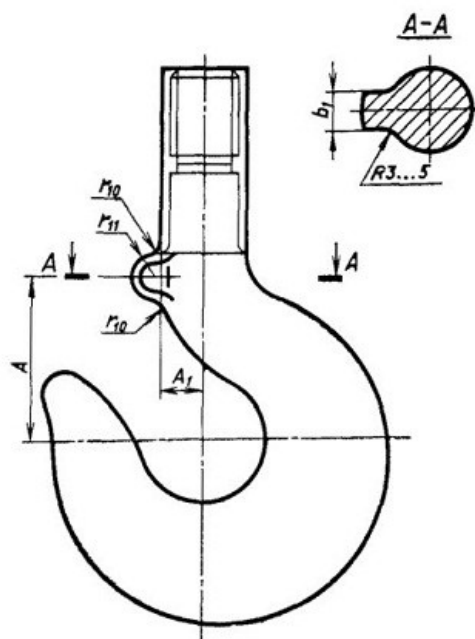
Крюк

ГОСТ 6627-74
Крюки однорогие. Заготовки. Типы. Конструкция и размеры

Исполнение 1



Исполнение 2



Для построения любого сопряжения дугой заданного радиуса нужно найти:

3. Центр сопряжения – центр, из которого проводят дугу;
4. Точки сопряжения (касания) – точки, в которых одна линия переходит в другую.

Центр сопряжения находится от точек сопряжения на одинаковых расстояниях, равных радиусу сопряжения R . Переход от прямой к окружности будет плавным в том случае, если прямая касается к окружности. Точка сопряжения K лежит на перпендикуляре, опущенном из центра O окружности к прямой (рис. 4.1)

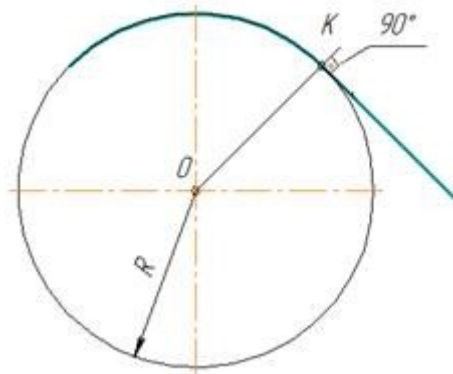


рис. 4.1

Переход от одной окружности к другой будет плавным, если окружности касаются. Различают два случая касания дуг окружностей: внешнее (рис. 4.2) и внутреннее (рис.4.3). При внешнем касании центры окружностей лежат по разные стороны от их общей касательной L (рис. 4.2). Расстояние между их центрами OO_1 равно сумме радиусов окружностей $R+R_1$ и точка касания лежит на прямой OO_1 , соединяющей их центры.

При внутреннем касании центры окружностей лежат по одну сторону от их общей касательной L . Расстояние между их центрами OO_1 равно разности их радиусов $R-R_1$ и точка касания K окружностей лежит на продолжении прямой OO_1 (рис. 3).

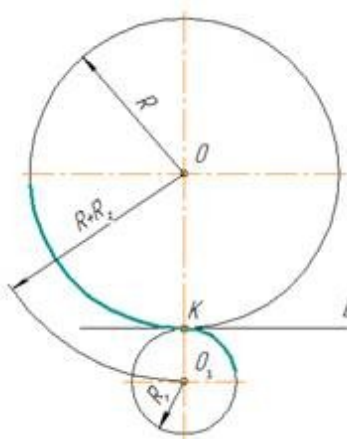


рис. 4.2

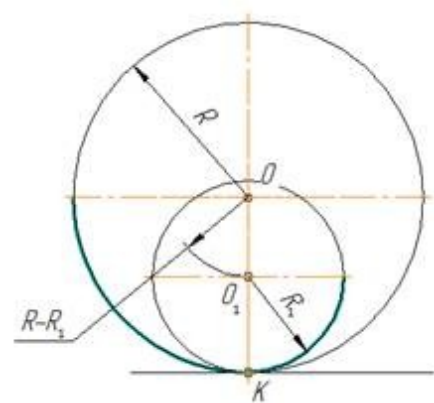


рис. 4.3

Касание дуг окружностей:

рис. 4.2 – сопряжение двух окружностей (внешнее касание)

рис. 4.3 – сопряжение двух окружностей (внутреннее касание)

Сопряжение двух пересекающихся прямых

Даны пересекающиеся под прямым, острым и тупым углами прямые линии. Требуется построить сопряжения этих прямых дугой заданного радиуса R .

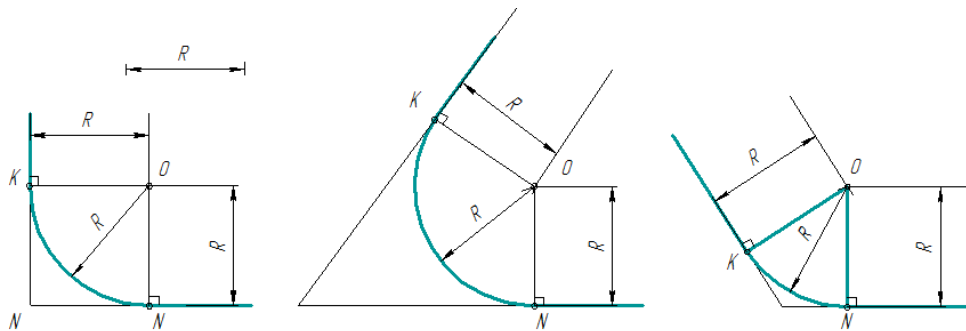


рис. 4.4

4. Для нахождения центра сопряжения проводят вспомогательные прямые, параллельные данным на расстоянии равном радиусу R . Точка пересечения этих прямых т.О и будет центром дуги сопряжения (рис. 4.4).
5. Перпендикуляры, опущенные из центра дуги сопряжения т.О на данные прямые, определяют точки касания К и N.
6. Из точки О, как центра, описывают дугу заданного радиуса R .

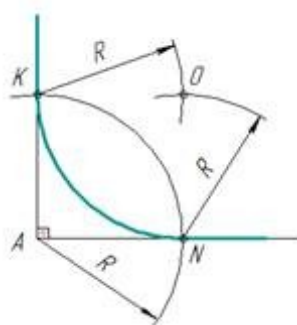


рис. 4.5

Примечание. Для прямых углов центр сопряжения удобнее находить с помощью циркуля (рис. 4.5).

Сопряжение дуги окружности и прямой линии дугой заданного радиуса. Внешнее касание.
Дана окружность радиуса R и прямая АВ. Требуется соединить их дугой радиусом R_1 .

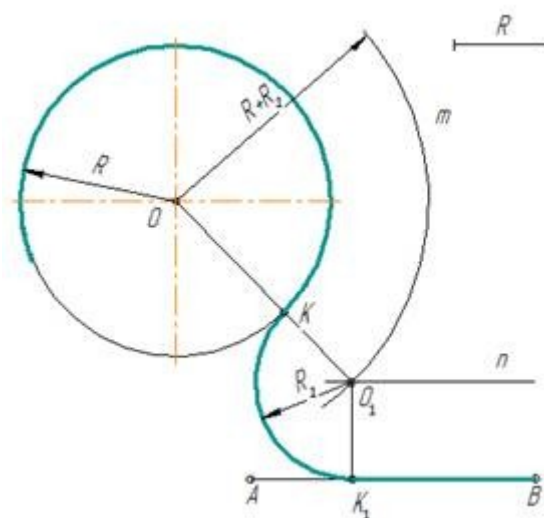


рис. 4.6

4. Для нахождения центра сопряжения из центра O заданной окружности проводят дугу m радиуса $R + R_1$ и на расстоянии R_1 – прямую $n \parallel AB$. Точка O_1 пересечения прямой n и дуги m будет центром сопряжения.
5. Для получения точек сопряжения: K и K_1 проводят линию центров OO_1 и восстанавливают к прямой AB перпендикуляр OK_1 .
6. Из центра сопряжения O_1 между точками K и K_1 проводят дугу сопряжения радиусом R_1 .

Внутреннее касание

В случае внутреннего касания выполняют те же построения, но дугу m вспомогательной окружности проводят радиусом $R - R_1$.

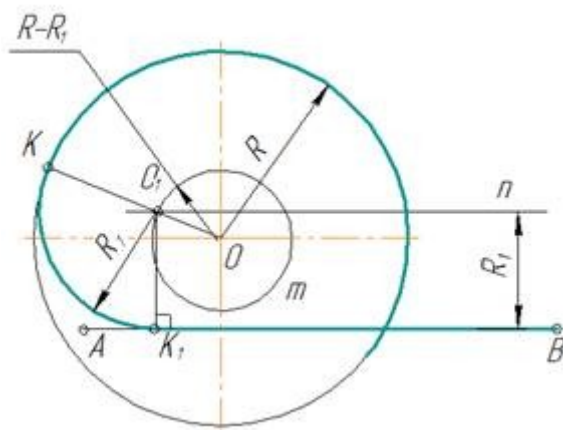


рис. 4.7

Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса.

Заданы две окружности радиусом R_1 и R_2 . Требуется построить сопряжение дугой заданного радиуса R .

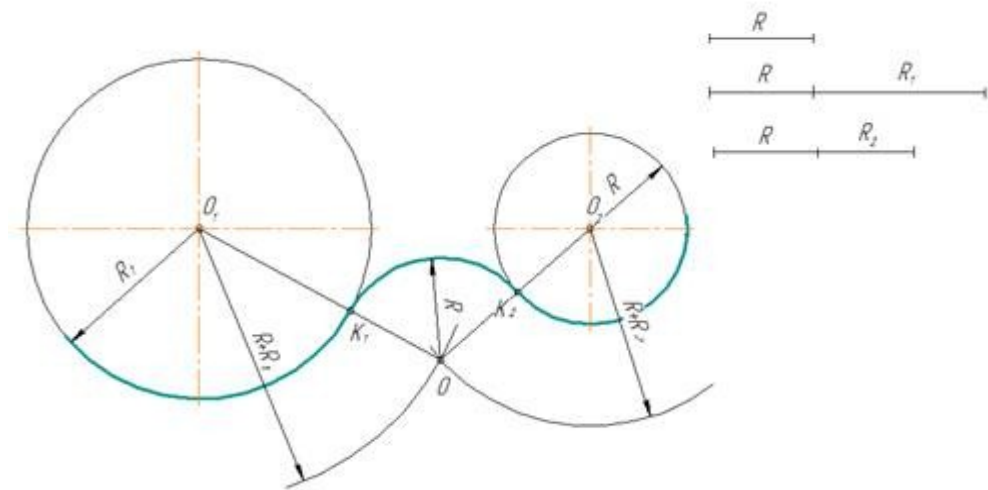


рис. 4.8

Внешнее касание

4. Для определения центра сопряжения O проводят вспомогательные дуги: из центра O_1 окружности радиусом $R + R_1$ и из центра O_2 окружности радиуса $R + R_2$. Точка O пересечения этих дуг является центром сопряжения.
5. Соединяя центры O и O_1 , а так же O и O_2 , определяют точки сопряжения (касания) K_1 и K_2 .
6. Из центра O радиусом R проводят дугу сопряжения между точками K_1 и K_2 .

Внутреннее касание

При внутреннем касании выполняют те же построения, но дуги проводят радиусами $R - R_1$ и $R - R_2$.

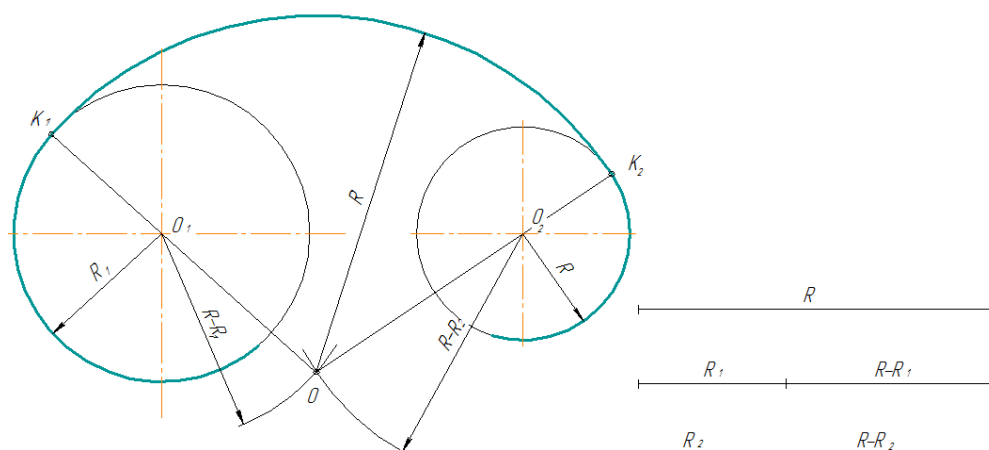


рис. 4.9

Смешанное касание

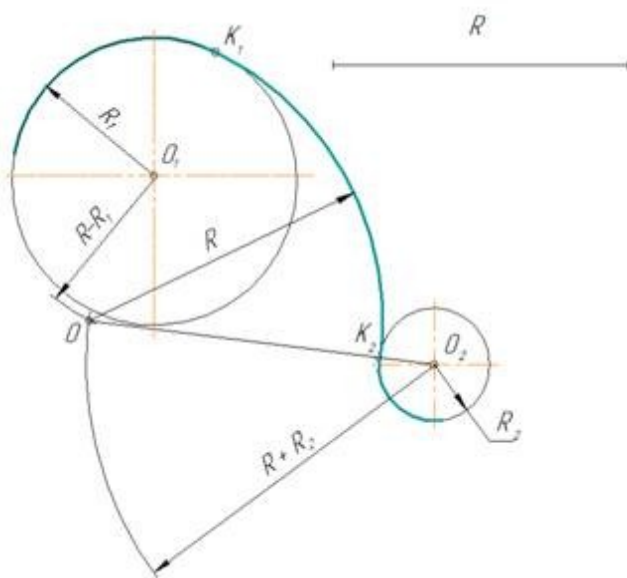


рис. 4.10

Центр сопряжения O находится в пересечении двух дуг, описанных из центра O_1 радиусом $R - R_1$ и из центра O_2 радиусом $R + R_2$

Примечание. При смешанном сопряжении центр O_1 одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги радиуса R , а центр O_2 другой дуги – вне ее.

Частные случаи.

Нахождение центра дуги заданного радиуса.

Задана дуга радиусом R , соединяющая две параллельные прямые m и n и проходящая через точку $A \in m$ (рис. 4.11). Требуется найти центр O заданной дуги.

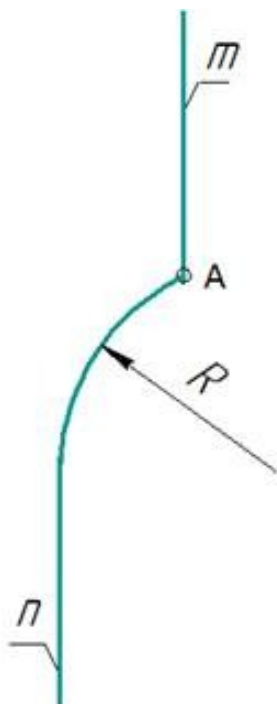


рис. 4.11

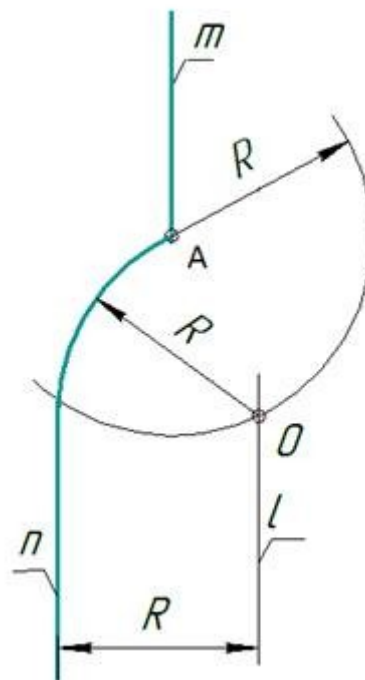


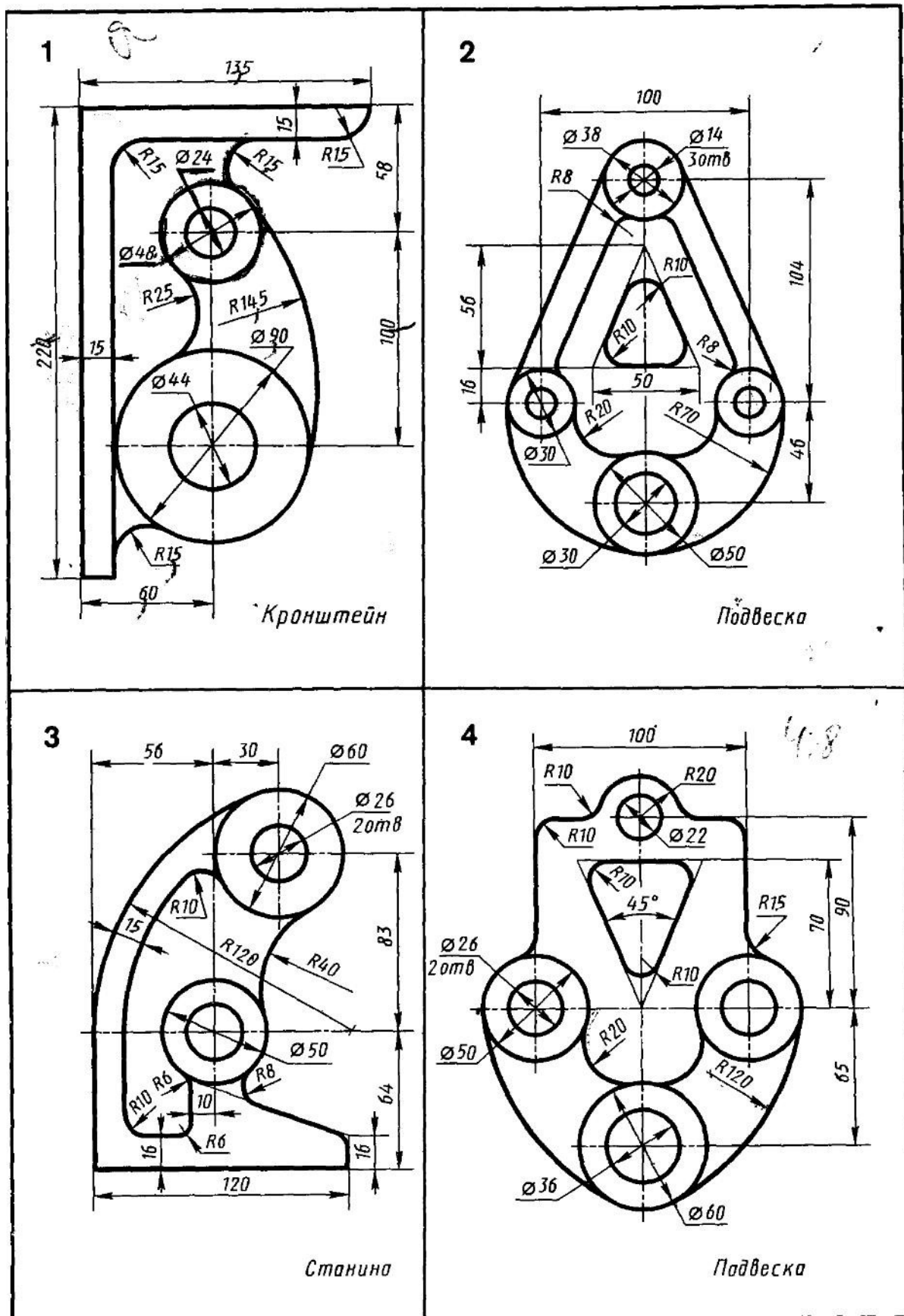
рис. 4.12

В основу построения положено нахождение точки O , равноудаленной от заданных прямых (рис. 4.11).

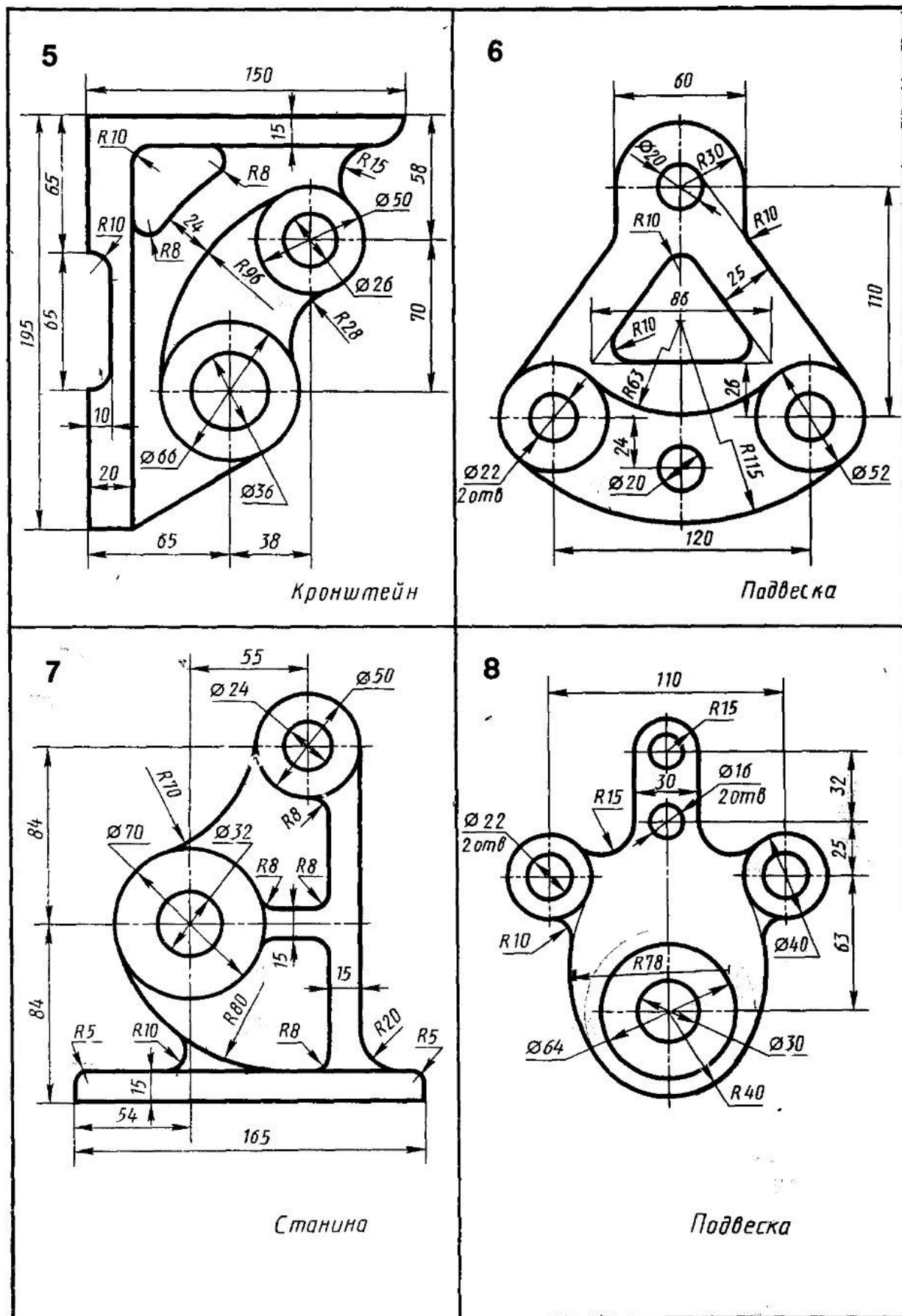
4. Из точки $A \in m$, как из центра, проводят дугу вспомогательной окружности с заданным радиусом R .
5. Проводят вспомогательную прямую l , параллельную прямой n , на расстоянии, равном заданному радиусу R .
6. Точка O – точка пересечения этих вспомогательных линий является центром заданной дуги. (рис. 4.12).



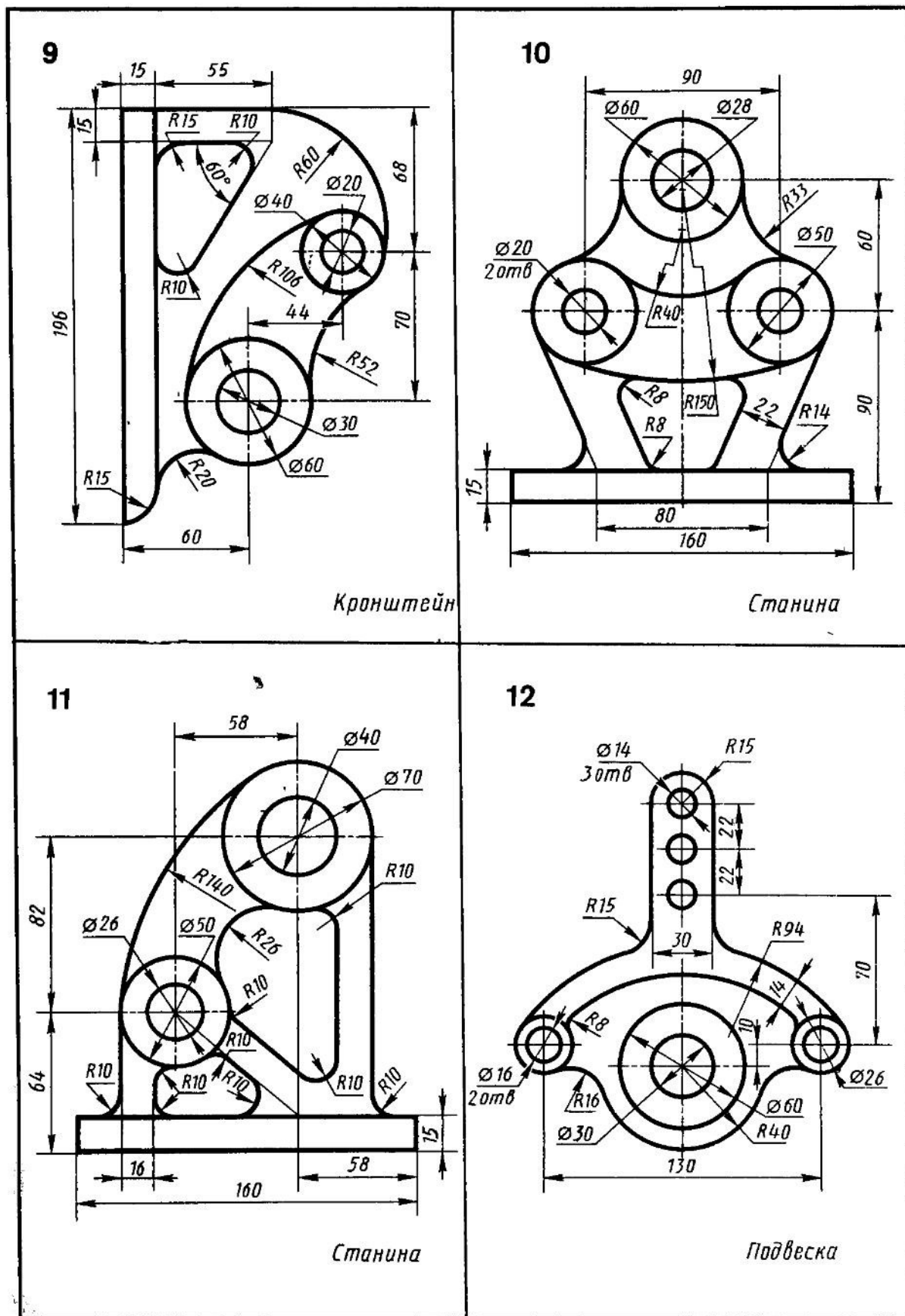
Варианты заданий на сопряжение



Вычертить контуры деталей, применяя правила построения сопряжений



Вычертить контуры деталей, применяя правила построения сопряжений



Вычертить контуры деталей применяя правила построения сопряжений

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое сопряжение?
- 2) Как произвести сопряжение прямого, тупого и острого углов?
- 3) Как выполняется сопряжение окружности и прямой?
- 4) Какое сопряжение называется внешнее?
- 5) Какое сопряжение называется внутреннее?
- 6) Какое сопряжение называется смешанное?

Форма сдачи: по данной теме на 5 мин.

Практическое занятие № 5

Тема: Основы начертательной геометрии. Проекция точек

Цели работы: 1 Изучить основные понятия о проекциях.

2. Научиться строить проекции точек на плоскостях проекций.

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru [www/biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов,-2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения резьбовых соединений и их обозначение
- простановка размеров;
- аккуратность;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- при построении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не соблюдена толщина линий;
- при построении была допущена 1 существенная ошибка;

- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не верно выполнено задание;
- при построении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения

Предметы, которые мы видим: сооружения, машины, механизмы, детали - можно изображать на плоскости разными способами. Одним из этих способов является рисование. При рисовании предмет изображается от руки так, как это воспринимается нашим зрением или воображением. Рисунок передает форму предмета и его отдельные части с искажением, например деталь на рис. 80. По этому рисунку мы не можем получить точное представление о формах и размерах отверстий и отдельных элементах детали. Все круглые отверстия изображаются овалами. Поэтому такой передачей формы и размеров изделия пользуются в технике только для вспомогательных изображений.

В отличие от рисунка чертеж может передавать форму предмета не одним, а несколькими изображениями (проекциями, видами). При этом каждая отдельная проекция (вид) на чертеже изображает только одну сторону предмета. Такой вид изображения помогает точно установить формы и размеры изделия.

Чертежи выполняются методом прямоугольного проецирования с соблюдением ряда правил.

Рассмотрим существующие методы проецирования.

Способы изображения пространственных форм на плоскости рассматриваются и изучаются предметом, который называется начертательной геометрией.

На начертательной геометрии базируется проекционное черчение, которое является основой машиностроительного черчения. В проекционном черчении изучаются приемы изображения геометрических тел и их сочетаний.

Любую сложную форму детали машин можно представить как совокупность простейших геометрических тел или их частей. Поверхности деталей

машин представляют собой плоскости и другие поверхности, чаще всего поверхности вращения (цилиндрическая, коническая, сферическая, торовая, винтовая). Пример детали, ограниченной такими поверхностями, показан на рис. 5.1.

Изображение на плоскости предмета, расположенного в пространстве, полученное с помощью прямых линий — лучей, проведенных через каждую характерную точку предмета до пересечения этих лучей с плоскостью, называется **проекцией этого предмета на данную плоскость**.

Точки пересечения лучей с плоскостью называются проекциями точек предмета, а плоскость, на которую проецируются точки, — плоскостью проекций.

Если все лучи, называемые проецирующими прямыми, проводятся из одной точки (центра) O , то полученное на плоскости проекций изображение предмета называется его центральной проекцией.



Рис. 5.1

Центральная проекция предмета получается следующим образом: из точки схода лучей O (рис. 5.2, *a*), называемой центром проекций, проводят ряд проецирующих лучей через все наиболее характерные точки предмета до пересечения с плоскостью проекций V .

В результате получим изображение предмета, называемое его проекцией. Это изображение получается увеличенным - размеры изображения не

соответствуют действительным размерам предмета - и дает представление только о форме предмета, а не о его размерах. Поэтому центральные проекции в машиностроительных чертежах почти не применяются.

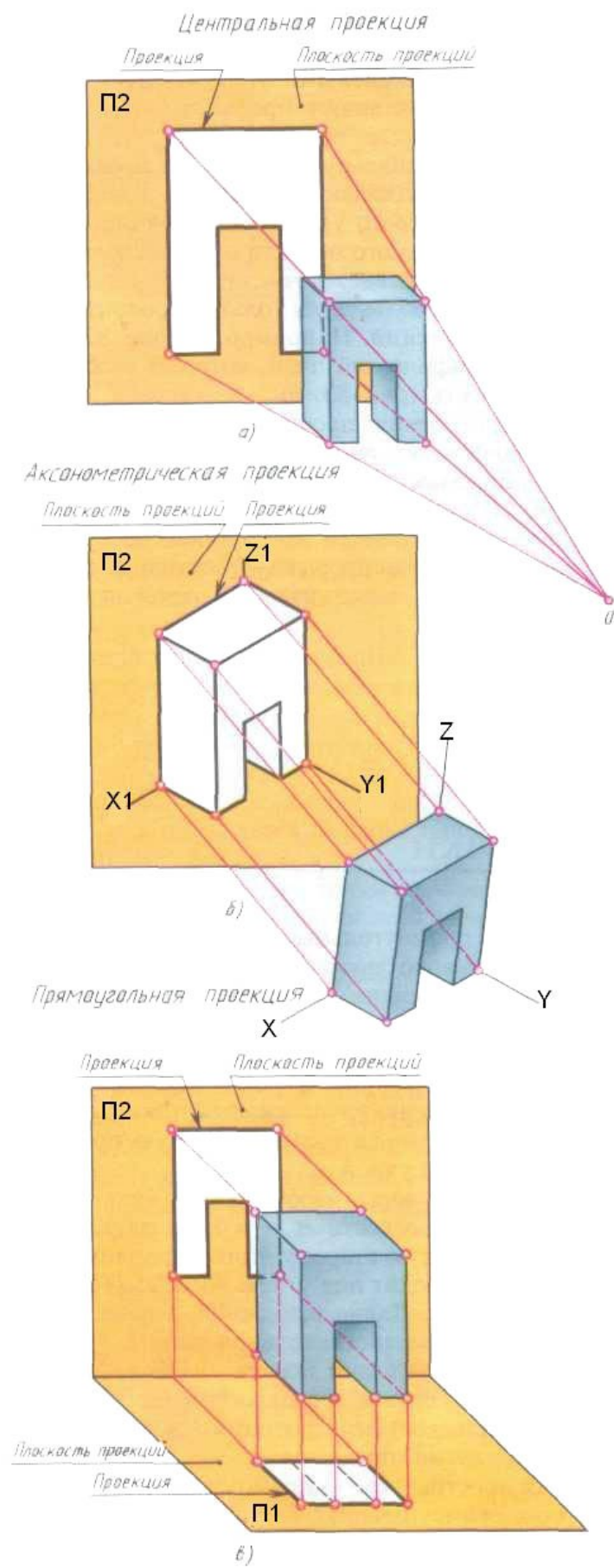


Рис. 5.2

АксонOMETрическая проекция предмета получается, если точку схода лучей (центр проецирования) мысленно перенести в бесконечность (отодвинуть от плоскости проекций бесконечно далеко).

При построении аксонOMETрической проекции предмет также помещается перед плоскостью проекций V , проецируют предмет вместе с осями x , y и z на эту плоскость. Проецирующие лучи проводят параллельно друг другу (рис. 5.2, б)).

АксонOMETрические проекции дают наглядное, но искаженное изображение предмета: прямые углы преобразуются в острые и тупые, окружности в эллипсы и т.д. В технике аксонOMETрические проекции применяются только в тех случаях, когда требуется выполнить наглядное изображение.

Прямоугольные (ортогональные) проекции. Здесь центр проекции также удален от плоскости проекций бесконечно далеко, проецирующие лучи параллельны и составляют с плоскостью проекций прямой угол (отсюда и название — прямоугольные проекции).

Производные чертежи выполняют в прямоугольных проекциях. Предмет располагают перед плоскостью проекций так, чтобы большинство его линий и плоских поверхностей были параллельны этой плоскости (рис. 5.2, в). Тогда эти линии и поверхности будут изображаться на плоскости проекций в действительном виде.

Изображение на одну плоскость V в общем случае не дает представления об объеме предмета, поэтому прямоугольные проекции выполняют не на одной плоскости проекций, а на двух (плоскости $P1$ и $P2$) или трех взаимно перпендикулярных плоскостях. По такому чертежу можно представить себе форму предмета и найти размеры всех элементов.

Проекция с числовыми отметками. В некоторых случаях применяют проекции с числовыми отметками, которые представляют собой прямоугольную (ортогональную) проекцию предмета на горизонтальную плоскость проекций, называемую плоскостью нулевого уровня. Расстояние каждой точки изображаемого объекта от плоскости нулевого уровня указывается числовой отметкой.

При этом используется только горизонтальная плоскость проекций. Например, на рис. 5.3, б) показан топографический план, который изображает возвышенность (рис. 5.3, а)).

Для построения профиля поверхности этой возвышенности все линии пересечения топографической поверхности с горизонталями переносят на чертеж. Точки с одинаковым расстоянием от нулевого уровня образуют непрерывную линию, в разрыве которой ставится число, равное расстоянию до нулевого уровня.

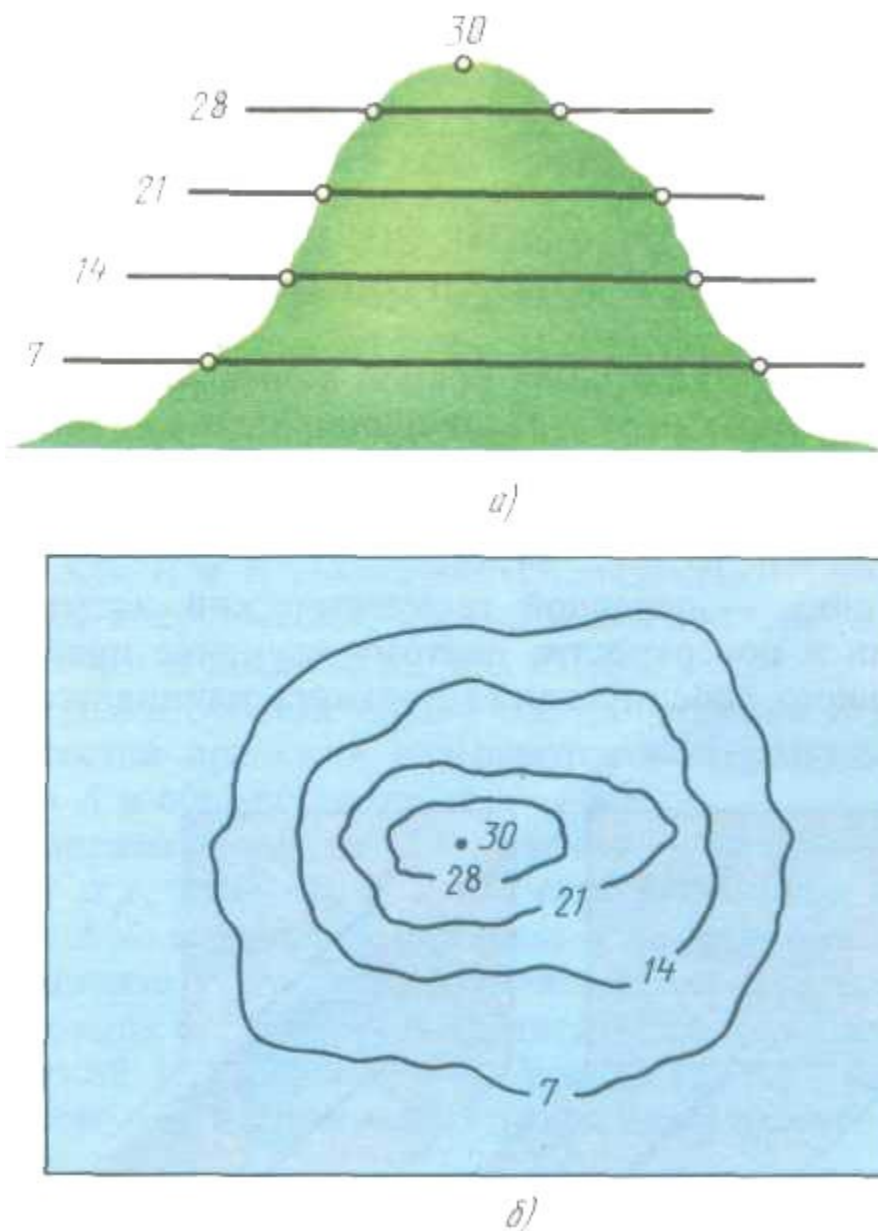


Рис. 5.3

ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ НА ДВЕ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

Образование отрезка прямой линии AA_1 можно представить как результат перемещения точки A в какой-либо плоскости Π_1 (рис. 5.4, *а*)), а образование плоскости - как перемещение отрезка прямой линии AB (рис. 5.4, *б*)).

Точка - основной геометрический элемент линии и поверхности, поэтому изучение прямоугольного проецирования предмета начинается с построения прямоугольных проекций точки.

В пространство двугранного угла, образованного двумя перпендикулярными плоскостями — фронтальной (вертикальной) плоскостью проекций Π_2 и горизонтальной плоскостью проекций Π_1 , поместим точку A (рис. 5.4, *а*)).

Линия пересечения плоскостей проекций Π_2 и Π_1 — прямая, которая называется осью проекций и обозначается буквой x .

Плоскость Π_2 здесь изображена в виде прямоугольника, а плоскость Π_1 — в виде параллелограмма. Наклонную сторону этого параллелограмма обычно проводят под углом 45° к его горизонтальной стороне. Длина наклонной стороны берется равной 0,5 ее действительной длины. Из точки A опускают перпендикуляры на плоскости Π_2 и Π_1 . Тогда точка пересечения перпендикуляров с плоскостями проекций Π_2 и Π_1 являются прямоугольными проекциями точки A . Фигура $Aaax'$ в пространстве — прямоугольник. Сторона aa_x этого прямоугольника на наглядном изображении уменьшается в 2 раза.

Совместим плоскости Π_1 с плоскостью Π_2 , вращая Π_2 вокруг линии пересечения плоскостей x .

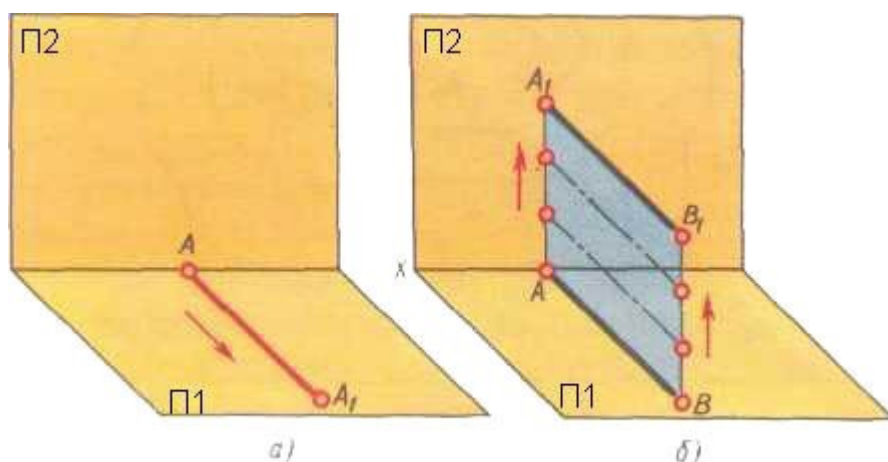


Рис. 5.4

В результате получается комплексный чертеж точки A (рис. 84, б)).

Для упрощения комплексного чертежа границы плоскостей проекций Π_2 и Π_1 не указывают (рис. 5.5, б)).

Перпендикуляры, проведенные из точки A к плоскостям проекций, называются **проецирующими линиями**, а основания этих проецирующих линий — точки A_1 и A_2 — называются проекциями точки A : A_2 — фронтальная проекция точки A , а — горизонтальная проекция точки A .

Линия $a'a$ называется **вертикальной линией** проекционной связи.

Расположение проекции точки на комплексном чертеже зависит от положения этой точки в пространстве. Если точка A лежит на горизонтальной плоскости проекций Π_1 (рис. 5.6, а)), то ее горизонтальная проекция A_1 совпадает с заданной точкой, а фронтальная проекция A_2 располагается на

оси x . При расположении точки B на фронтальной плоскости проекций Π_2 ее фронтальная проекция совпадает с этой точкой, а горизонтальная проекция лежит на оси x . Горизонтальная и фронтальная проекции заданной точки C , лежащей на оси x , совпадают с этой точкой. Комплексный чертеж точек A , B и C показан на рис. 5.6, б).

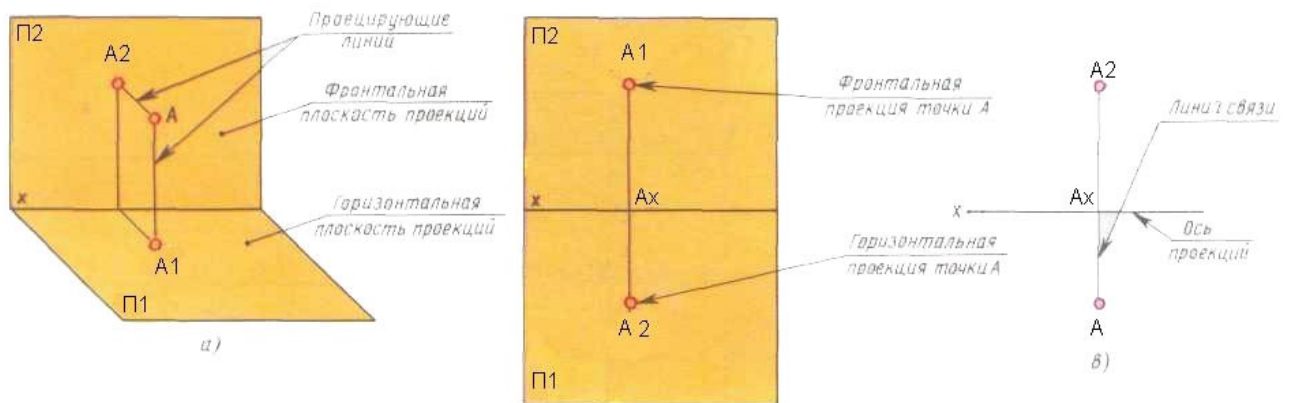


Рис. 5.5

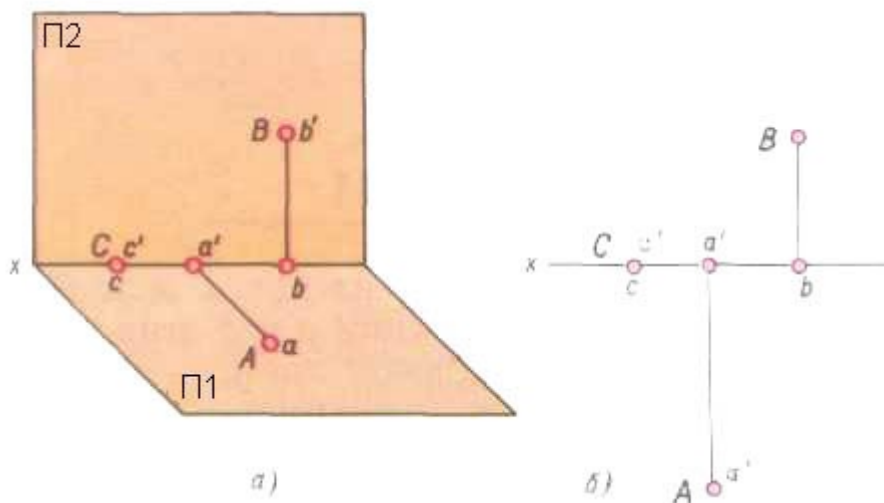


Рис. 5.6

ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ НА ТРИ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

В тех случаях, когда по двум проекциям нельзя представить себе форму предмета, его проецируют на три плоскости проекций. В этом случае вводится профильная плоскость проекций Π_3 , перпендикулярная плоскостям Π_2 и Π_1 . Наглядное изображение системы из трех плоскостей проекций дано на рис. 5.7, а).

Ребра трехгранного угла (пересечение плоскостей проекций) называются осями проекций и обозначаются x , y и z . Пересечение осей проекций называется началом осей проекций и обозначается буквой O . Опустим из точки A перпендикуляр на плоскость проекций Π_3 и, отметив основание перпендикуляра буквой A_3 , получим профильную проекцию точки A .

Для получения комплексного чертежа точки A плоскости Π_1 и Π_3 совмещают с плоскостью Π_2 , вращая их вокруг осей Ox и Oz . Комплексный чертеж точки A показан на рис. 5.7, б) и в).

Отрезки проецирующих линий от точки A до плоскостей проекций называются координатами точки A и обозначаются: x_A , y_A и z_A .

Например, координата z_A точки A , равная отрезку A_2A_x (рис. 5.8, а) и б)), есть расстояние от точки A до горизонтальной плоскости проекций Π_1 . Координата y точки A , равная отрезку a_{ax} , есть расстояние от точки A до фронтальной плоскости проекций Π_2 . Координата x_A , равная отрезку a_{ay} , - расстояние от точки A до профильной плоскости проекций Π_3 .

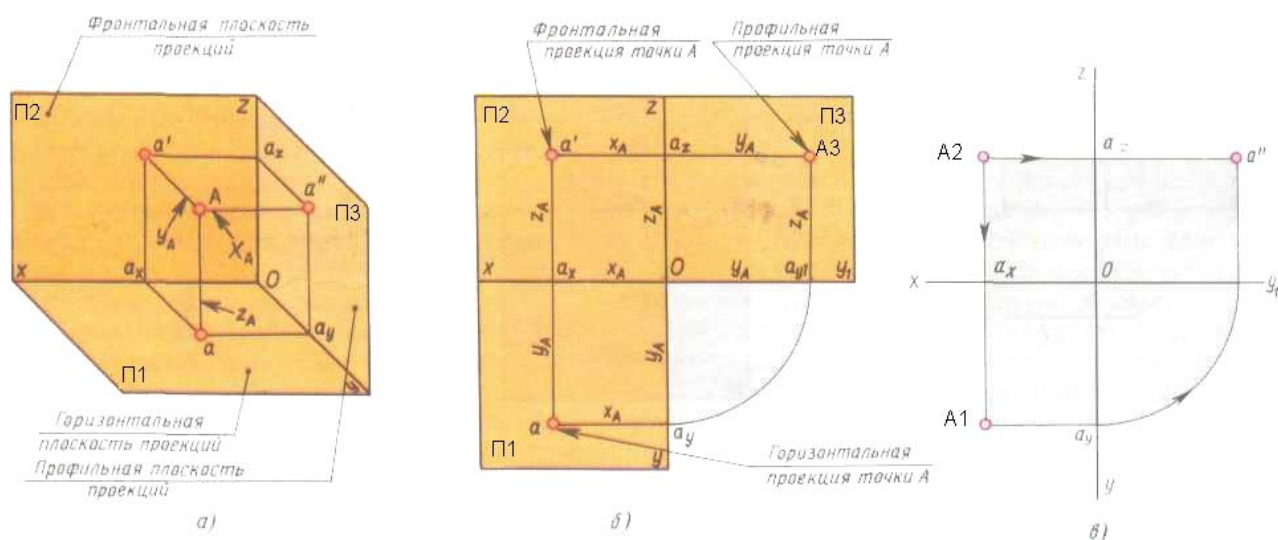


Рис. 5.7

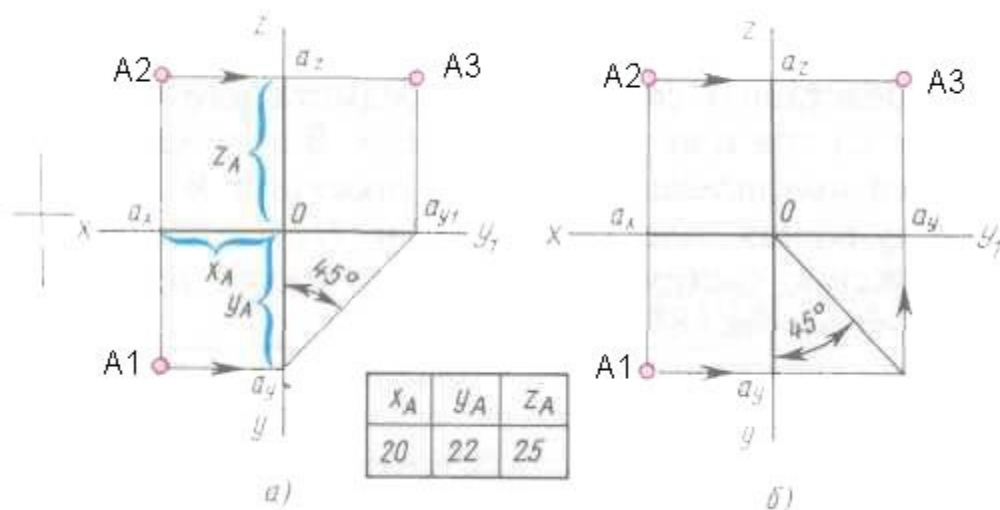


Рис. 5.8

Таким образом, расстояние между проекцией точки и осью проекции определяют координаты точки и являются ключом к чтению ее комплексного чертежа. По двум проекциям точки всегда можно определить все три координаты точки.

Если заданы координаты точки A (например, $x_A = 20$ мм, $y_A = 22$ мм и $z_A = 25$ мм), то можно построить три проекции этой точки.

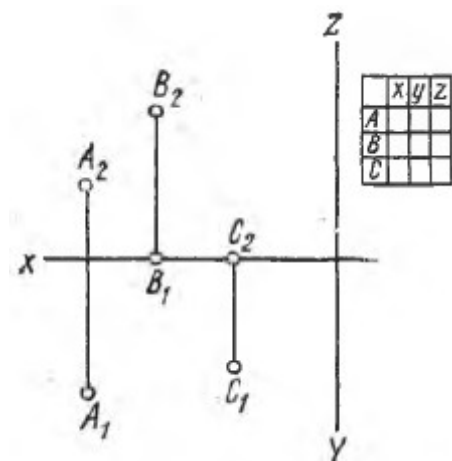
Для этого от начала координат O по направлению оси Oz откладывают вверх координату z_A и вниз координату y_A . Из концов отложенных отрезков — точек a_z и a_y (рис. 5.8, a) — проводят прямые, параллельные оси Ox , и на них откладывают отрезки, равные координате x_A . Полученные точки A_2 и A_1 — фронтальная и горизонтальная проекции точки A .

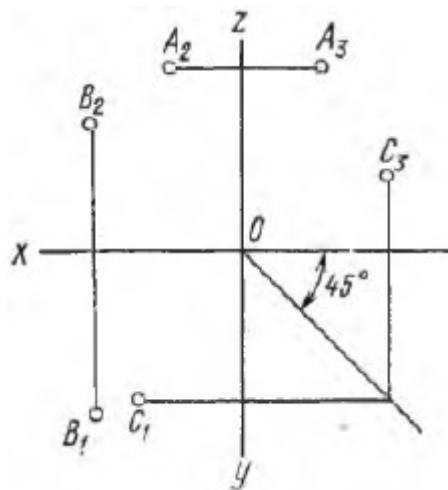
По двум проекциям A_2 и A_1 точки A построить ее профильную проекцию можно тремя способами:

- 1) из начала координат O проводят вспомогательную дугу радиусом Oa_y , равным координате y_A (рис. 5.7, b) и b)), из полученной точки a_x проводят прямую, параллельную оси Oz , и откладывают отрезок, равный z_A ;
- 2) из точки a_y проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси Oy (рис. 5.8, a)), получают точку a_{y1} и т.д.;
- 3) из начала координат O проводят вспомогательную прямую под углом 45° к оси Oy (рис. 5.8, b)), получают точку a_{y1} и т.д.

ЗАДАНИЯ

1. По заданным координатам точек A ($x = 10$, $y = 15$, $z = 25$), B ($x = 20$, $y = 25$, $z = 10$), C ($x = 30$, $y = 10$, $z = 0$), D ($x = 40$, $y = 0$, $z = 30$) построить их горизонтальную и фронтальную проекции.
2. Определить координаты точек A , B и C в миллиметрах, записать в таблицу (рис. 27).
3. Построить третьи проекции точек A , B и C (рис. 28).





4. Построить косоугольную диметрию (кабинетную проекцию) точек A , B , C и D , координаты которых у к а з а ны в задаче 1.
5. Построить косоугольную диметрию точек L , B и C из задачи 2.
6. Построить косоугольную диметрию точек A , B и C из задачи 3.

Практическое занятие № 6

Тема: Построение проекций прямых.

Цели работы: Научиться строить проекции прямых на фронтальной, горизонтальной, профильной плоскостях.

Форма работы: графическая работа.

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru [www/biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов, -2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения проекций;
- построение секущих плоскостей;
- выбор значение соответственно варианту
- линии пересечения построены лекалом по построенным точкам;
- аккуратность;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- не обозначены плоскости и точки,
- при построении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не соблюдена толщина линий;
- не точное построение линий пересечения;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не верно выполнено задание;
- при построении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Методические указания: **ГОСТ – 2.303 – 68.**

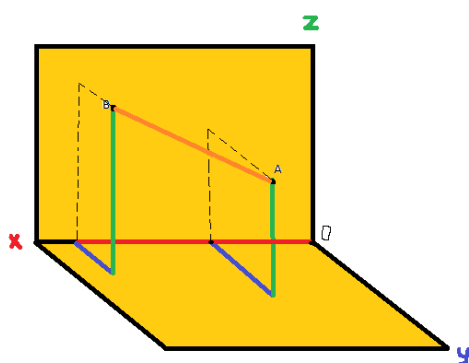
Успешное усвоение основных положений теории начертательной геометрии и развитие необходимого для будущего инженера пространственного представления немислимы без приобретения умений и навыков в решении задач на чертеже. При этом необходимо отрабатывать те графические приемы, которые многократно используются при решении различных типов задач (например, построение третьей проекции точки по двум данным, построение недостающей проекции точки, принадлежащей прямой линии, плоскости и поверхности, построение прямой уровня в плоскости и др.). Особое внимание следует уделять качеству графических построений, точности и аккуратности в проведении всех линий, в выполнении всех необходимых обозначений. При возникновении трудностей в понимании материала полезно прибегать к моделированию изучаемых графических фигур. Только систематическое и последовательное изучение всех разделов курса в сочетании с многократным решением типовых задач может служить основой приобретения прочных знаний.

Знание построения проекций точек дает возможность освоить построение проекций отрезка прямой линии. Форму любого геометрического объекта определяет совокупность точек, связанный между собой отрезками прямой линии. В теории начертательной геометрии отрезок рассматривается как элемент сложных конструкций. В зависимости от положения прямой относительно плоскостей проекций различают прямые общего положения и прямые частного положения.

Прямая, не параллельная ни одной из плоскостей проекции, называется прямой общего положения. Она проецируется с искажением ее размера. Прямой уровня – прямые, параллельные одной из плоскостей проекции, на которую они проецируются в натуральную величину.

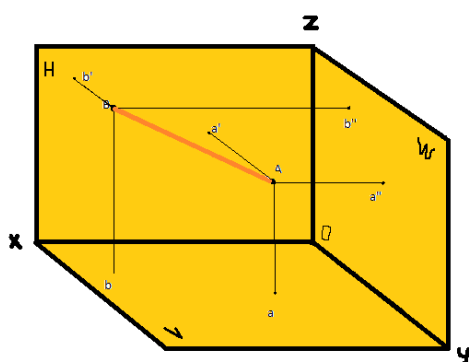
Учимся строить проекцию прямой:

1. Отрезок прямой линии определяется двумя конечными точками, соединенными прямой. Поэтому для построения проекций отрезка прямой АВ необходимо спроецировать на плоскости проекций конечные точки А и В.



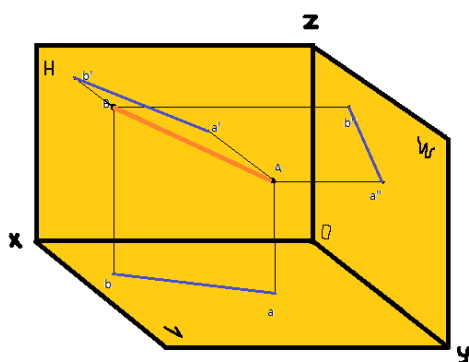
6.1.

Далее необходимо опустить из двух точек (А и В), которые принадлежат заданной прямой, перпендикуляры на плоскости H, V, W.

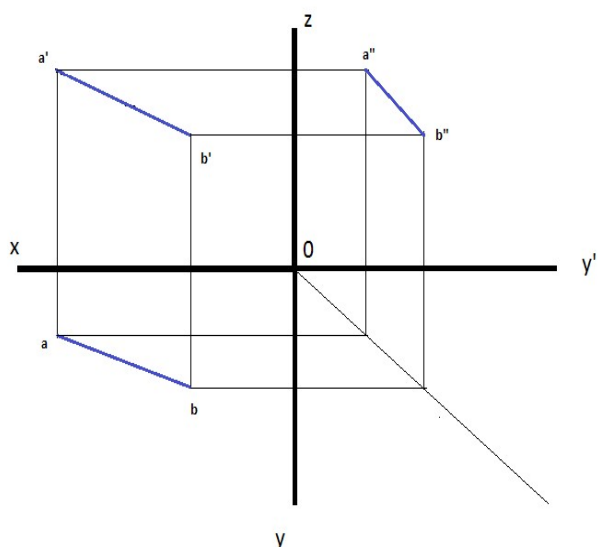


6.2.

Перпендикуляры пересекают плоскости в некоторых точках: H – a' и b' ; V – a'' и b'' ; W – a''' и b''' ; Отметим их и соединим отрезком. Это и будет прямоугольной проекцией данной линии на плоскость.

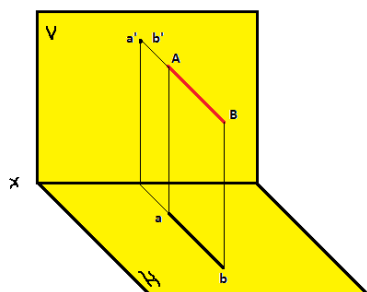


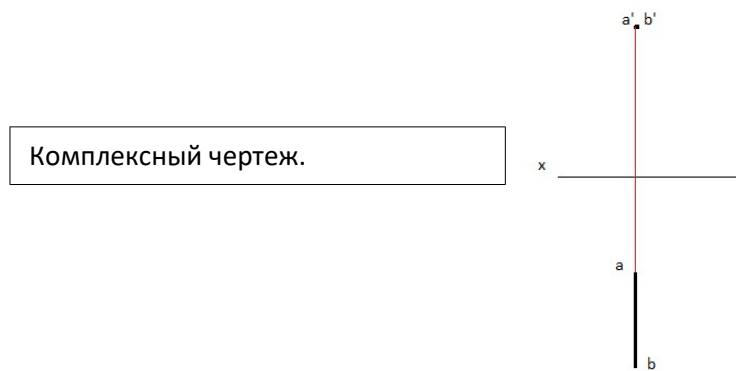
4. Плоскости проекций H и W поворачивают до совмещения с плоскостью V и получают комплексный чертеж отрезка прямой линии AB .



Рассмотрим различные случаи расположения отрезков прямой линии относительно плоскостей проекций H , V , W .

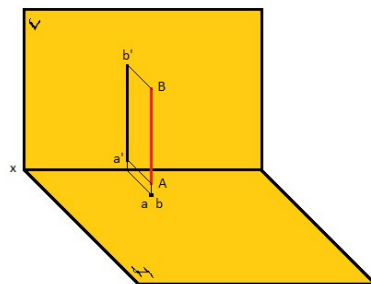
1. Прямая перпендикулярна плоскости V , называется **фронтально-проецирующей прямой**.



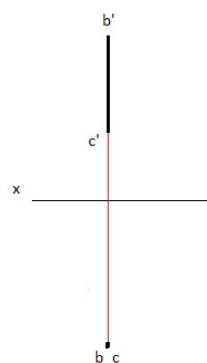


Как видно, горизонтальная проекция ab перпендикулярна оси x и по длине равна отрезку AB , а фронтальная проекция $a'b''$ является точкой.

2. Прямая перпендикулярная плоскости H называется **горизонтально-проеци-**

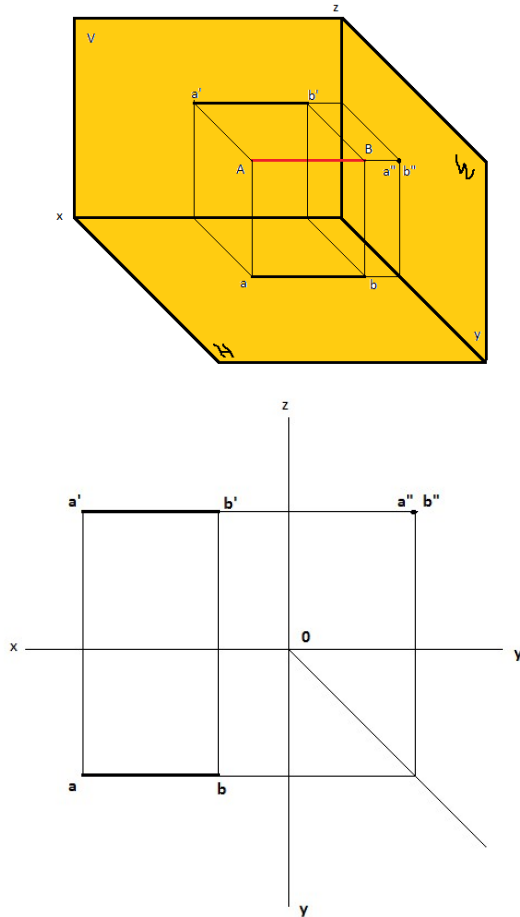


рующей прямой.



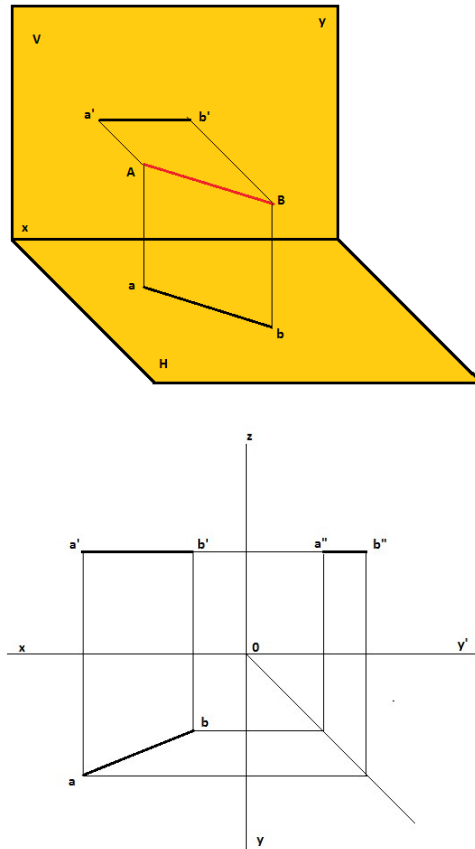
Из комплексного чертежа отрезка ВС видно, что фронтальная проекция $b's'$ перпендикулярна оси x и по длине равна отрезку ВС, а горизонтальная проекция bs является точкой.

3. Прямая, перпендикулярная плоскости W , называется **профильно-проецирующей прямой**.



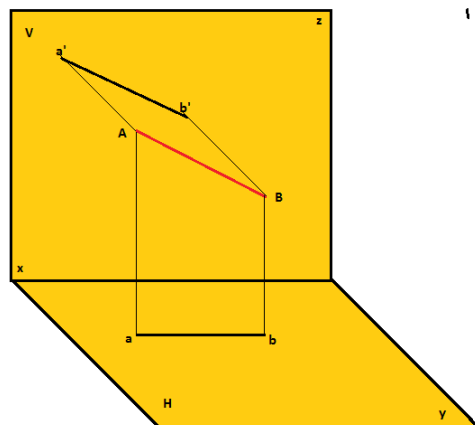
На комплексном чертеже обе проекции отрезка АВ – фронтальная и горизонтальная – параллельны оси x и по длине равны отрезку АВ. Профильная проекция $a''b''$ отрезка АВ – точка.

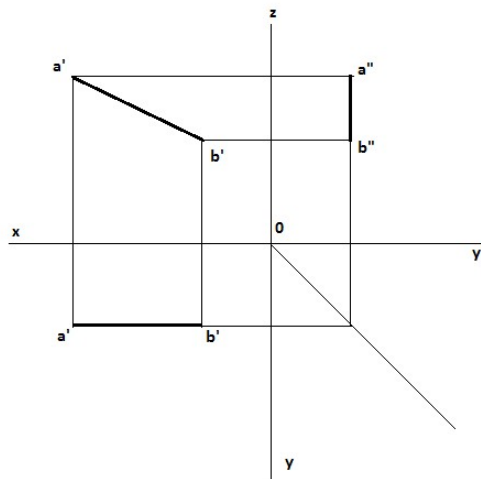
4. Прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций, называется **горизонтальной прямой**.



На комплексном чертеже горизонтали АВ видно, что фронтальная $a'b'$ и профильная $a''b''$ параллельны соответственно осям проекций Ox и Oy' . Горизонтальная проекция ab горизонтали АВ расположена под углом к оси Ox и равна длине отрезка АВ.

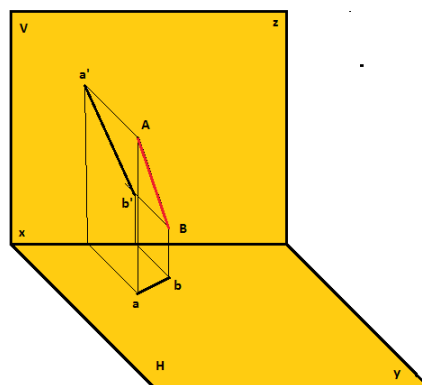
5. Прямая, параллельная плоскости V , называется **фронтальной прямой**.

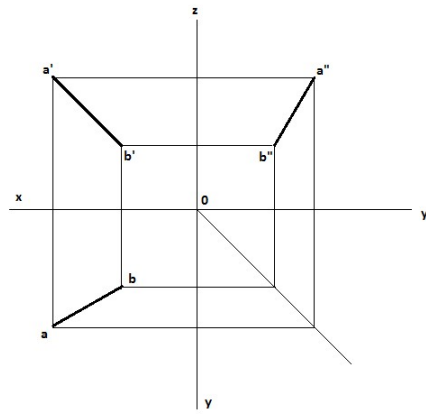




Горизонтальная проекция ab фронтали AB параллельна оси Ox . Фронтальная проекция $a'b'$ фронтали наклонена к оси Ox и равна действительной длине отрезка AB . Профильная проекция $a''b''$ фронтали AB параллельна оси Oz .

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



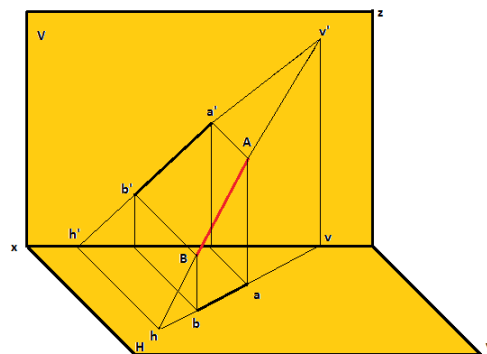


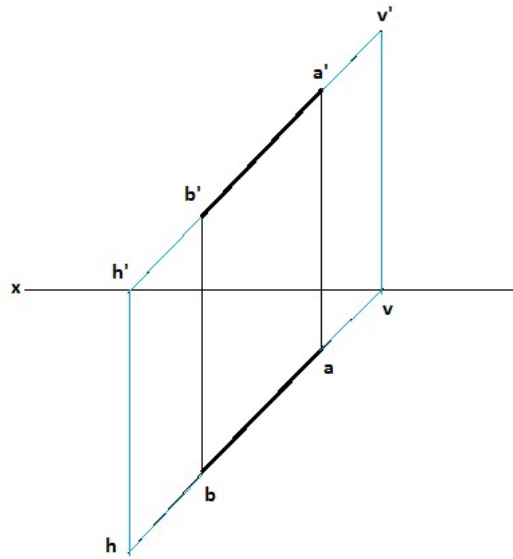
Следы прямой линии

Следом прямой линии называется точка пересечения прямой с плоскостью проекций. Для того, чтобы найти фронтальный след прямой АВ необходимо продолжить ее горизонтальную проекцию ab до пересечения с осью x в точке v , а затем из точки x и найти точку v' пересечения этого перпендикуляра с продолжением фронтальной проекции отрезка.

Тогда v' искомый фронтальный след прямой АВ.

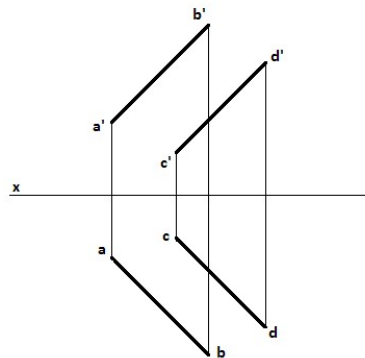
Точка h' – фронтальная проекция горизонтального следа.



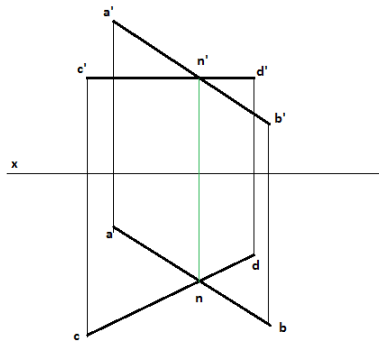


Взаимное расположение двух прямых на комплексном чертеже

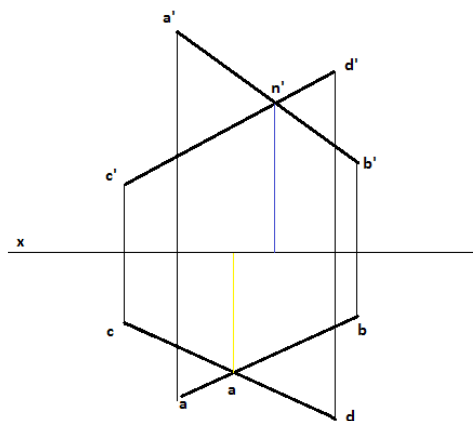
Если прямые параллельны в пространстве, то их одноименные проекции параллельны. Такие проекции отрезка называются параллельными.



Если прямые пересекаются в точке A , то их одноименные проекции тоже пересекаются; при этом проекции пересечения A обязательно располагаются на одном перпендикуляре к оси.



Если точки пересечения проекций прямых n' и a' не расположены на одном перпендикуляре к оси x , то прямые скрещивающиеся.



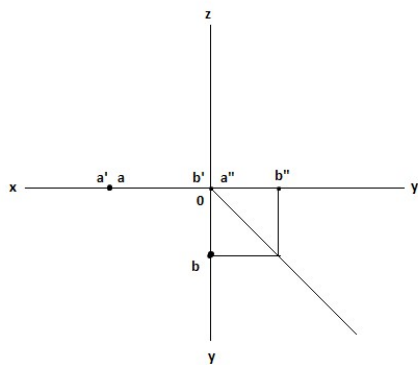
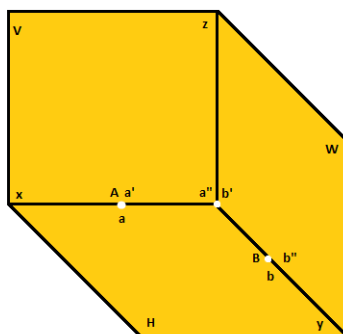
Указание по выполнению работы: по аналогии с рассмотренным примером

Условие задания

Задание 1.

Построить наглядное изображение и комплексный чертеж точек A и B . Определить положение точек относительно плоскостей проекций.

Отмечаем точки AB на осях по заданным координатам. Их проекции будут лежать на той же плоскости, что и точки. Затем чертим комплексный чертеж, точки располагаем исходя из данных в таблице.



Номер варианта	Координаты					
	A			B		
	x	y	z	x	y	z
1	45	0	0	0	0	54
2	0	0	20	30	0	0
3	0	0	12	23	0	0
4	12	34	0	35	0	0
5	10	0	0	0	5	0
6	34	0	0	0	0	18
7	0	8	0	0	23	0
8	0	0	23	24	0	0
9	0	0	4	0	0	14
10	42	0	0	0	0	36
11	0	0	11	0	0	13
12	13	0	0	45	0	0

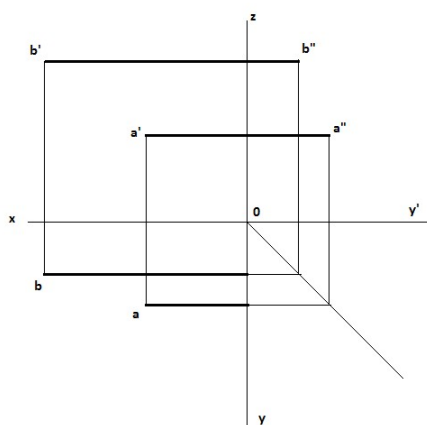
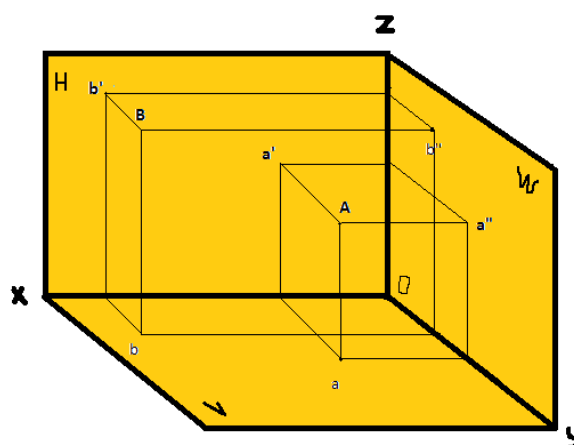
13	0	0	22	0	0	26
14	32	0	0	33	0	0
15	0	0	23	53	0	0
16	24	0	0	0	0	22

Задание 2.

По заданным координатам концов отрезка АВ построить его наглядное изображение и комплексный чертеж. Определить положение отрезка относительно плоскостей проекции.

Отмечаем точки А и В на плоскости исходя из данных нам в таблице координат. Опускаем перпендикуляры на все три оси и достраиваем прямоугольники. Вершины находящиеся в пространстве отмечаем заглавными буквами А и В, там где перпендикуляр соединяется с плоскостью Н будут точки b' , a' , с плоскостью W – a'' , b'' , с плоскостью Н – a , b .

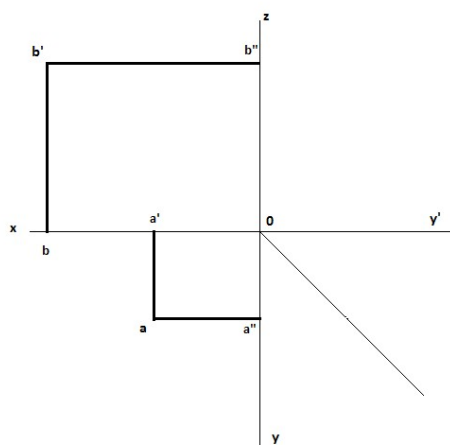
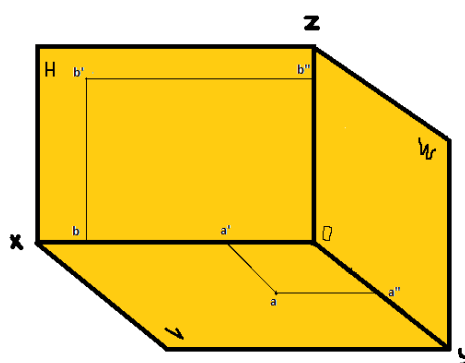
Комплексный чертеж делаем также в зависимости от расположения точек на осях.



Номер варианта	Координаты					
	А			В		
	x	y	z	x	y	z
1	45	51	25	35	14	54
2	10	35	20	30	26	25
3	20	51	12	23	43	35
4	12	34	26	35	41	54
5	10	6	20	26	5	16
6	34	24	20	45	35	18
7	40	8	36	12	23	24
8	32	56	23	24	33	5
9	17	15	4	9	55	14
10	42	40	32	12	32	36
11	6	22	11	24	34	13
12	13	5	35	45	5	53
13	54	4	22	54	6	26
14	32	13	55	33	9	25
15	11	43	23	53	30	45
16	24	32	43	24	34	22

Задание 3.

Отмечаем точки по заданным координатам. Например, нам дано $b - x - 45 \text{ mm}$, откладываем ее по оси x . Из этой же точки поднимаем перпендикуляр, равный заданному координату z . Комплексный чертеж делаем эквивалентно этому.



Номер варианта	Координаты					
	А			В		
	x	y	z	x	y	z
1	32	40	25	10	6	46
2	14	15	20	30	44	25
3	26	11	13	42	23	24
4	15	46	37	35	11	5
5	16	6	45	24	5	11
6	32	4	20	53	54	8
7	35	22	32	24	23	4
8	22	36	44	33	35	6
9	12	15	6	7	5	11
10	22	40	13	13	36	15
11	35	24	55	32	30	24
12	41	42	24	46	5	14
13	32	4	24	24	6	6
14	32	43	52	33	9	24
15	12	27	22	35	14	53
16	11	12	31	22	24	36

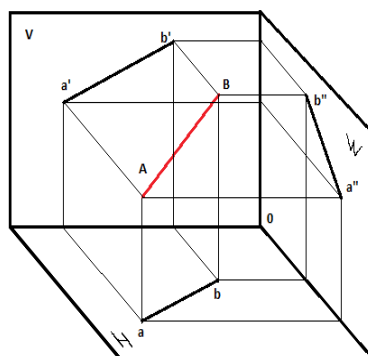
Задание 4.

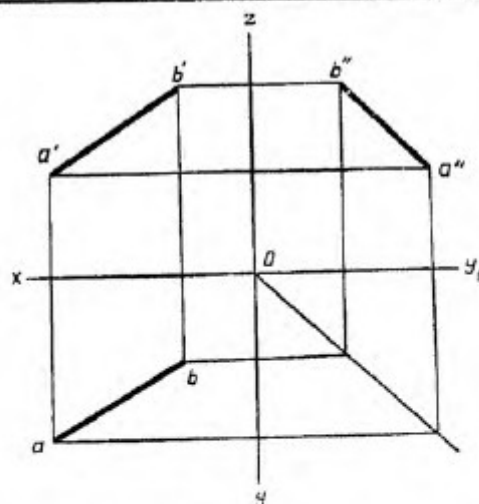
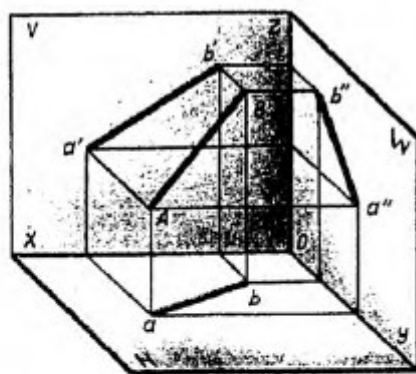
По заданным координатам построить комплексный чертеж и проекции на все три плоскости отрезка АВ.

Отмечаем точки А и В на плоскости исходя из данных нам в таблице координат. Опускаем перпендикуляры на все три оси и достраиваем прямоугольники. Вершины находящиеся в пространстве отмечаем заглавными буквами А и В, там где перпендикуляр соединяется с плоскостью Н будут точки b' , a' , с плоскостью W – a'' , b'' , с плоскостью Н – a , b .

Соединяем точки А и В и получаем отрезок, проекции которого нужно построить. Для того, чтобы построить горизонтальную проекцию, соединяем точки a и b , фронтальную – точки a' и b' , профильную – точки a'' и b'' .

Отрезки в комплексном чертеже строим в зависимости от расположения их начальных и конечных точек на осях.





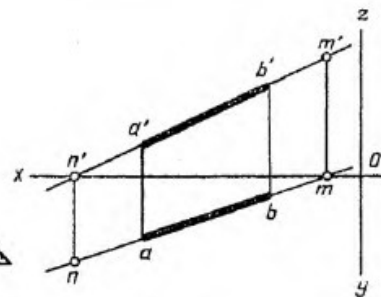
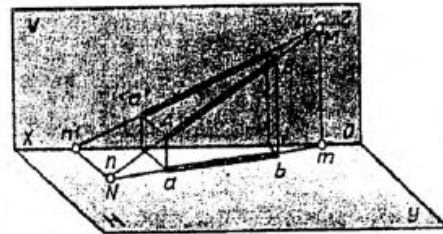
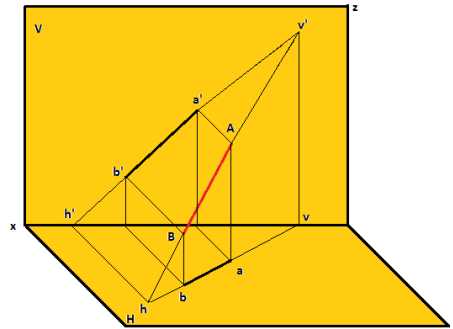
№ варианта	Координаты					
	A			B		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	40	10	10	10	20	20
2	40	5	20	9	29	35
3	37	30	5	5	5	25
4	41	0	0	10	30	30
5	39	0	30	9	30	5
6	43	15	15	13	36	40
7	39	35	0	8	10	35
8	43	6	6	12	38	38
9	40	5	40	0	30	0
10	42	30	5	12	10	35
11	46	10	10	15	35	40
12	38	8	38	13	30	5
13	36	36	9	5	8	35
14	45	30	20	15	10	40
15	44	10	40	14	35	5
16	38	35	35	10	10	0
17	42	12	10	10	40	40
18	40	36	0	8	10	35
19	38	32	5	5	5	26
20	40	38	38	10	10	0
21	48	8	9	14	36	36
22	38	38	0	5	5	35
23	46	30	20	10	10	45
24	40	35	35	10	10	0
25	40	40	5	8	10	35
26	50	10	10	15	40	40
27	50	40	10	10	10	40
28	45	10	40	15	35	5
29	41	6	5	10	30	30
30	50	5	10	10	50	40

По заданным координатам концов отрезка AB построить его наглядное изображение и комплексный чертеж. Определить положение отрезка относительно плоскостей проекций.

Задание 5.

Построить следы прямой линии и ее комплексный чертеж.

Строим отрезок АВ. Для того, чтобы найти фронтальный след прямой АВ необходимо продолжить ее горизонтальную проекцию ab до пересечения с осью x в точке v , а затем из точки x и найти точку v' пересечения этого перпендикуляра с продолжением фронтальной проекции отрезка. В комплексном чертеже сначала строим проекции отрезка, потом продолжением отрезков находим их след.



№ варианта	Координаты					
	A			B		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	45	13	6	17	3	24
2	40	20	10	15	5	30
3	48	20	8	20	4	28
4	40	18	9	12	4	29
5	51	24	12	21	6	32
6	40	20	8	15	6	22
7	42	22	10	15	6	30
8	44	26	8	15	6	28
9	46	22	12	14	4	28
10	48	20	10	17	4	28
11	45	14	8	18	4	30
12	48	18	10	16	4	40
13	56	26	8	20	6	28
14	48	16	9	15	4	32
15	50	20	7	20	4	20
16	48	22	10	22	6	30
17	29	23	11	23	7	31
18	51	25	11	22	7	31
19	41	21	9	16	7	29
20	47	21	13	17	5	27
21	46	14	8	17	4	30
22	41	17	9	17	4	39
23	57	27	8	21	7	27
24	50	16	10	16	5	30
25	26	21	9	22	7	29
26	50	22	9	22	7	28
27	42	18	10	16	4	40
28	47	17	9	15	4	30
29	47	22	10	22	6	30
30	50	20	6	19	4	9

По заданным координатам концов отрезка АВ построить его наглядное изображение и комплексный чертеж. Найти следы М и N прямой.

Задание 6.

По заданным координатам концов отрезков АВ и CD построить комплексный чертеж. Определить взаимное расположение отрезков.

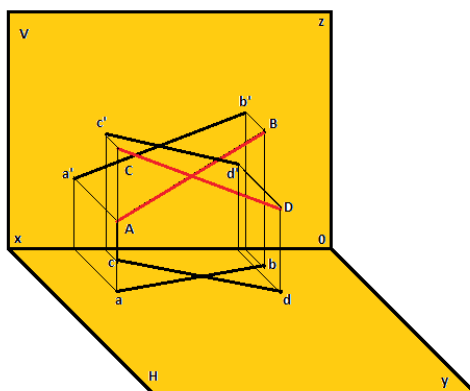
Отмечаем точки А и В на плоскости исходя из данных нам в таблице координат. Опускаем перпендикуляры на все три оси и достраиваем прямоугольники. Вершины находящиеся в пространстве отмечаем заглавными буквами А и В, там где перпендикуляр соединяется с плоскостью Н будут точки b' , a' , с плоскостью В – a , b .

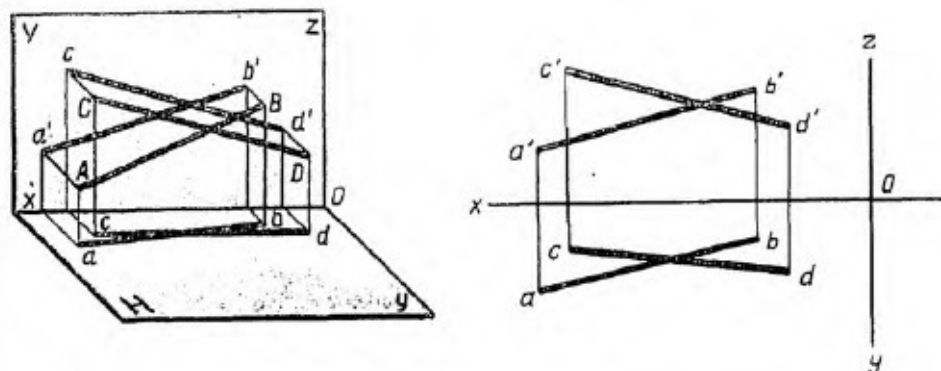
Соединяем точки А и В и получаем отрезок, проекции которого нужно построить.

Для того, чтобы построить горизонтальную проекцию, соединяем точки a и b , фронтальную – точки a' и b' .

Достраиваем отрезок CD аналогично!

Затем чертим комплексный чертеж. И определяем взаимное расположение отрезков.





№ варианта	Координаты											
	A			B			C			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	55	5	20	15	20	5	45	20	10	10	7	20
2	45	20	25	10	4	5	50	7	8	7	8	25
3	50	17	12	12	22	23	55	6	4	15	11	14
4	55	4	22	15	21	6	45	20	9	10	8	20
5	56	5	20	15	20	5	46	20	10	10	8	20
6	46	20	26	10	5	5	50	8	8	8	7	25
7	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
8	54	6	20	16	20	5	46	20	10	10	8	20
9	58	6	20	16	20	5	44	19	10	10	10	20
10	45	20	25	10	4	5	50	7	8	8	8	25
11	52	17	13	12	14	23	55	60	4	15	11	14
12	54	6	20	16	20	6	45	20	10	10	8	20
13	60	10	20	18	20	5	45	19	10	12	12	20
14	46	19	25	10	5	5	10	7	8	8	7	24
15	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
16	52	17	13	12	22	23	56	6	4	16	11	14
17	55	5	20	20	20	6	48	20	10	15	10	20
18	45	20	25	10	6	6	10	7	7	8	7	24
19	52	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
20	46	20	24	10	5	5	52	7	8	3	8	25
21	56	6	20	22	20	7	45	20	10	16	7	18
22	45	20	26	10	7	7	10	7	7	8	8	24
23	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
24	45	20	25	10	4	5	52	7	8	7	7	25
25	55	7	18	20	18	8	44	18	10	17	7	18
26	46	18	25	10	7	6	45	8	6	7	7	25
27	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
28	45	20	25	10	4	5	50	7	8	7	8	25
29	56	8	19	20	18	8	45	18	8	16	8	20
30	45	19	25	10	7	7	45	8	8	7	7	25

По заданным координатам концов отрезков AB и CD построить комплексный чертеж. Определить взаимное положение отрезков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии [Текст] / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высшая школа, 1998.
 2. Локтев, О.В. Краткий курс начертательной геометрии / О.В. Локтев. – М.: Высшая школа, 1999.
- Новичихина Л. И. Черчение. Учебное пособие для колледжей.

Контрольные вопросы

1. Какие линии называются проецирующими линиями?
2. В каком случае прямая перпендикулярна плоскости?
3. Сколько прямых и сколько плоскостей, перпендикулярных данной плоскости, можно провести через точку пространства?
4. Что называется следом прямой?
5. Как строятся отрезки в комплексном чертеже?

Практическое занятие № 7

Тема: Изображение плоскости на комплексном чертеже. Следы плоскости.

Цели работы:

- 1) Изучение плоскости и ее возможных положений на комплексном чертеже;
- 2) Узнать что такое следы плоскости и научиться их находить и вычерчивать.

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru [www/biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов,-2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки: Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения проекций с соблюдением ГОСТ 2.303, 2.304;
- построение секущих плоскостей их обозначение;
- точное построение фигуры сечения ;
- аккуратность;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- не обозначены секущие плоскости,
- при построении были допущены 1-2 несущественные ошибки, при построении точек пересечения, которые он исправляет после замечания преподавателя;

- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не соблюдена проекционные связи;
- не соблюдены ГОСТ 2.303, 2.304;
- при построении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не верно выполнено задание;
- при построении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения

Плоскость. Способы задания плоскостей

Плоскость – одно из основных понятий геометрии. При систематическом изложении геометрии понятие плоскость обычно принимается за одно из исходных понятий, которое лишь косвенным образом определяется аксиомами геометрии. Некоторые характеристические свойства плоскости: 1. Плоскость есть поверхность, содержащая полностью каждую прямую, соединяющую любые ее точки; 2. Плоскость есть множество точек, равноотстоящих от двух заданных точек.

Способы графического задания плоскостей Положение плоскости в пространстве можно определить:

1. Тремя точками, не лежащими на одной прямой линии (рис.7.1).

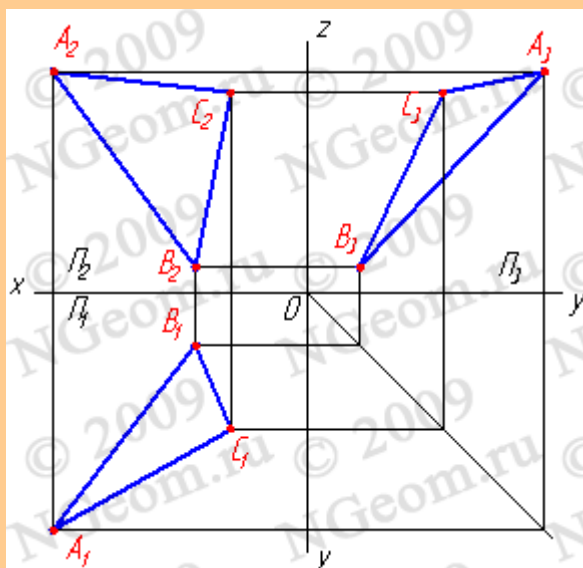


Рисунок 7.1 Плоскость заданная тремя точками, не лежащими на одной прямой

2. Прямой линией и точкой, не принадлежащей этой прямой (рис.6.2).

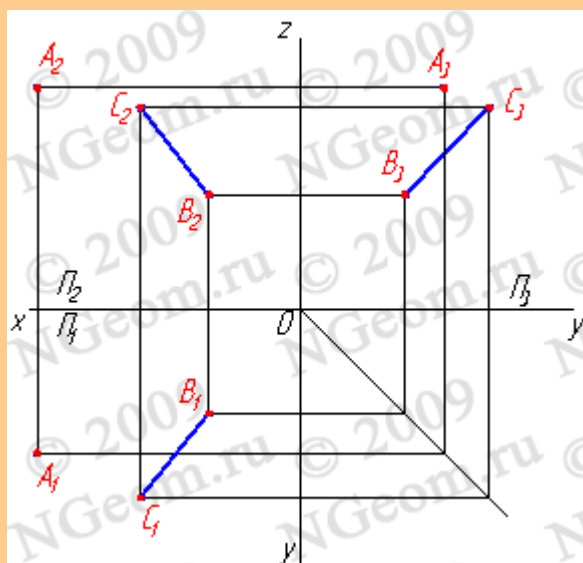


Рисунок 7.2 Плоскость заданная прямой линией и точкой, не принадлежащей этой линии

3. Двумя пересекающимися прямыми (рис.7.3).

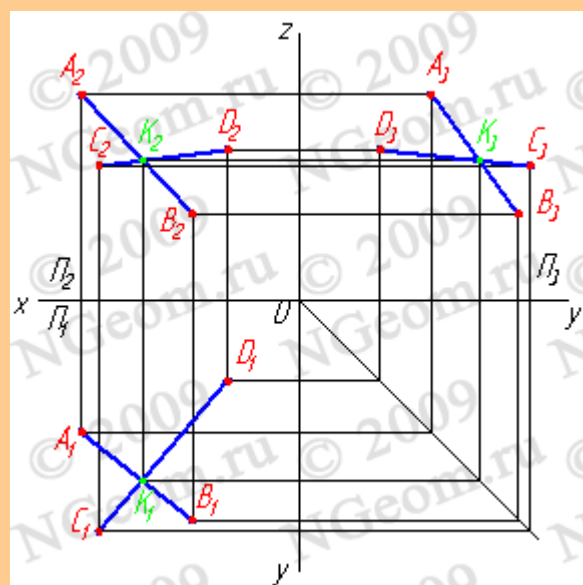


Рисунок 7.3 Плоскость заданная двумя пересекающимися прямыми

4. Двумя параллельными прямыми (рис.7.4).

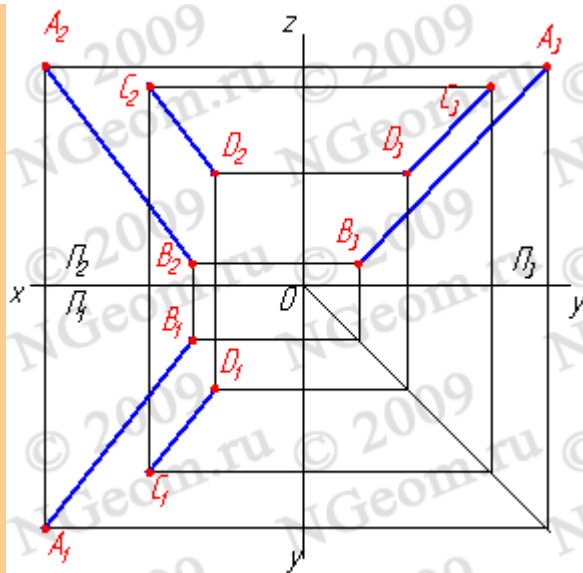


Рисунок 7.4 Плоскость заданная двумя параллельными прямыми линиями

Положение плоскости. Следы плоскости

Различное положение плоскости относительно плоскостей проекций

В зависимости от положения плоскости по отношению к плоскостям проекций она может занимать как общее, так и частные положения.

1. Плоскость не перпендикулярная ни одной плоскости проекций называется плоскостью общего положения. Такая плоскость пересекает все плоскости проекций (имеет три следа: - горизонтальный Σ_1 ; - фронтальный Σ_2 ; - профильный Σ_3). Следы плоскости общего положения пересекаются попарно на осях в точках a_x, a_y, a_z . Эти точки называются точками схода следов, их можно рассматривать как вершины трехгранных углов, образованных данной плоскостью с двумя из трех плоскостей проекций. Каждый из следов плоскости совпадает со своей одноименной проекцией, а две другие разноименные проекции лежат на осях (рис.7.1).

2. Плоскости перпендикулярные плоскостям проекций – занимают частное положение в пространстве и называются проецирующими. В зависимости от того, какой плоскости проекций перпендикулярна заданная плоскость, различают:

2.1. Плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций ($\Sigma \perp \Pi_1$), называется горизонтально-проецирующей плоскостью. Горизонтальная проекция такой плоскости представляет собой прямую линию, которая одновременно является её горизонтальным следом. Горизонтальные проекции всех точек любых фигур в этой плоскости совпадают с горизонтальным следом (рис.7.2).

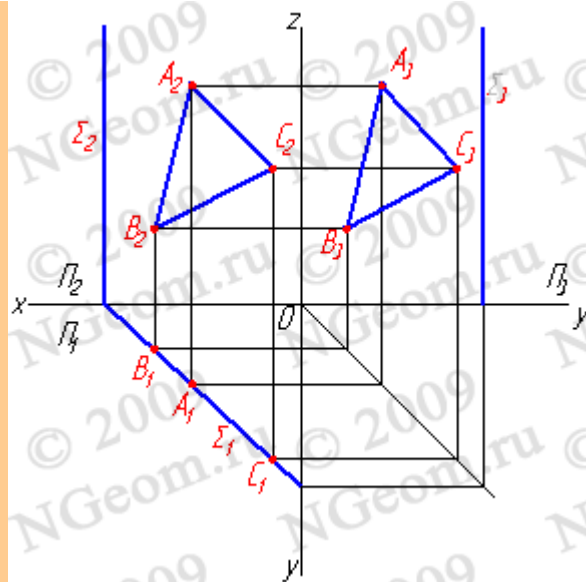


Рисунок 7.2 Горизонтально-проецирующая плоскость

2.2. Плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций ($\Sigma \perp \Pi_2$) - фронтально-проецирующая плоскость. Фронтальной проекцией плоскости Σ является прямая линия, совпадающая со следом Σ_2 (рис.7.3).

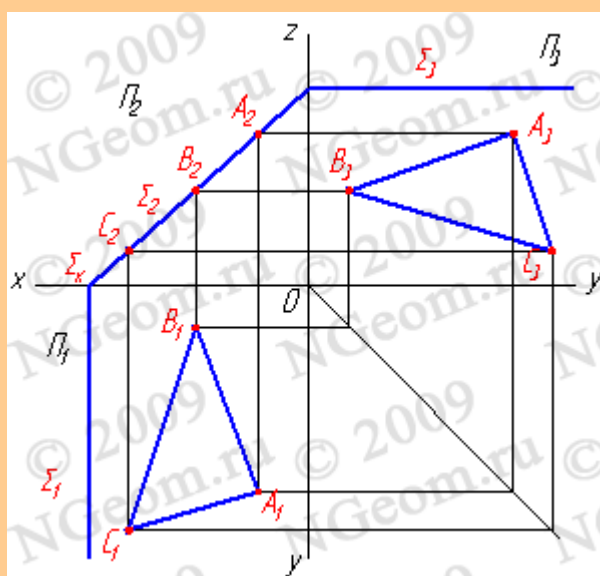


Рисунок 7.3 Фронтально-проецирующая плоскость

2.3. Плоскость, перпендикулярная профильной плоскости ($\Sigma \perp \Pi_3$) - профильно-проецирующая плоскость. Частным случаем такой плоскости является биссекторная плоскость (рис.7.4).

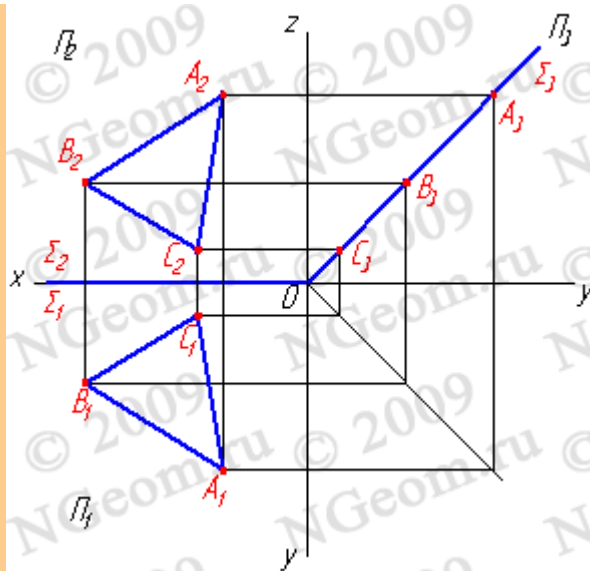


Рисунок 7.4 Профильно-проецирующая плоскость

3. Плоскости параллельные плоскостям проекций – занимают частное положение в пространстве и называются плоскостями уровня. В зависимости от того, какой плоскости параллельны исследуемая плоскость, различают:

3.1. Горизонтальная плоскость - плоскость параллельная горизонтальной плоскости проекций ($\Sigma // \Pi_1$) - ($\Sigma \wedge \Pi_2, \Sigma \wedge \Pi_3$). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_1 без искажения, а на плоскости Π_2 и Π_3 в прямые - следы плоскости Σ_2 и Σ_3 (рис.7.5).

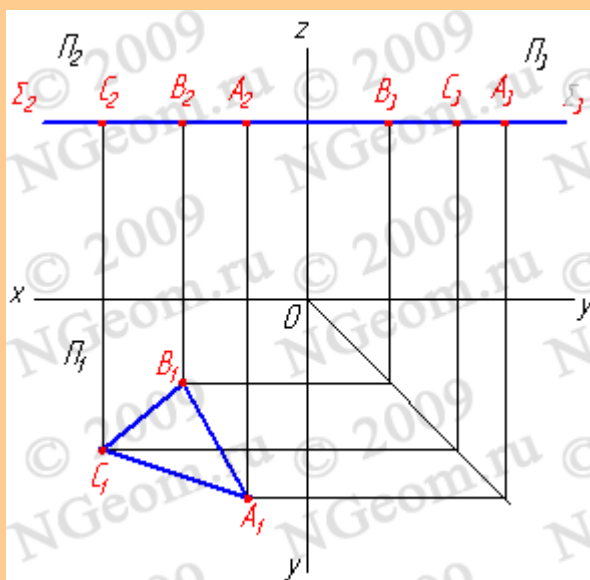


Рисунок 7.5 Горизонтальная плоскость

3.2. Фронтальная плоскость - плоскость параллельная фронтальной плоскости проекций ($\Sigma // \Pi_2$), ($\Sigma \wedge \Pi_1, \Sigma \wedge \Pi_3$). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость Π_2 без искажения, а на плоскости Π_1 и Π_3 в прямые - следы плоскости Σ_1 и Σ_3 (рис.7.6).

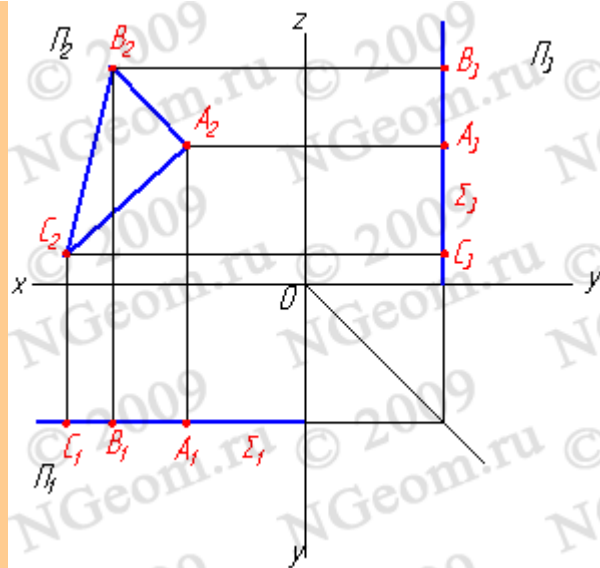


Рисунок 7.6 Фронтальная плоскость

3.3. Профильная плоскость - плоскость параллельная профильной плоскости проекций ($\Sigma // P3$), ($\Sigma \perp P1, \Sigma \perp P2$). Любая фигура в этой плоскости проецируется на плоскость P3 без искажения, а на плоскости P1 и P2 в прямые - следы плоскости Σ_1 и Σ_2 (рис.7.7).

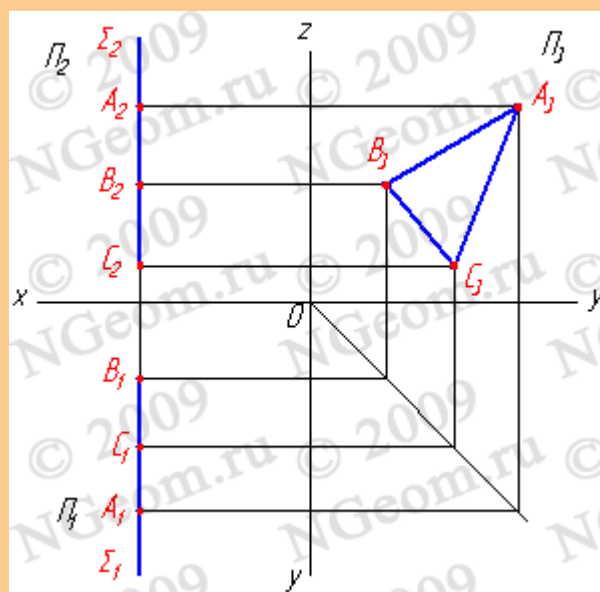


Рисунок 7.7 Профильная плоскость

Следы плоскости

Следом плоскости называется линия пересечения плоскости с плоскостями проекций. В зависимости от того с какой из плоскостей проекций пересекается данная, различают: горизонтальный, фронтальный и профильный следы плоскости.

Каждый след плоскости является прямой линией, для построения которых необходимо знать две точки, либо одну точку и направление прямой (как для построения любой прямой). На рисунке 6.8 показано нахождение следов плоскости Σ (ABC).

Фронтальный след плоскости Σ_2 , построен, как прямая соединяющая две точки 1_2 и 2_2 , являющиеся фронтальными следами соответствующих прямых, принадлежащих плоскости Σ . Горизонтальный след Σ_1 – прямая, проходящая через горизонтальный след прямой АВ и Σ_x . Профильный след Σ_3 – прямая соединяющая точки $(\Sigma_y$ и $\Sigma_z)$ пересечения горизонтального и фронтального следов с осями.

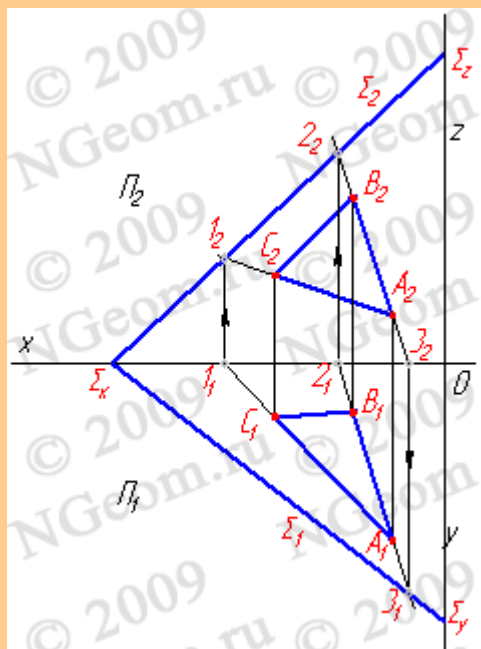


Рисунок 7.8 Построение следов плоскости

Указание по выполнению работы:

Построить следы плоскости, заданной $\triangle BCD$, и определить расстояние от точки А до заданной плоскости методом прямоугольного треугольника (координаты точек А, В, С и D см. в Таблице 1 раздела Задания);

Пример выполнения задания № 6

Первое задание представляет комплекс задач по темам:

1. *Ортогональное проецирование, эпюр Монжа, точка, прямая, плоскость:* по известным координатам трех точек В, С, D построить горизонтальную и фронтальную проекции плоскости, заданной $\triangle BCD$;
2. *Следы прямой, следы плоскости, свойства принадлежности прямой плоскости:* построить следы плоскости, заданной $\triangle BCD$;
3. *Плоскости общего и частного положения, пересечение прямой и плоскости, перпендикулярность прямой и плоскости, пересечение плоскостей, метод прямоугольного треугольника:* определить расстояние от точки А до плоскости $\triangle BCD$.

1.2.1. По известным координатам трех точек B , C , D построим горизонтальную и фронтальную проекции плоскости, заданной $\triangle BCD$ (Рисунок 6.1), для чего необходимо построить горизонтальные и фронтальные проекции вершин $\triangle BCD$, а затем одноименные проекции вершин соединить.

Известно, что следом плоскости называется **прямая, полученная в результате пересечения заданной плоскости с плоскостью проекций**.

У плоскости общего положения 3 следа: *горизонтальный, фронтальный и профильный*.

Для того чтобы построить следы плоскости, достаточно построить следы (горизонтальный и фронтальный) любых двух прямых, лежащих в этой плоскости, и соединить их между собой. Таким образом, след плоскости (горизонтальный или фронтальный) будет однозначно определен, поскольку через две точки на плоскости (в данном случае этими точками будут следы прямых) можно провести прямую, и при том, только одну.

Основанием для такого построения служит свойство принадлежности прямой плоскости: **если прямая принадлежит заданной плоскости, то ее следы лежат на одноименных следах этой плоскости**.

Следом прямой называется **точка пересечения этой прямой с плоскостью проекций**.

Горизонтальный след прямой лежит в горизонтальной плоскости проекций, фронтальный – во фронтальной плоскости проекций.

Рассмотрим построение *горизонтального следа* прямой DB , для чего необходимо:

1. Продолжить фронтальную проекцию прямой DB до пересечения с осью X , точка пересечения M_2 является фронтальной проекцией горизонтального следа;
2. Из точки M_2 восстановить перпендикуляр (линию проекционной связи) до его пересечения с горизонтальной проекцией прямой DB или ее продолжением. Точка пересечения M_1 и будет являться горизонтальной проекцией горизонтального следа (Рисунок 6.1), которая совпадает с самим следом M .

Аналогично выполняется построение горизонтального следа отрезка CB прямой: точка M' .

Чтобы построить *фронтальный след* отрезка CB прямой, необходимо:

1. Продолжить горизонтальную проекцию прямой CB до пересечения с осью X , точка пересечения N_1 является горизонтальной проекцией фронтального следа;
2. Из точки N_1 восстановить перпендикуляр (линию проекционной связи) до его пересечения с фронтальной проекцией прямой CB или ее продолжением. Точка пересечения N_2 и будет являться фронтальной проекцией фронтального следа, которая совпадает с самим следом N .

Соединив точки M'_1 и M_1 отрезком прямой, получим горизонтальный след плоскости $\alpha\pi_1$. Точка α_x пересечения $\alpha\pi_1$ с осью X называется точкой схода следов. Для построения фронтального следа плоскости $\alpha\pi_2$ необходимо соединить фронтальный след N_2 с точкой схода следов α_x .

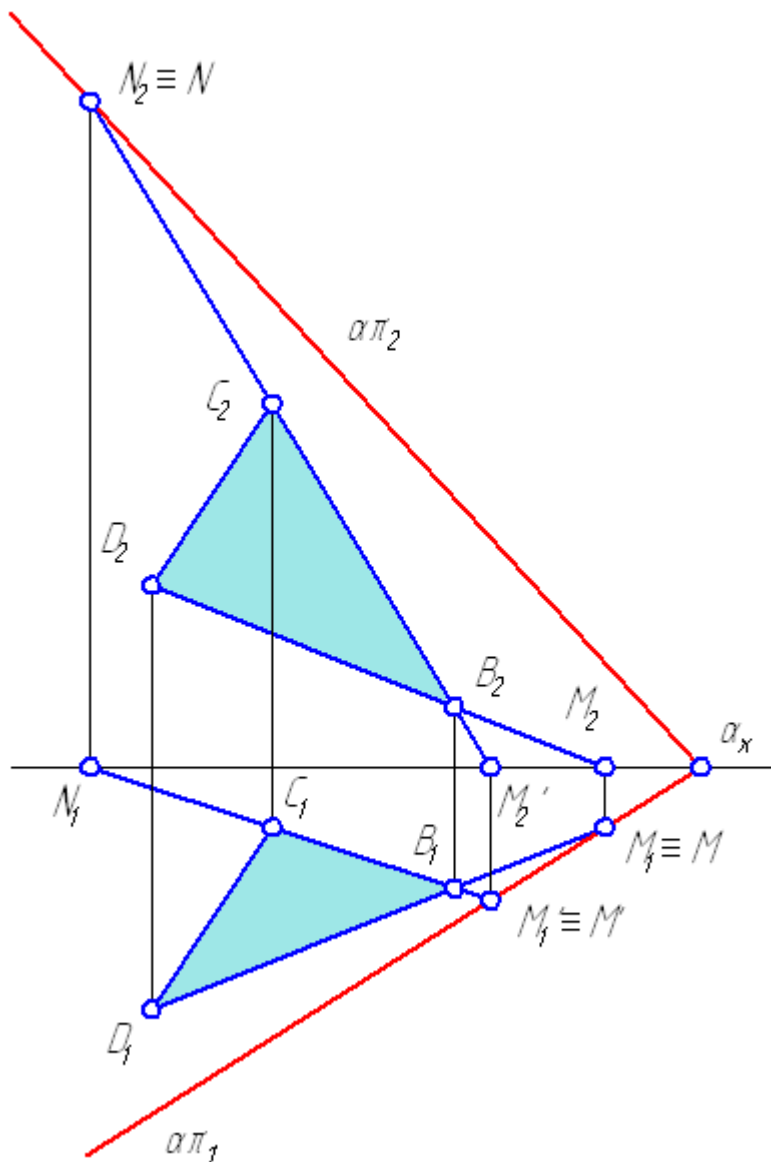


Рисунок 7.9 — Построение следов плоскости

Алгоритм решения этой задачи может быть представлен следующим образом:

1. $(D_2B_2 \cap OX) = M_2$;
2. $(MM_1 \cap D_1B_1) = M_1 = M$;
3. $(C_2B_2 \cap OX) = M'_2$;
4. $(M'_2M'_1 \cap C_1B_1) = M'_1 = M'$;
5. $(CB \cap \pi_2) = N_2 = N$;
6. $(MM') \equiv \alpha\pi_1$;
7. $(\alpha_x N) \equiv \alpha\pi_2$.

1.2.2. Для решения второй части первого задания необходимо знать, что:

- расстояние от точки A до плоскости $\triangle BCD$ определяется длиной перпендикуляра, восстановленного из этой точки на плоскость;
- любая прямая перпендикулярна к плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, лежащим в этой плоскости;
- на эпюре проекции прямой, перпендикулярной плоскости, перпендикулярны наклонным проекциям горизонтали и фронтали этой плоскости или одноименным следам плоскости (рис. 1.2) (см. в лекциях Теорему о перпендикуляре к плоскости).

Чтобы найти основание перпендикуляра, необходимо решить задачу на пересечение прямой (в данной задаче такой прямой является перпендикуляр к плоскости) с плоскостью:

1. Заключить перпендикуляр во вспомогательную плоскость, в качестве которой следует взять плоскость частного положения (горизонтально-проецирующую или фронтально-проецирующую, в примере в качестве вспомогательной плоскости взята горизонтально-проецирующая γ , то есть перпендикулярная к π_1 , ее горизонтальный след γ_1 совпадает с горизонтальной проекцией перпендикуляра);
2. Найти линию пересечения заданной плоскости $\triangle BCD$ со вспомогательной γ (MN на рис. 7.10);
3. Найти точку пересечения линии пересечения плоскостей MN с перпендикуляром (точка K на рис. 1.2).
4. Для определения истинной величины расстояния от точки A до заданной плоскости $\triangle BCD$ следует воспользоваться **методом прямоугольного треугольника**: истинная величина отрезка есть гипотенуза прямоугольного треугольника, одним катетом которого является одна из проекций отрезка, а другим – разность расстояний от его концов до плоскости проекций, в которой ведётся построение.
5. Определите видимость участков перпендикуляра методом конкурирующих точек. На примере — точки N и 3 для определения видимости на π_1 , точки $4, 5$ — для определения видимости на π_2 .

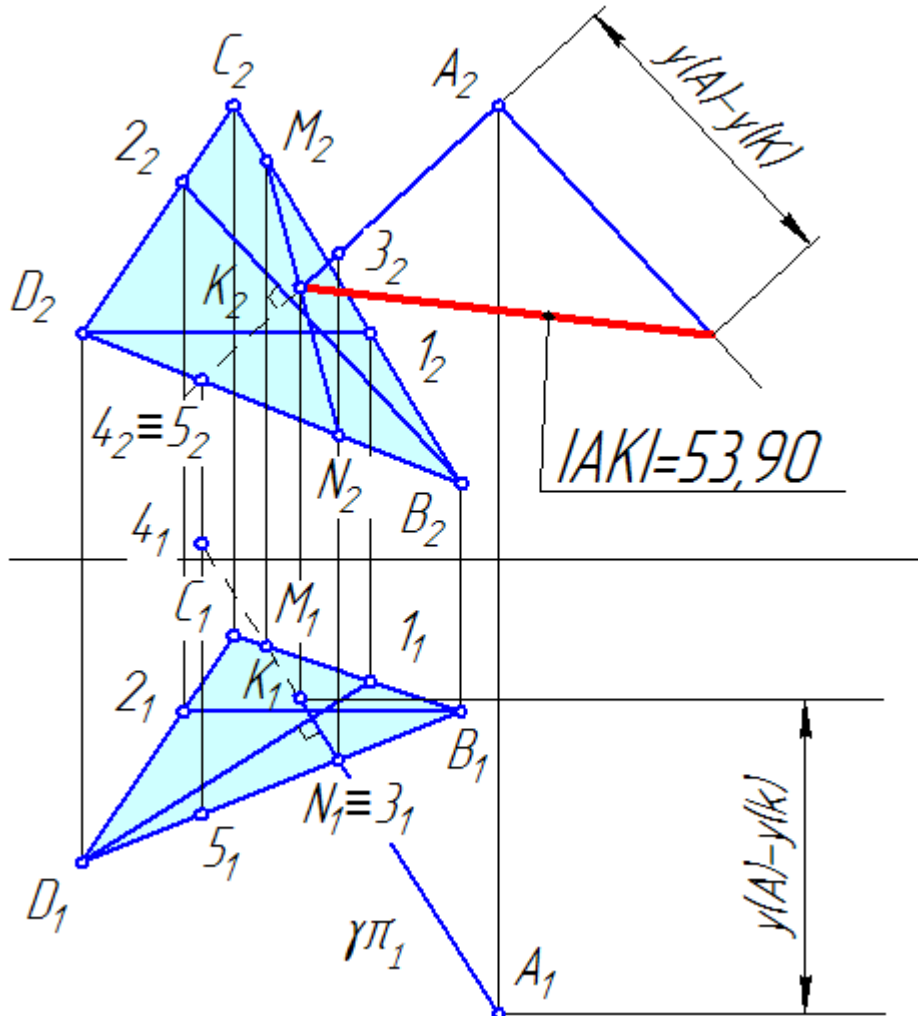


Рисунок 7.10 — Построение перпендикуляра к плоскости

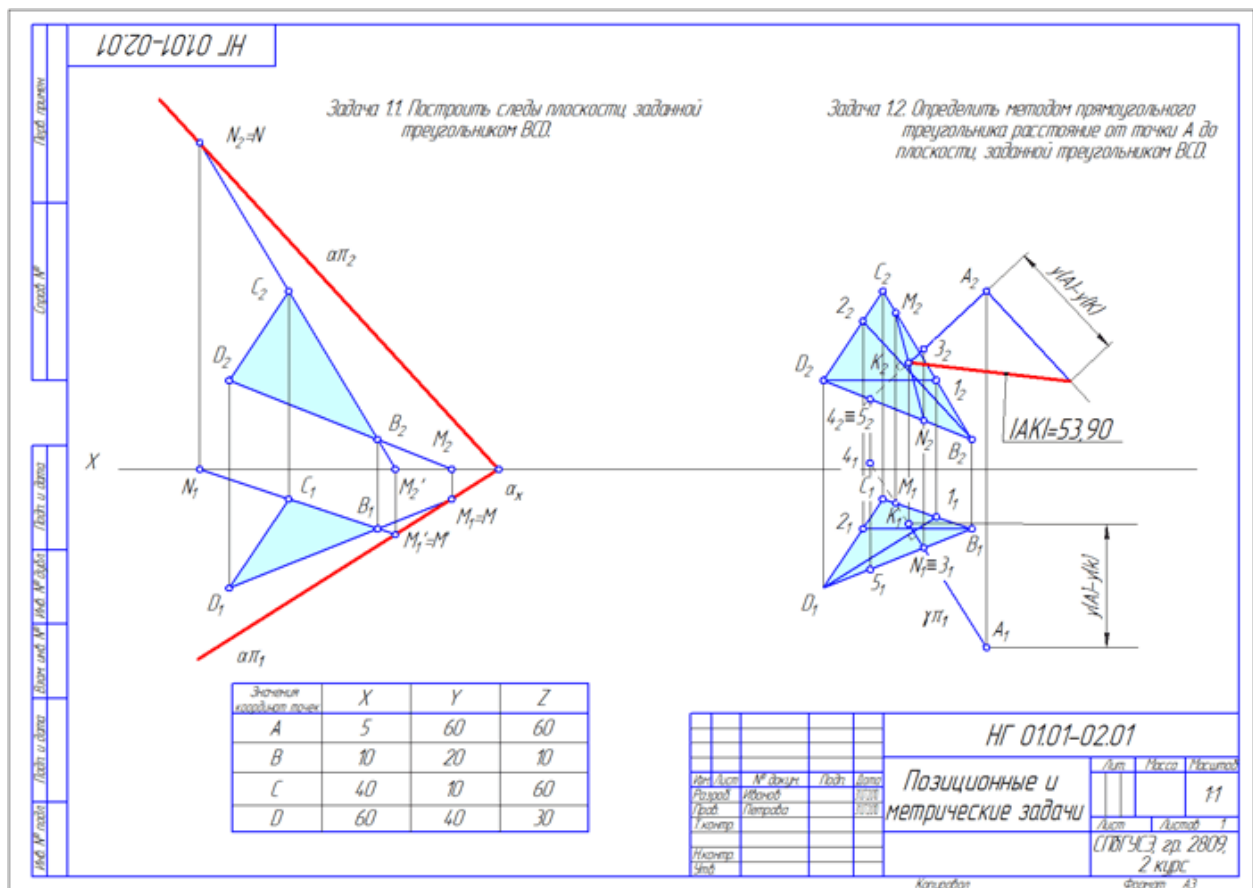


Рисунок 7.11 — Пример оформления контрольного задания №6

Варианты задания

Вариант

Координаты (x, y, z) точек

A	B	C	D
15; 55; 50	10; 35; 5	20; 10; 30	70; 50; 40
80; 65; 50	50; 10; 55	10; 50; 25	75; 25; 0
95; 45; 60	130; 40; 50	40; 5; 25	80; 30; 5
115; 10; 0	130; 40; 40	40; 5; 25	80; 30; 5
55; 5; 60	85; 45; 60	100; 5; 30	50; 25; 10
55; 5; 60	70; 40; 20	30; 30; 35	30; 10; 10
60; 10; 45	80; 45; 5	35; 0; 15	10; 0; 45
5; 0; 0	35; 0; 25	20; 0; 55	40; 40; 0
50; 5; 45	65; 30; 10	30; 25; 55	20; 0; 20
60; 50; 35	40; 30; 0	30; 15; 30	80; 5; 20

Вариант	Координаты (x, y, z) точек			
	A	B	C	D
1	65; 35; 15	50; 0; 30	20; 25; 25	5; 0; 10
2	75; 65; 50	45; 10; 35	60; 20; 10	10; 65; 0
3	95; 0; 15	85; 50; 10	10; 10; 10	55; 10; 45
4	45; 40; 40	80; 50; 10	10; 10; 10	55; 10; 45
5	80; 20; 30	55; 30; 60	15; 10; 20	70; 65; 30
6	75; 35; 35	55; 30; 60	25; 10; 20	70; 65; 30
7	75; 65; 50	45; 5; 55	5; 45; 10	70; 20; 0
8	65; 15; 20	40; 5; 60	0; 5; 25	60; 60; 20
9	70; 20; 10	45; 15; 60	5; 10; 20	60; 65; 10
0	20; 50; 45	10; 20; 10	55; 50; 10	80; 0; 60
1	0; 5; 50	50; 50; 40	5; 55; 10	45; 5; 0
2	55; 50; 65	45; 55; 5	0; 10; 45	70; 0; 40
3	65; 5; 15	40; 60; 10	0; 20; 5	60; 20; 60
4	50; 20; 45	45; 60; 30	5; 20; 10	60; 30; 5
5	55; 15; 40	40; 50; 25	5; 15; 10	50; 40; 10
6	15; 45; 40	10; 25; 5	20; 10; 30	65; 40; 35
7	70; 30; 30	55; 30; 60	20; 5; 15	65; 60; 25
8	90; 0; 15	80; 45; 10	10; 10; 10	50; 10; 45
9	110; 10; 0	120; 35; 30	35; 5; 20	70; 20; 5
0	45; 40; 40	80; 45; 10	10; 10; 10	55; 10; 40

Контрольные вопросы:

1. Как задается плоскость на комплексном чертеже?

2. Что такое комплексный чертеж?
3. Что такое координаты?
4. Какие плоскости частного положения вы знаете?
5. Условия параллельности двух плоскостей?

Форма сдачи: на занятии защита работы.

Практическое занятие № 8

Тема: Изображение плоскости, плоских фигур, проекции круга.

Цели работы:

- 1) Изучение плоскости и ее изображений на чертеже;
- 2) Ознакомление и изучение плоских фигур;
- 3) Научиться строить проекции круга;
- 4) Закрепить полученные знания через выполнение заданий.

Форма работы: Графическая работа на формате А3

Количество часов на выполнение: 2 часа

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru [www/biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов,-2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдение правил построения резьбовых соединений и их обозначение
- Начерчено упрощенно по ГОСТ 2.315-68 соединение деталей болтом М 14 (ГОСТ 7798-70), Винтом М 14 (ГОСТ 1491-70) и шпилькой М 20 (ГОСТ 11765-66).;
- построение разреза;
- простановка номеров позиций, название деталей;
- аккуратность;

- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- не обозначены позиции деталей,
- при построении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не соблюдена толщина линий;
- Резьба изображена не по ГОСТУ;
- при построении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не верно выполнено задание;
- при построении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения

Плоскости проекций

Предметы, форма которых показана на рис. 1, - тонкая прямоугольная пластинка, треугольная призма, параллелепипед и часть цилиндра - могут иметь одинаковые проекции в виде прямоугольника. Форма этих предметов одной проекцией не выявляется. По одной проекции можно судить лишь о двух измерениях этих предметов.

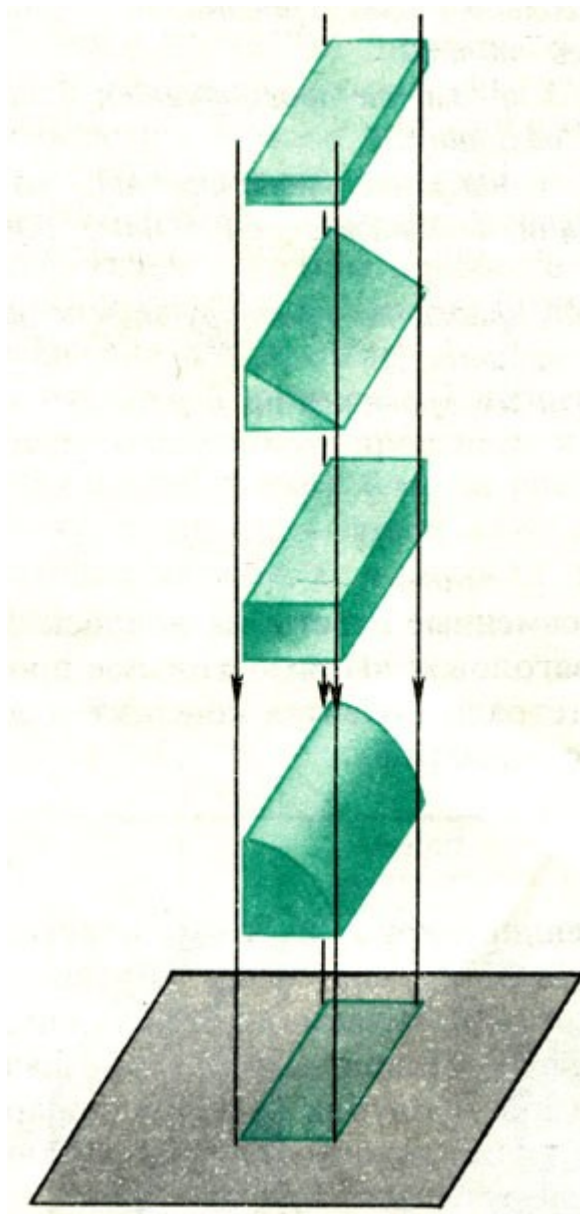


Рис. 8.1. Проекция разных по форме предметов на одну плоскость

Чтобы получить полное представление о форме и размерах предмета, его нужно спроецировать на две, три или большее число плоскостей. Для того чтобы процесс проецирования осуществлялся проще, плоскости проекций располагают взаимно перпендикулярно; три плоскости проекций образуют прямой трехгранный угол (рис. 8.2, а).

Каждой плоскости проекций дано название и обозначение. Вертикальная плоскость, расположенная перед нами, называется **фронтальной плоскостью проекций** и обозначается латинской буквой **V** (вэ). Под прямым углом к фронтальной плоскости располагается **горизонтальная плоскость проекций**, которая обозначается латинской буквой **H** (аш).

Перпендикулярно к этим плоскостям располагается еще одна вертикальная плоскость, называемая **профильной плоскостью проекций**, которая обозначается буквой **W** (дубль вэ). При парном пересечении плоскостей трехгранного угла образуются прямые линии - оси проекций **x, y, z**, исходящие из точки **O**.

Для того чтобы изображения, полученные на сторонах трехгранного угла, оказались в одной плоскости, две грани этого угла разворачивают до совмещения их с третьей; горизонтальную плоскость поворачивают вокруг оси x вниз на 90° ; профильную плоскость поворачивают вокруг оси z вправо на 90° . Эти плоскости совместятся с фронтальной, которая остается неподвижной; горизонтальная плоскость располагается под фронтальной, а профильная - справа от фронтальной (рис. 8.2, б). Ось y как бы распадается на две оси, из которых одна - y пойдет вдоль горизонтальной, а другая - y_1 вдоль профильной плоскости проекций. Линии, ограничивающие плоскости проекций, обычно не проводят. Тогда совмещенные плоскости проекций изобразятся, как показано на рис. 8.2, в.

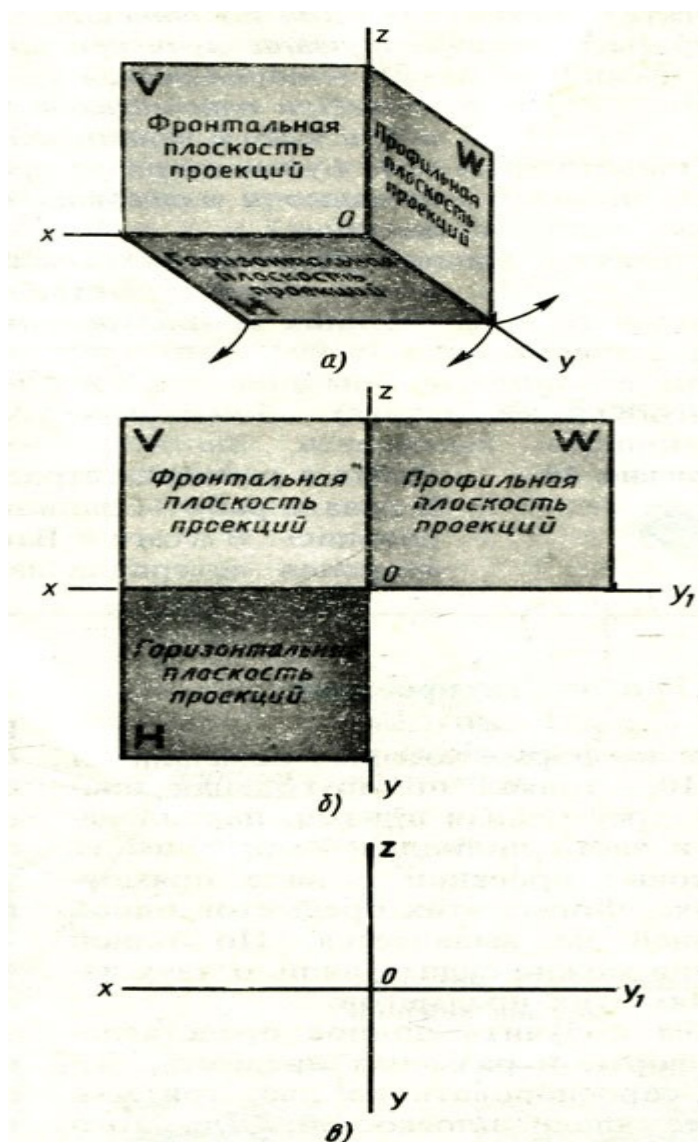


Рис. 8.2. Плоскости проекций

Построение аксонометрических проекций окружности

Рассмотрите рис. 8.3. На нем дана фронтальная диметрическая проекция куба с вписанными в его грани окружностями.

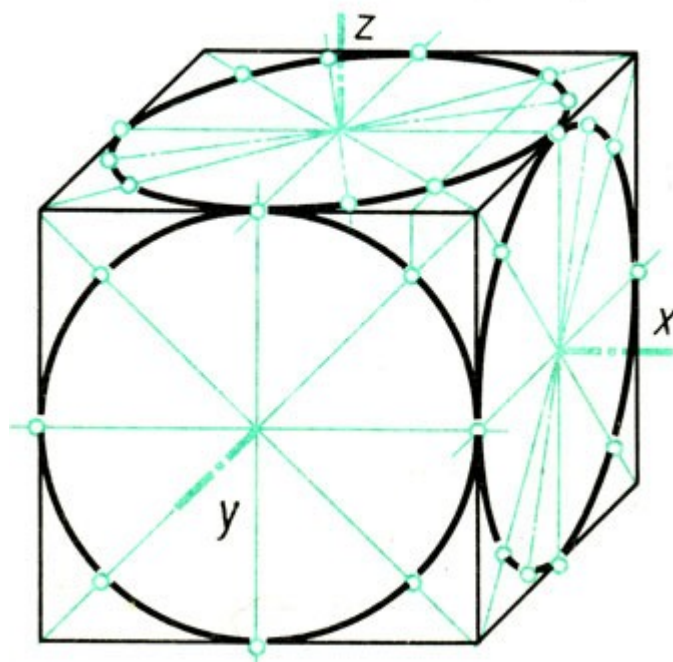


Рис. 8.3. Фронтальные диметрические проекции окружностей, вписанных в грани куба

Окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных к осям x и z , изображаются эллипсами. Передняя грань куба, перпендикулярная к оси y , проецируется без искажения, и окружность, расположенная на ней, изображается без искажения, т. е. описывается циркулем. Поэтому фронтальная диметрическая проекция удобна для изображения предметов с криволинейными очертаниями, подобных представленным на рис. 2.

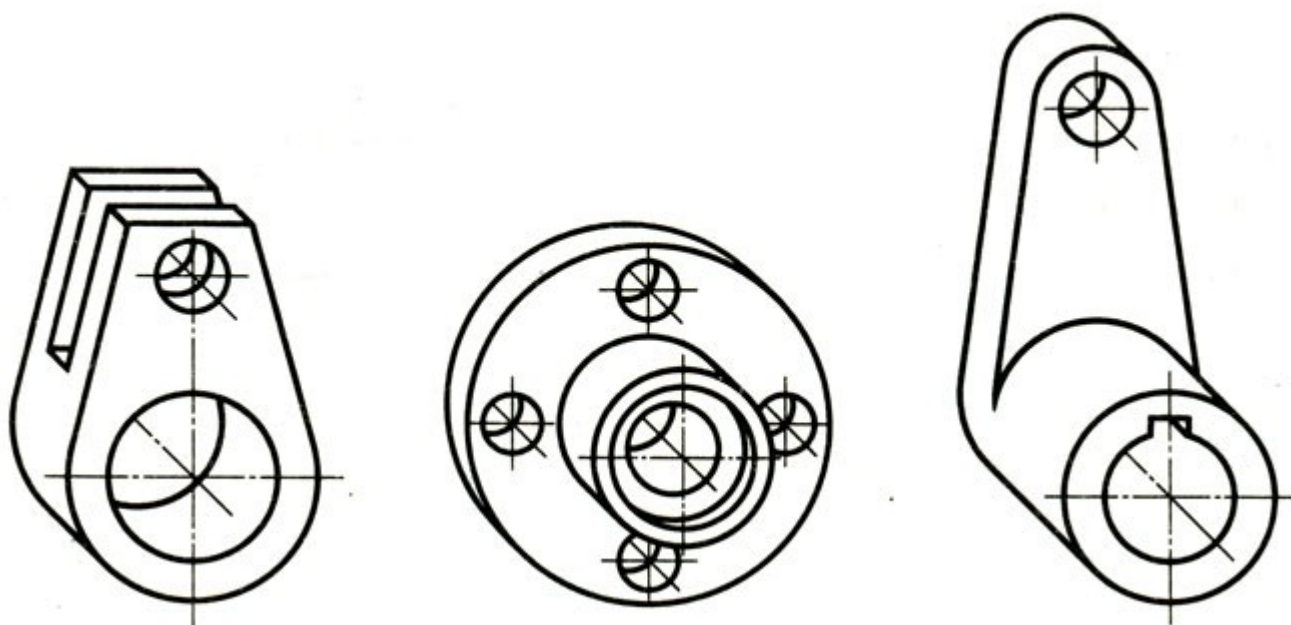


Рис. 8.4. Фронтальные диметрические проекции деталей

Построение фронтальной диметрической проекции плоской детали с цилиндрическим отверстием. Фронтальную диметрическую проекцию плоской детали с цилиндрическим отверстием выполняют следующим образом.

1. Строят очертания передней грани детали, пользуясь циркулем (рис. 8.3, а).

2. Через центры окружности и дуг параллельно оси u проводят прямые, на которых откладывают половину толщины детали. Получают центры окружности и дуг, расположенных на задней поверхности детали (рис. 8.3, б). Из этих центров проводят окружность и дуги, радиусы которых должны быть равны радиусам окружности и дуг передней грани.

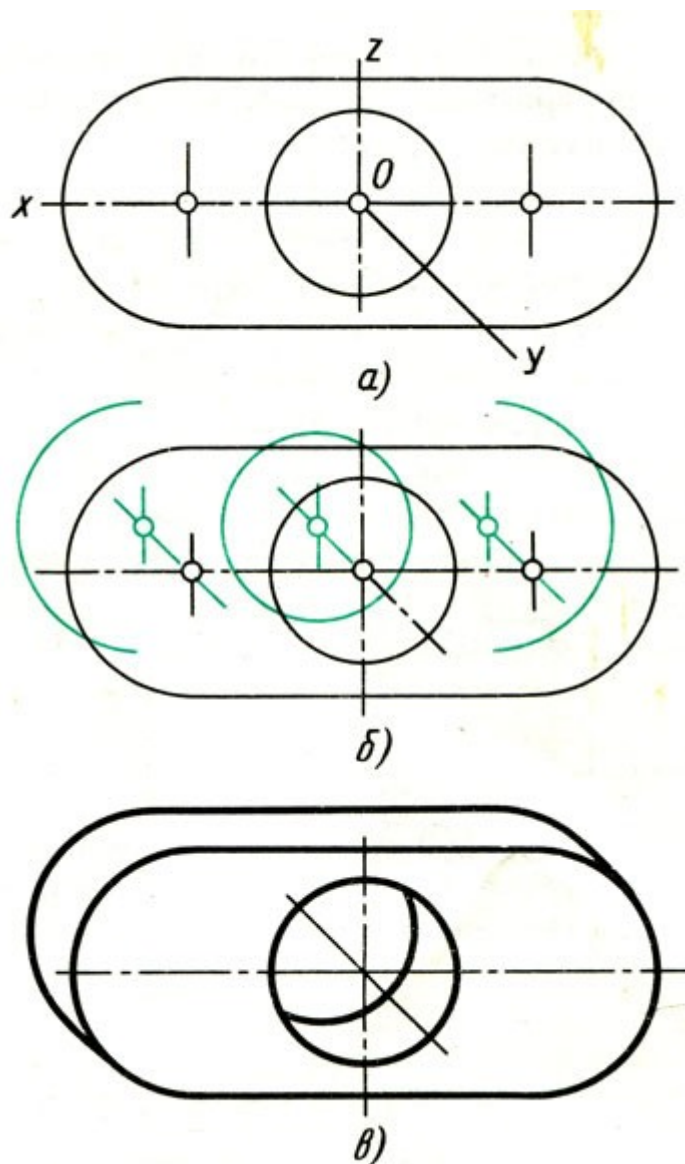


Рис. 8.5. Построение фронтальной диметрической проекции детали с цилиндрическими элементами

3. Проводят касательные к дугам. Удаляют лишние линии и обводят видимый контур (рис. 8.5, в).

Изометрические проекции окружностей. Квадрат в изометрической проекции проецируется в ромб. Окружности, вписанные в квадраты, например, расположенные на гранях куба (рис. 8.6), в изометрической проекции изображаются эллипсами. На практике эллипсы заменяют овалами, которые вычерчивают четырьмя дугами окружностей.

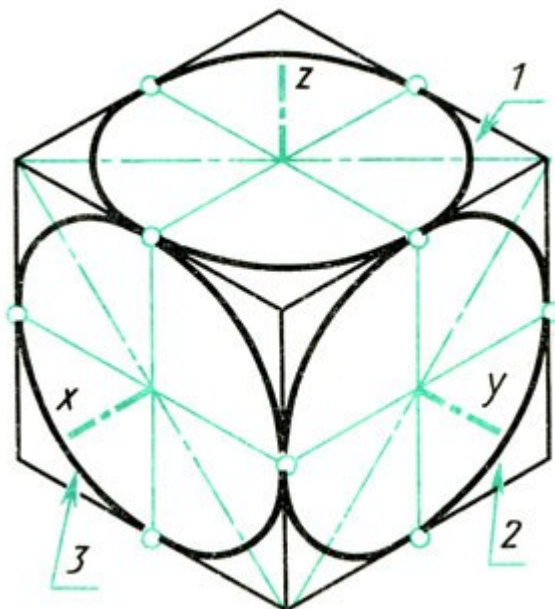


Рис. 8.6. Изометрические проекции окружностей, вписанных в грани куба

Построение овала, вписанного в ромб.

1. Строят ромб со стороной, равной диаметру изображаемой окружности (рис. 7.7, а). Для этого через точку O проводят изометрические оси x и y и на них от точки O откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности. Через точки a , w , c и d проводят прямые, параллельные осям; получают ромб. Большая ось овала располагается на большой диагонали ромба.

2. Вписывают в ромб овал. Для этого из вершин тупых углов (точек A и B) описывают дуги радиусом R , равным расстоянию от вершины тупого угла (точек A и B) до точек a , b или c , d соответственно. Через точки B и a , B и b проводят прямые (рис. 8.7, б); пересечение этих прямых с большей диагональю ромба дает точки C и D , которые будут центрами малых дуг; радиус R_1 малых дуг равен Ca (Db). Дугами этого радиуса сопрягают большие дуги овала. Так строят овал, лежащий в плоскости, перпендикулярной к оси z (овал 1 на рис. 8.6). Овалы, находящиеся в плоскостях, перпендикулярных к осям x (овал 3) и y (овал 2), строят так же, как овал 1., только построение овала 3 ведут на осях y и z (рис. 8.8, а), а овала 2 (см. рис. 8.6) - на осях x и z (рис. 8.8, б).

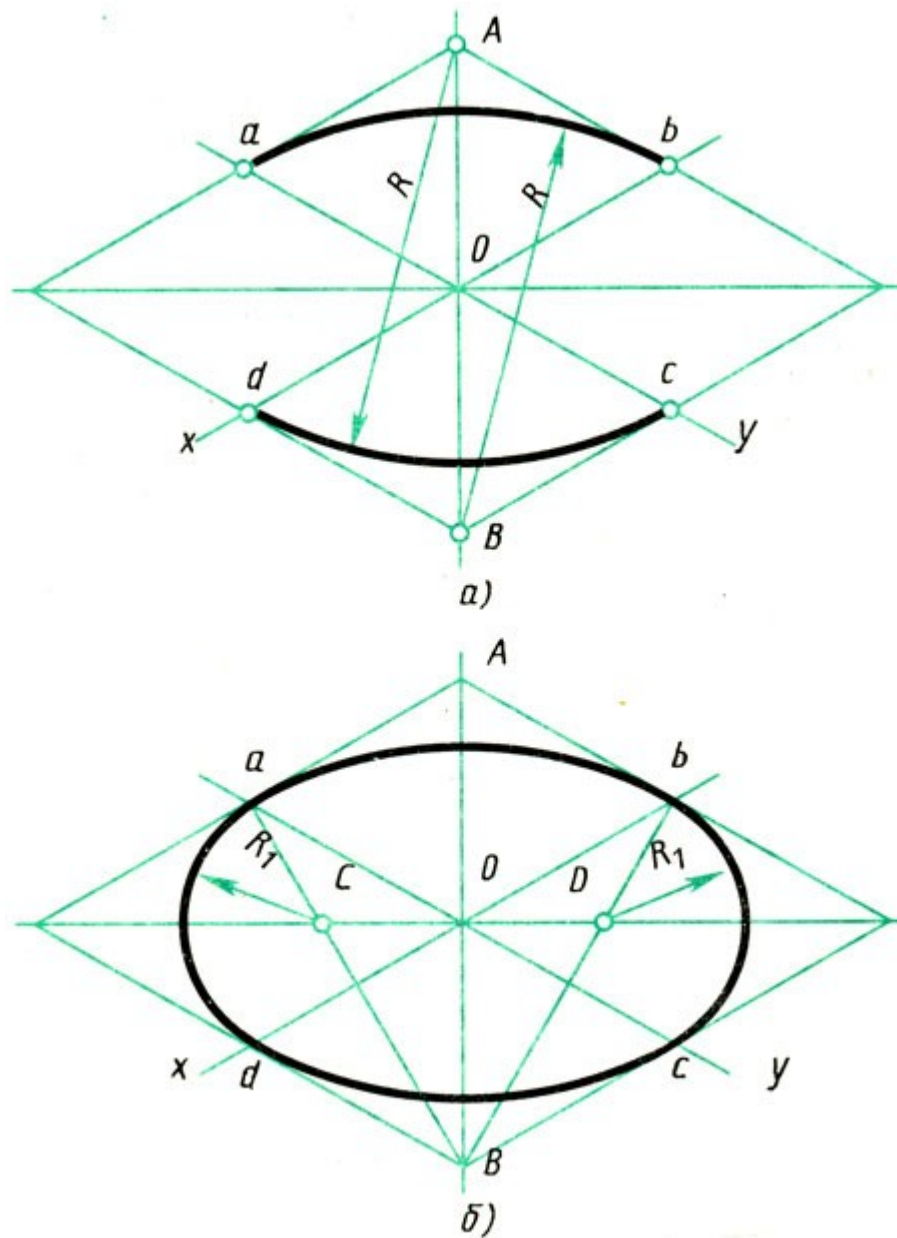


Рис. 8.7. Построение овала в плоскости, перпендикулярной оси z

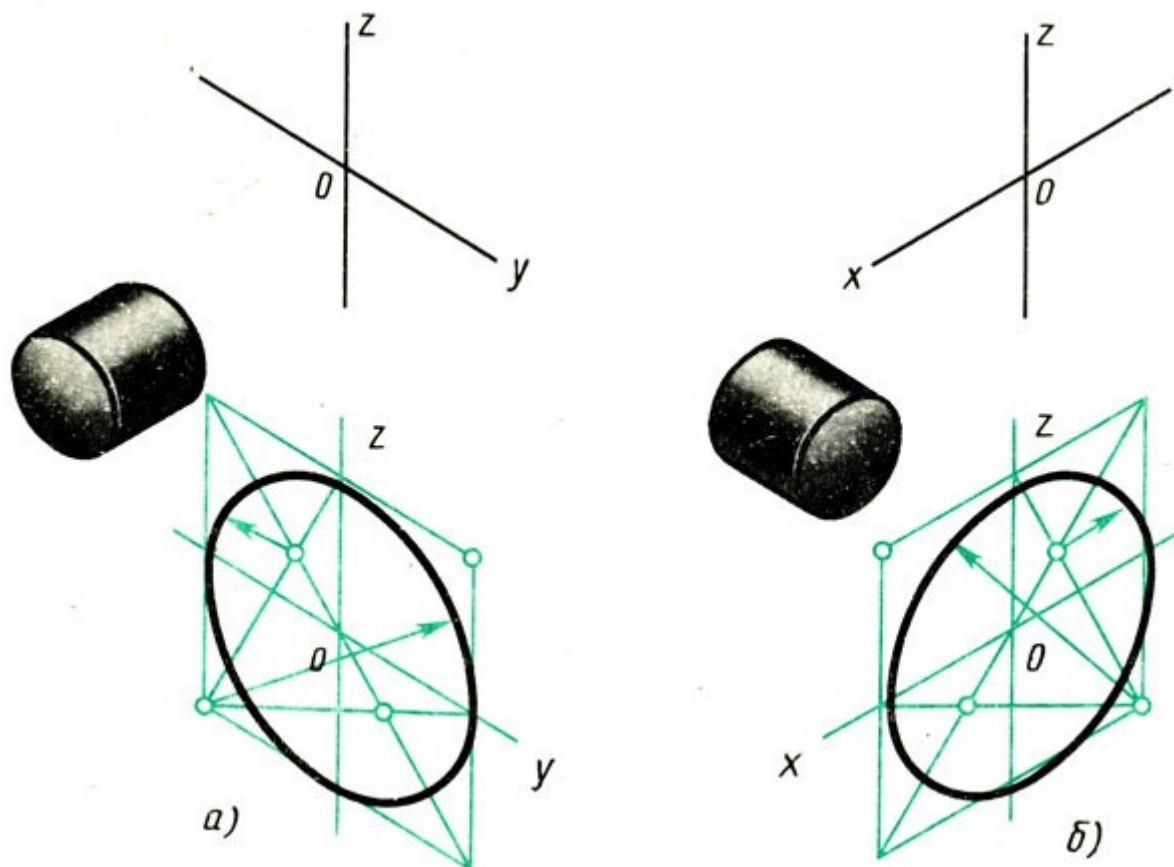


Рис. 8.8. Построение овала в плоскостях, перпендикулярных осям x и y

Построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием.

Как применить рассмотренные построения на практике?

Дана изометрическая проекция детали (рис. 8.9, а). Нужно изобразить сквозное цилиндрическое отверстие, просверленное перпендикулярно передней грани.

Построения выполняет следующим образом.

1. Находят положение центра отверстия на передней грани детали. Через найденный центр проводят изометрические оси. (Для определения их направления удобно воспользоваться изображением куба на рис. 8.6.) На осях от центра откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности (рис. 8.9, а).

2. Строят ромб, сторона которого равна диаметру изображаемой окружности; проводят большую диагональ ромба (рис. 8.9, б).

3. Описывают большие дуги овала; находят центры для малых дуг (рис. 7.9, в).

4. Проводят малые дуги (рис. 8.9, г).

5. Строят такой же овал на задней грани детали и проводят касательные к обоим овалам (рис. 7.9, д).

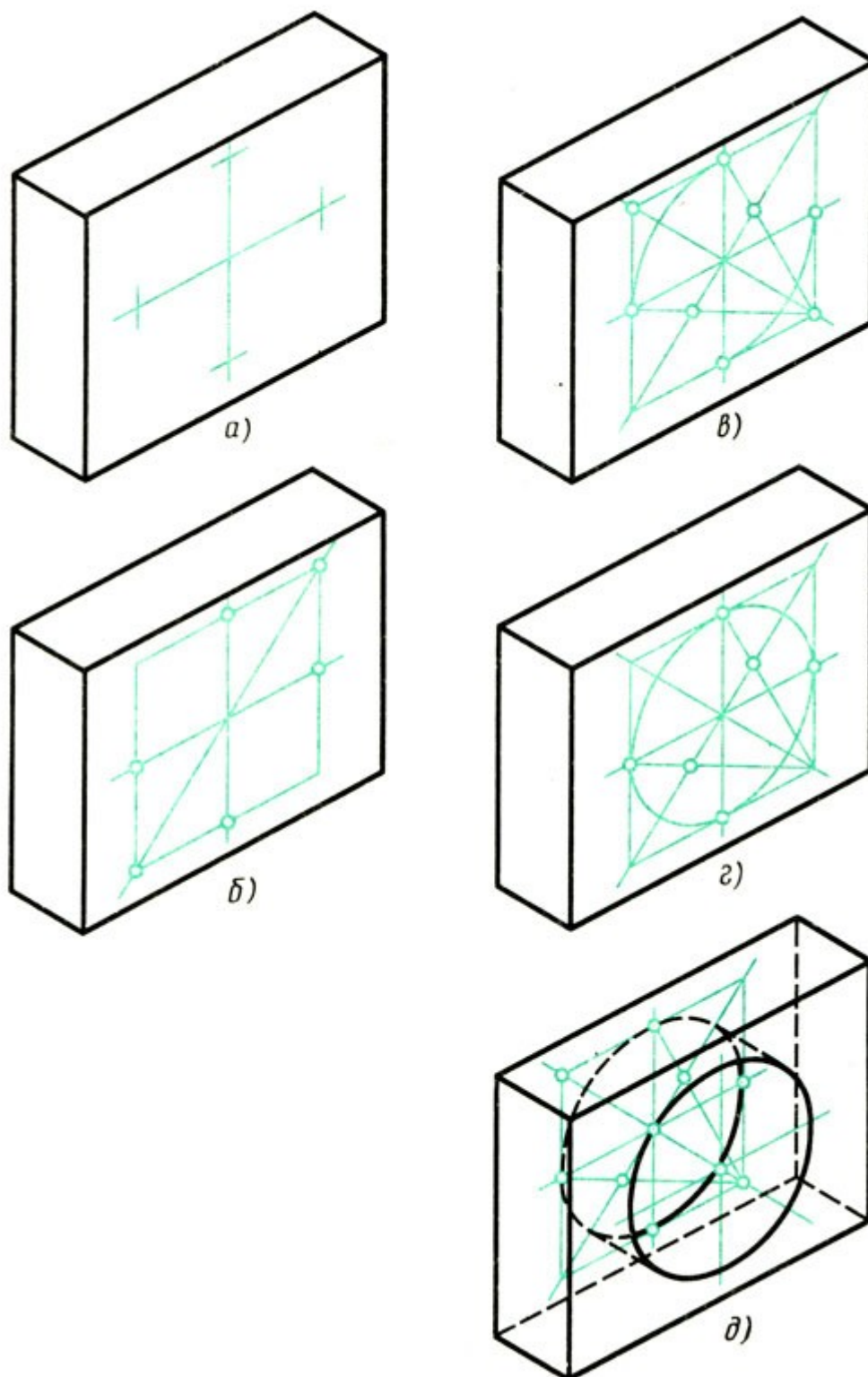


Рис. 8.9. Построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием

Ответьте на вопросы

1. Какими фигурами изображаются во фронтальной диметрической проекции окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных к осям x и y ?
2. Искажается ли во фронтальной диметрической проекции окружность, если ее плоскость перпендикулярна оси y ?
3. При изображении каких деталей удобно применять фронтальную диметрическую проекцию ?
4. Какими фигурами изображаются в изометрической проекции окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных к осям x , y , z ?
5. Какими фигурами в практике заменяют эллипсы, изображающие окружности в изометрической проекции?
6. Из каких элементов состоит овал?
7. Чему равны диаметры окружностей, изображенных овалами, вписанными в ромбы на рис. 8.7, если стороны этих ромбов равны 40 мм?
8. Как называются плоскости проекций V , H , W ?
9. Как располагаются плоскости проекций одна относительно другой ?

Задания

Упражнение 1

На рис. 8.10. проведены оси для построения трех ромбов, изображающих квадраты в изометрической проекции. Рассмотрите рис. 8.6 и запишите, на какой грани куба - верхней, правой боковой или левой боковой будет расположен каждый ромб, построенный на осях, данных на рис. 8.10. Какой оси (x , y или z) будет перпендикулярна плоскость каждого ромба?

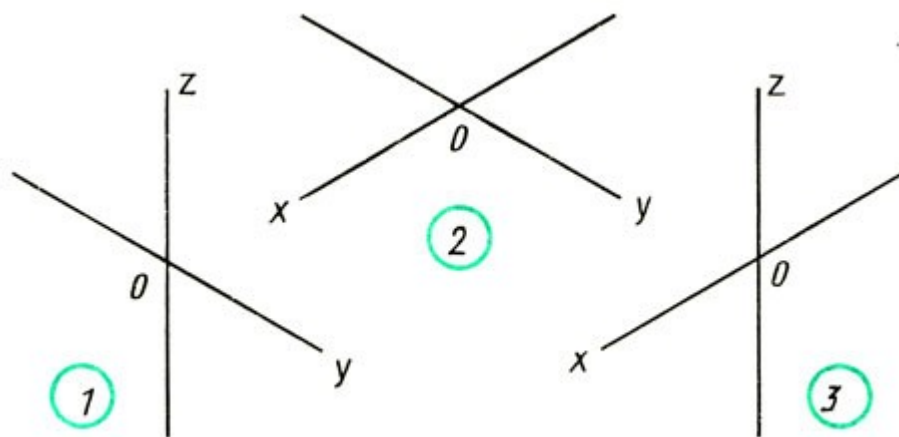


Рис. 8.10. Задание для упражнений

Упражнение 2

Запишите, какой оси (х, у или z) перпендикулярны плоскости овала на рис. 8.11. В какой аксонометрической проекции даны здесь окружности?

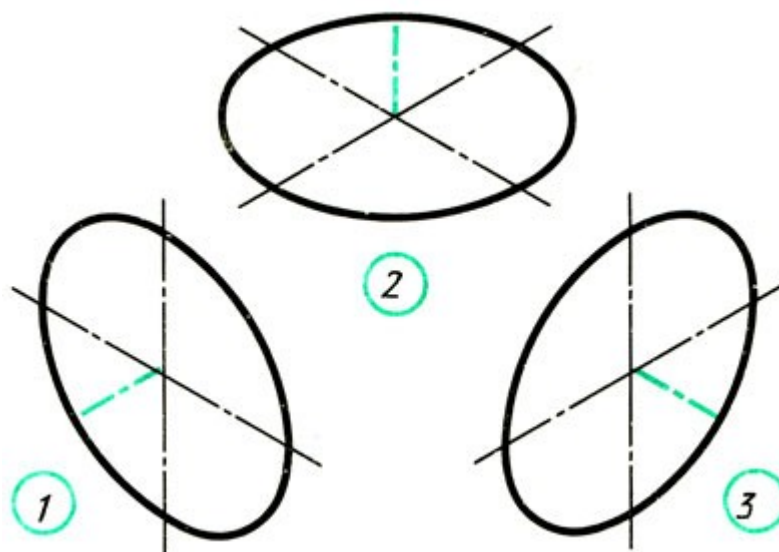


Рис. 8.11. Задание для упражнений

Упражнение 3

В каких аксонометрических проекциях даны окружности на рис.8.12? Какой оси перпендикулярна плоскость каждой из них?

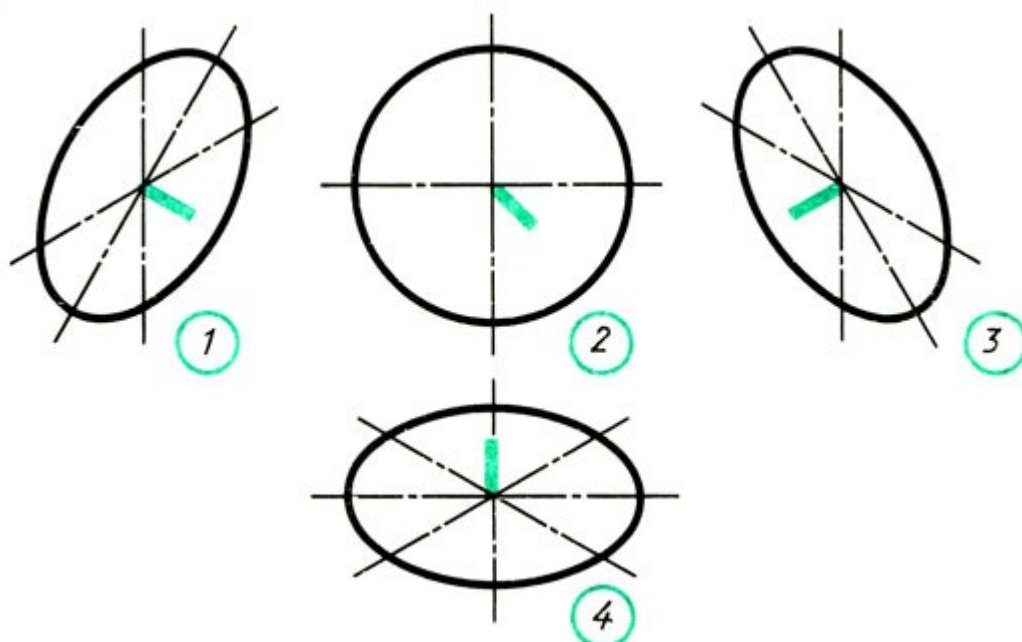


Рис. 8.12. Задание для упражнений

Упражнение 4

Запишите, в каких аксонометрических проекциях даны геометрические тела на рис. 8.13.

Каким осям (x , y или z) параллельна высота каждого из них?

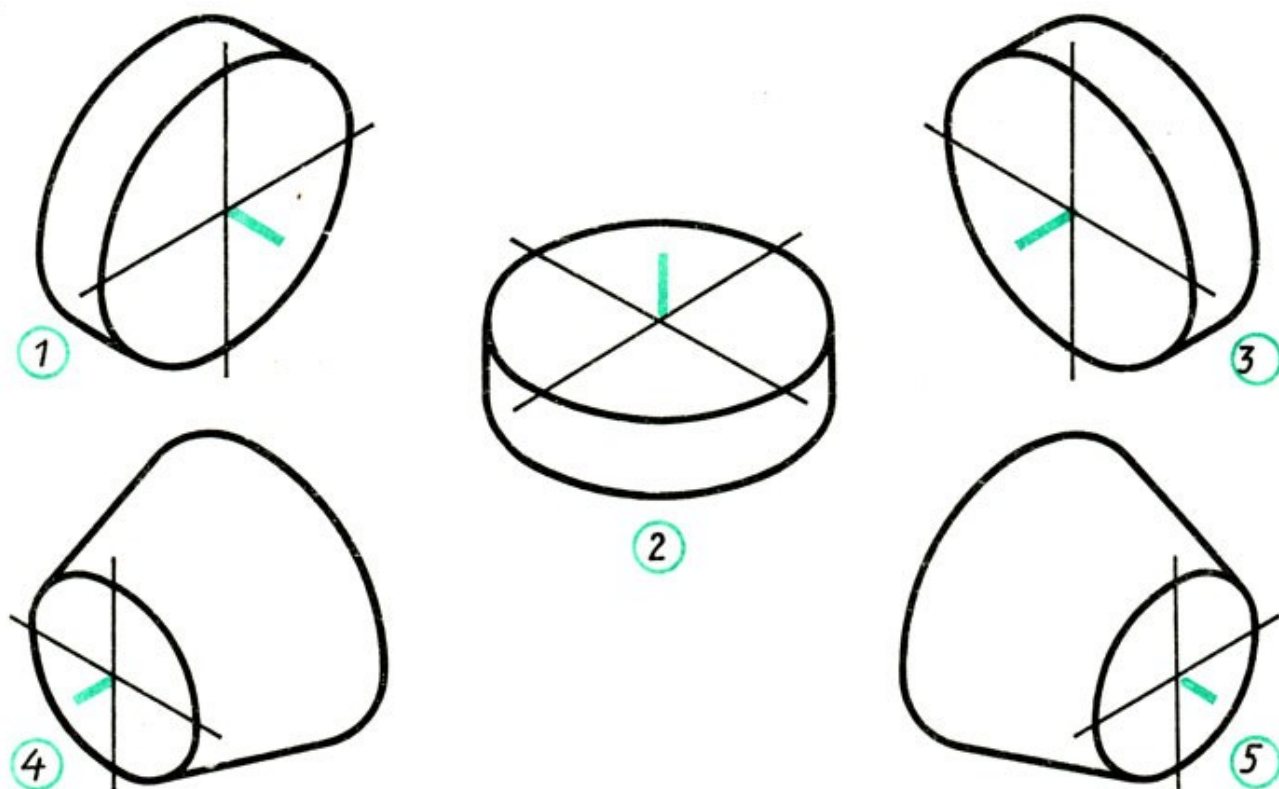


Рис. 8.13. Геометрические тела для задания для упражнений

Проекции геометрических тел

Приглядитесь к окружающим нас предметам. Многие из них имеют форму геометрических тел или их сочетаний.

Форма деталей, встречающихся в технике, также представляет собой сочетание различных геометрических тел или их частей. Например, ось (рис. 8.14, а) образована в результате добавления к одному цилиндру другого цилиндра, меньшего по размерам, а втулка (рис. 8.14, б) получилась после того, как из цилиндра удалили другой цилиндр меньшего диаметра.

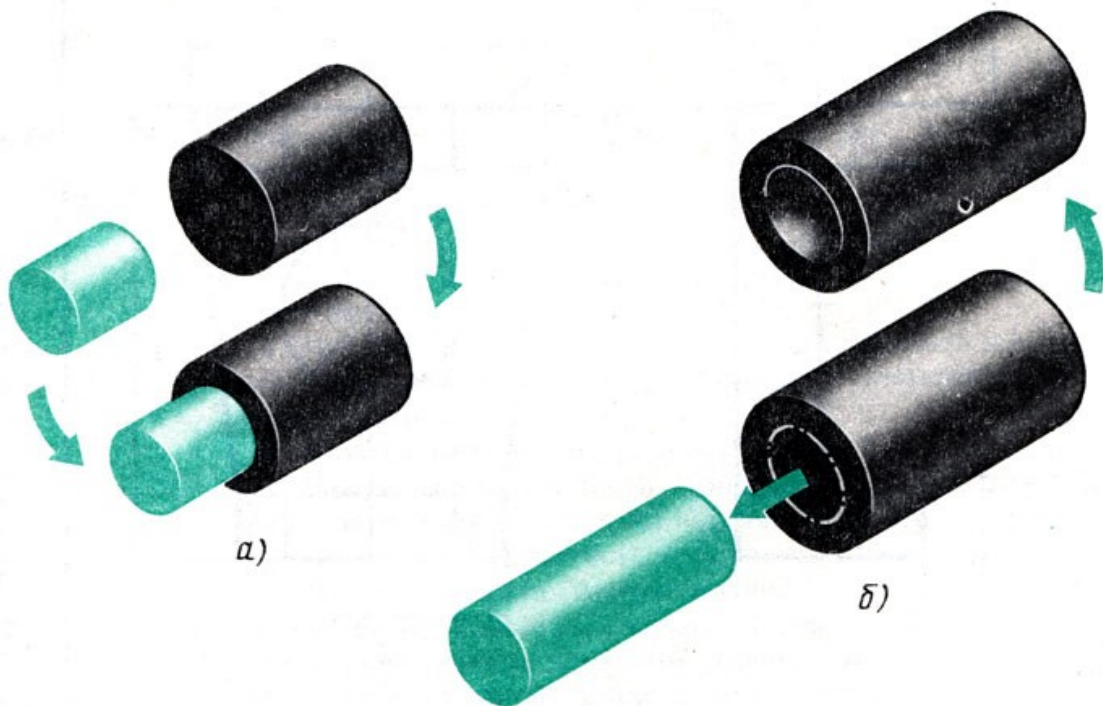


Рис. 8.14. Деталь как сумма или разность геометрических тел

Форма каждого геометрического тела и его изображений на чертеже имеет свои **характерные признаки**. Этим пользуются, чтобы облегчить чтение и выполнение чертежей.

Деталь мысленно расчленяют на отдельные составляющие ее части, имеющие изображения, характерные для известных нам геометрических тел.

Мысленное расчленение предмета на составляющие его геометрические тела называется **анализом геометрической формы**.

Из каких геометрических тел состоит деталь, изображенная на рис. 8.15?

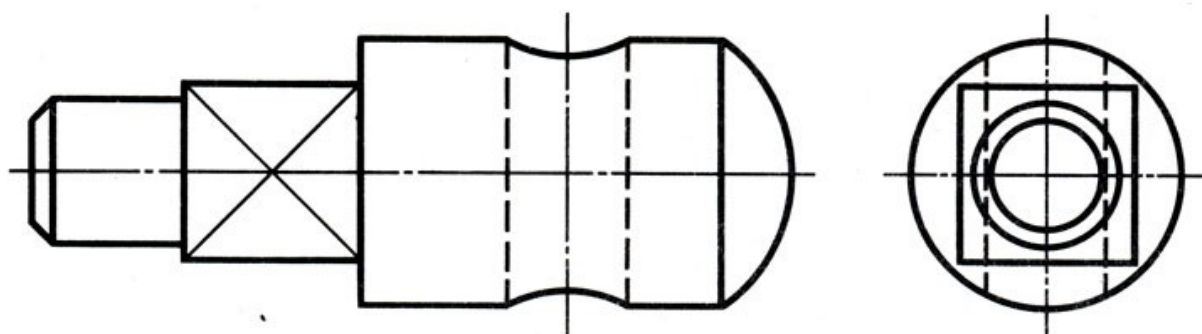


Рис. 8.15. Заготовка ключа

Форма детали состоит из усеченного конуса, цилиндра, куба, цилиндра, части шара (рис. 8.16, а). Из большего цилиндра удален элемент цилиндрической формы.

После такого анализа форму детали представить легче (рис. 7.16, б). Поэтому необходимо знать характерные особенности проекций геометрических тел.

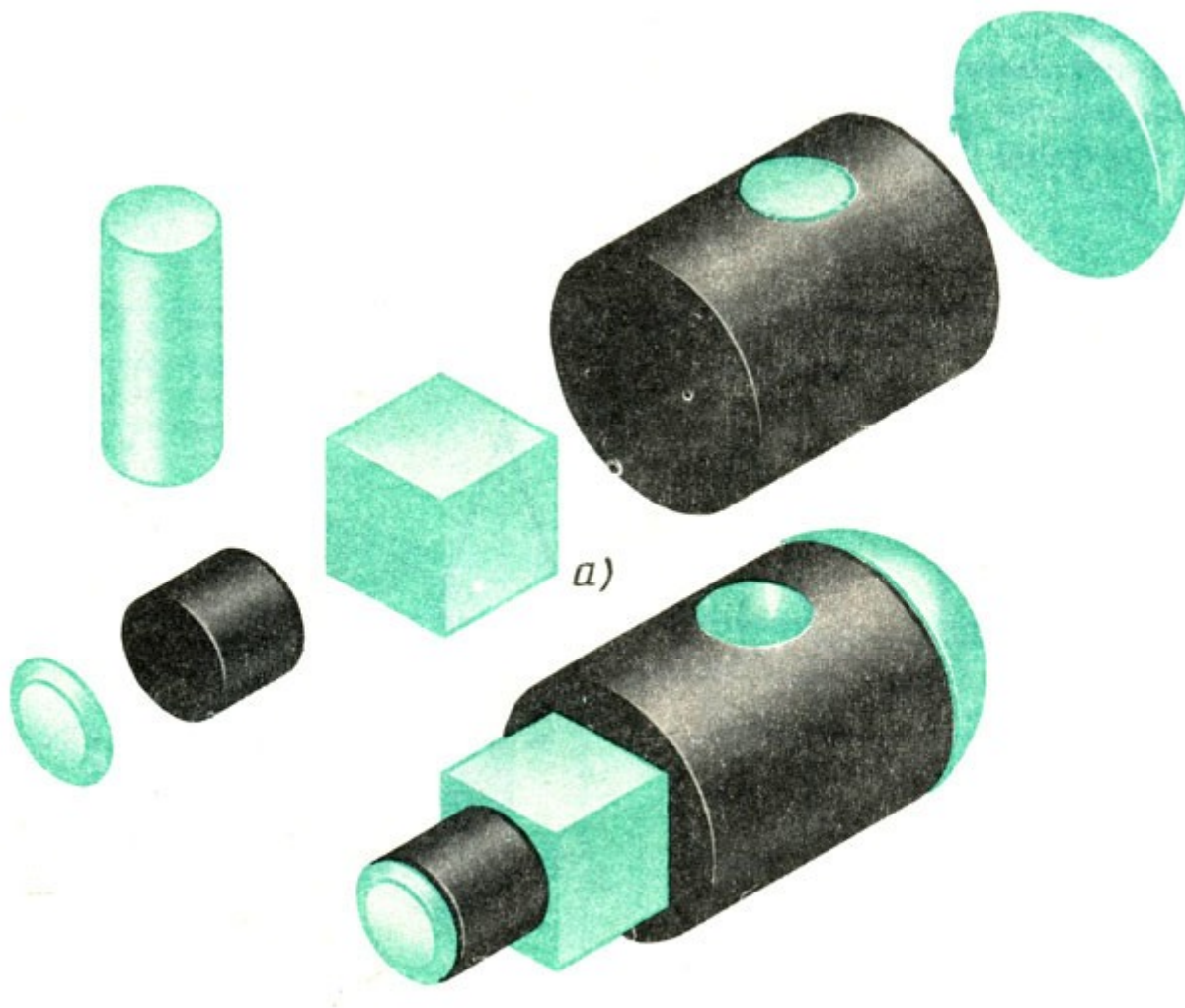


Рис. 8.16. Анализ геометрической формы заготовки ключа: а - элементы детали; б - общий вид детали

Цилиндр и конус. Проекции цилиндра и конуса показаны на рис. 7.17, а и б. Круги, лежащие в основаниях цилиндра и конуса, расположены параллельно горизонтальной плоскости проекций; проекции оснований на горизонтальную плоскость будут также кругами.

Фронтальная и профильная проекция цилиндра - прямоугольники, а конуса - равнобедренные треугольники.

На рис. 8.17 в, дан чертеж усеченного конуса, горизонтальная проекция которого представляет собой две окружности, а фронтальная проекция - равнобочную трапецию.

Выполнение чертежей цилиндра и конуса начинают с проведения осей симметрии.

Из рис. 8.17, а видно, что фронтальная и профильная проекции цилиндра одинаковы. То же можно сказать о проекциях конуса. Поэтому в данном случае

профильные проекции на чертеже лишние. На рисунке они даны лишь для того, чтобы показать, какую форму имеют все три проекции цилиндра и конуса.

Размеры цилиндра и конуса определяются высотой h и диаметром основания d . Для усеченного конуса указывают высоту h и диаметры обоих оснований D и d .

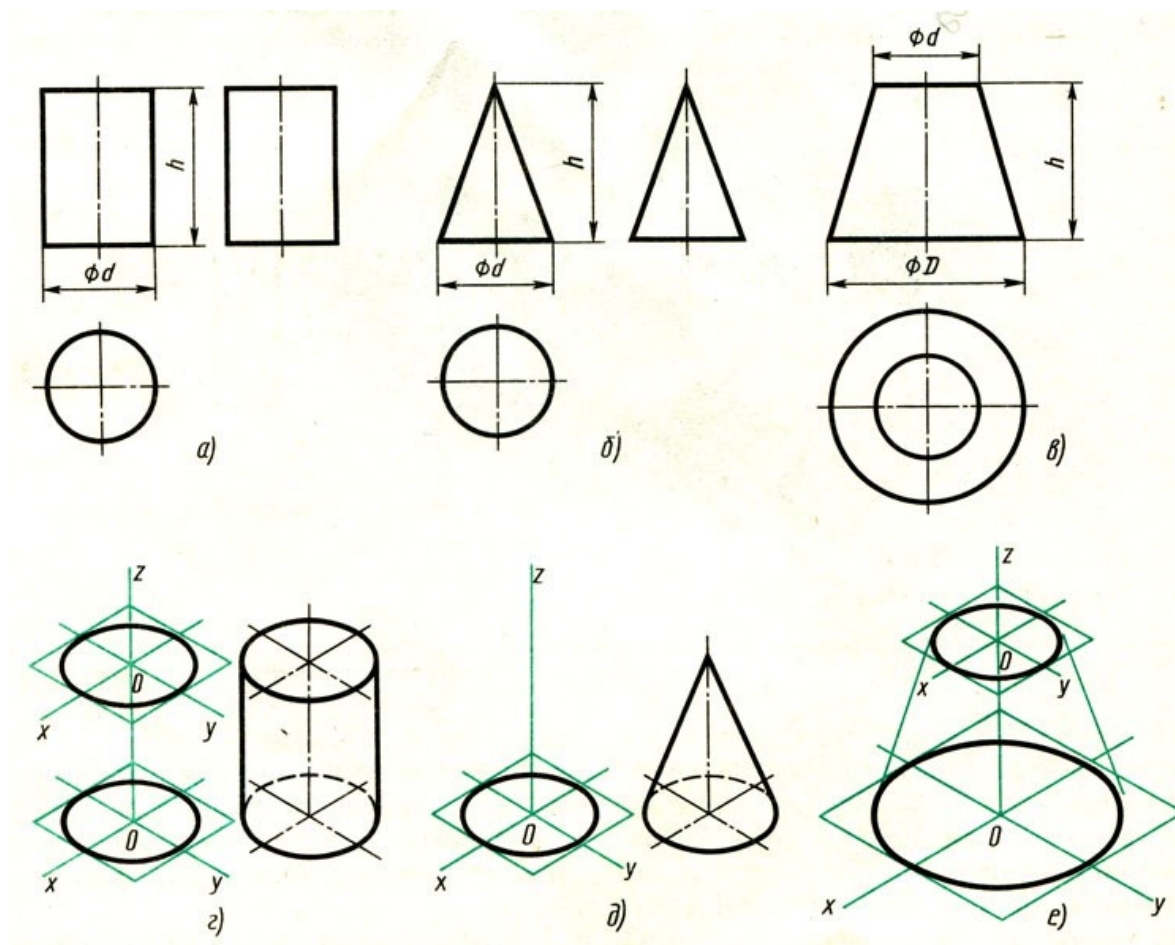


Рис. 8.17. Цилиндр и конус: а, б и в - комплексные чертежи; построения изометрической проекции; г, д и е - последовательность

Знак диаметра ϕ позволяет определять форму предмета и по одной проекции (рис. 8.18).

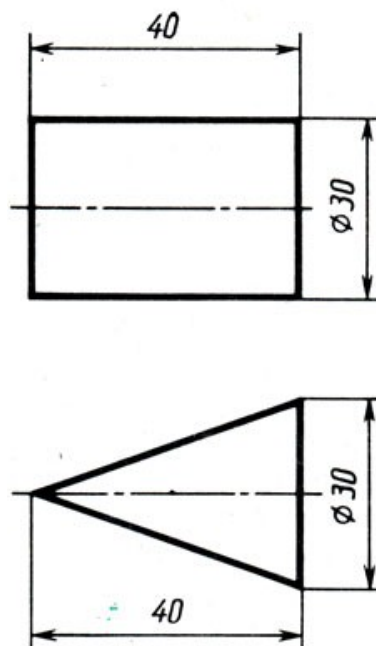


Рис. 8.18. Рациональное выполнение изображений цилиндра и конуса

Для построения изометрической проекции цилиндра и конуса (см. рис. 8.17, г и д) проводят оси x и y , на которых строят ромб со стороной, равной диаметру предмета, в ромб вписывают овал; вдоль оси z откладывают высоту предмета. Для цилиндра и усеченного конуса строят второй овал и проводят касательные к овалам.

Куб и прямоугольный параллелепипед. При проецировании куб располагают так, чтобы его грани были параллельны плоскостям проекций. Тогда на параллельных плоскостях грани изобразятся в натуральную величину, т. е. квадратами, а на перпендикулярных плоскостях - прямыми линиями. Проекциями куба являются три равных квадрата (рис. 8.19, а).

Построение изометрической проекции куба показано на рис. 8.19, в.

Прямоугольный параллелепипед проецируется подобно кубу. На рис. 8.19, б приведены три его проекции - прямоугольники.

На чертеже куба и параллелепипеда проставляют три размера: длину, высоту и ширину.

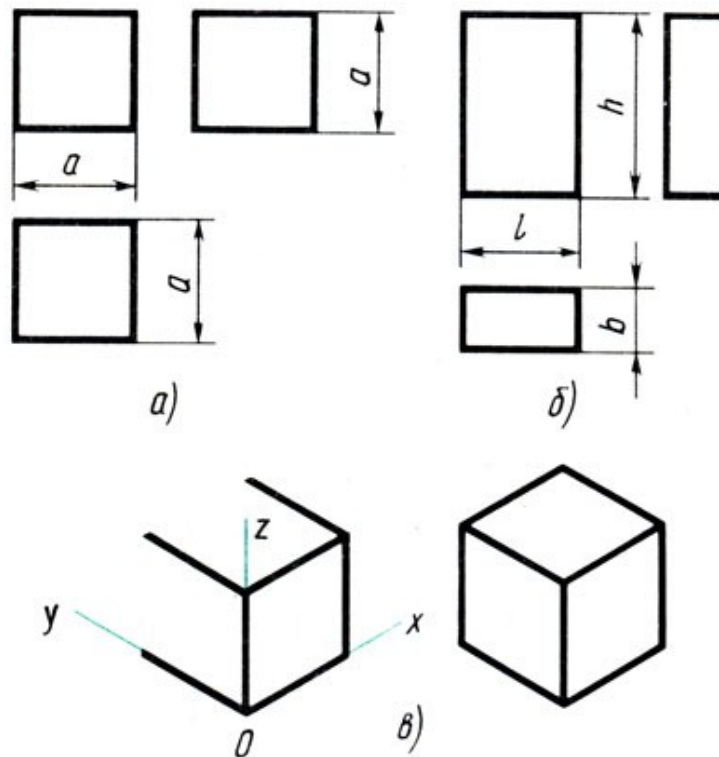


Рис. 8.19. Куб и прямоугольный параллелепипед: а и б - комплексные чертежи; в - последовательность построения изометрической проекции

На рис. 8.20, а приведено наглядное изображение детали, а на рис. 8.20, б дан ее чертеж. Деталь состоит из двух прямоугольных параллелепипедов, имеющих по две квадратные грани. Обратите внимание, как проставлены на чертеже размеры.

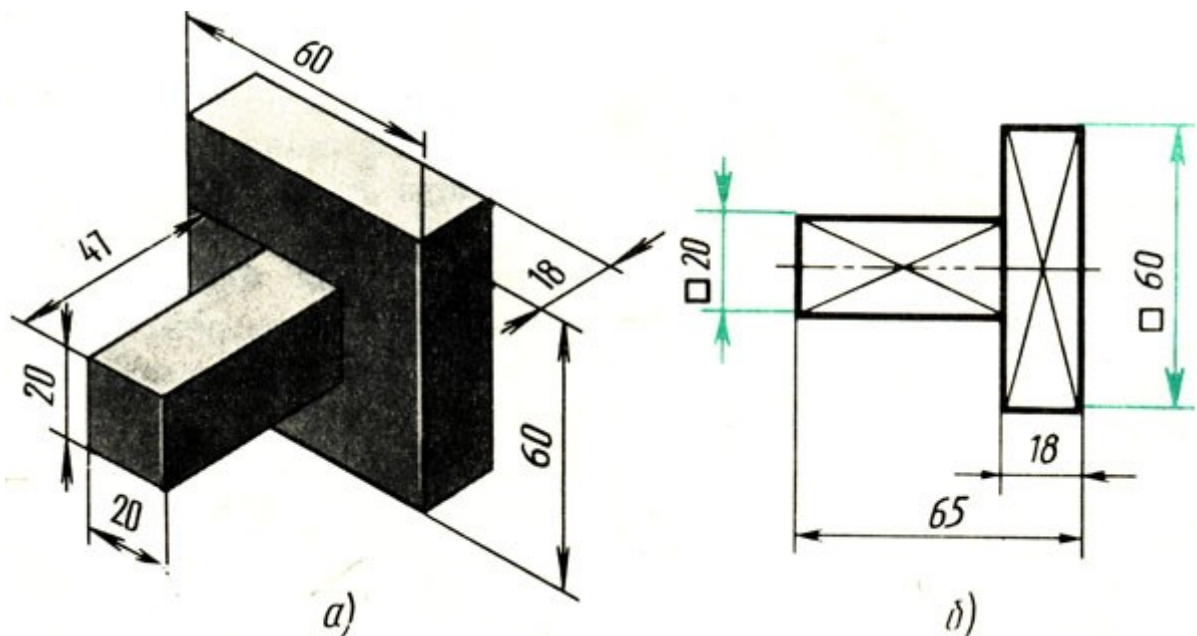


Рис. 8.20. Рациональное выполнение чертежа

Применение условного знака □ позволило вычертить деталь в одной проекции. Тонкие пересекающиеся линии на чертеже означают, что отмеченные ими поверхности - плоские.

Правильные треугольная и шестиугольная призмы. Основания призм, параллельные горизонтальные плоскости проекций, изображаются на ней в натуральную величину, а на фронтальной и профильной плоскостях - в виде прямых линий. Боковые грани изображаются в натуральную величину на плоскостях проекций, которым они параллельны, и в виде линий на тех плоскостях, которым они перпендикулярны (рис. 8.21, а и б). Грани, наклонные к плоскостям проекций, изображаются искаженными.

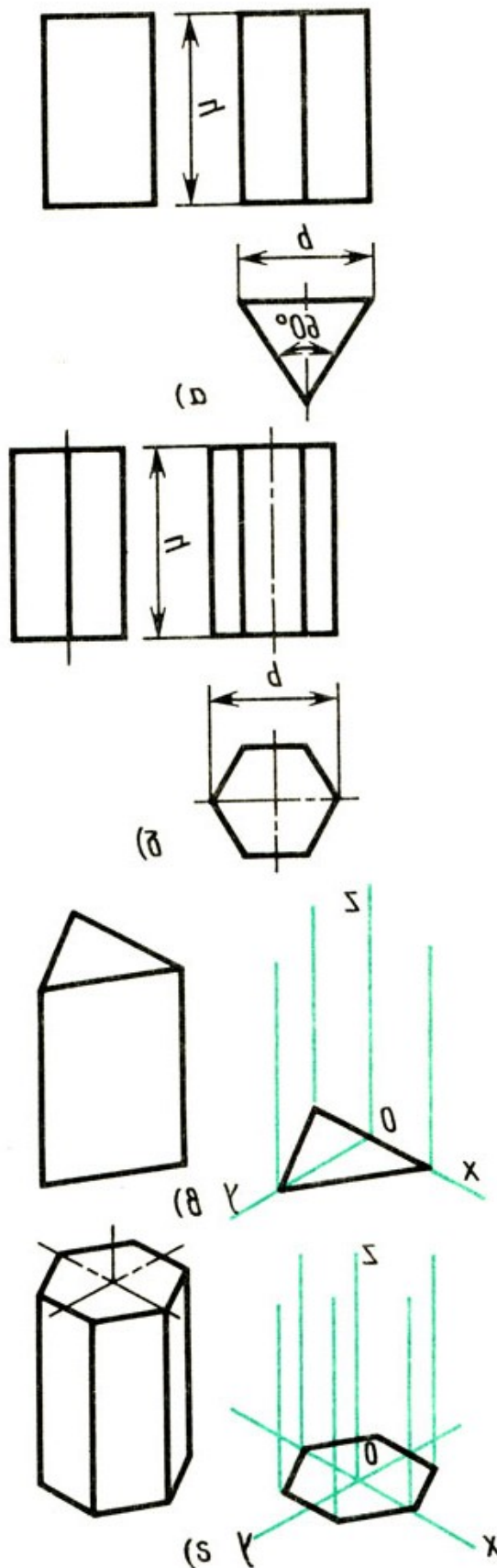


Рис. 8.21. Правильные призмы: а и б - комплексные чертежи; в и г - последовательность построения изометрической проекции

Размеры призм определяются высотой и размерами фигуры основания. Штрихпунктирными линиями на чертежах проводят оси симметрии.

Построение изометрии призм (рис. 8.21, в и г) начинают с основания. Затем из каждой вершины основания восстанавливают перпендикуляры, откладывают на них высоту и проводят линии, параллельные ребрам основания.

Выполнение чертежей начинают также с горизонтальной проекции.

Правильная четырехугольная пирамида. Квадратное основание пирамиды проецируется на горизонтальную плоскость в натуральную величину. На проекции основания пирамиды диагоналями изображаются боковые ребра, идущие от вершин основания к вершине пирамиды (рис. 8.22, а). Фронтальная и профильная проекции пирамиды - равнобедренные треугольники.

Размеры пирамиды определяются длиной b двух сторон основания и высотой h .

Построение изометрической проекции пирамиды (рис. 8.22, б) начинают с основания. Затем из центра полученной фигуры восстанавливают перпендикуляр, откладывают на нем высоту и соединяют полученную точку с вершинами основания.

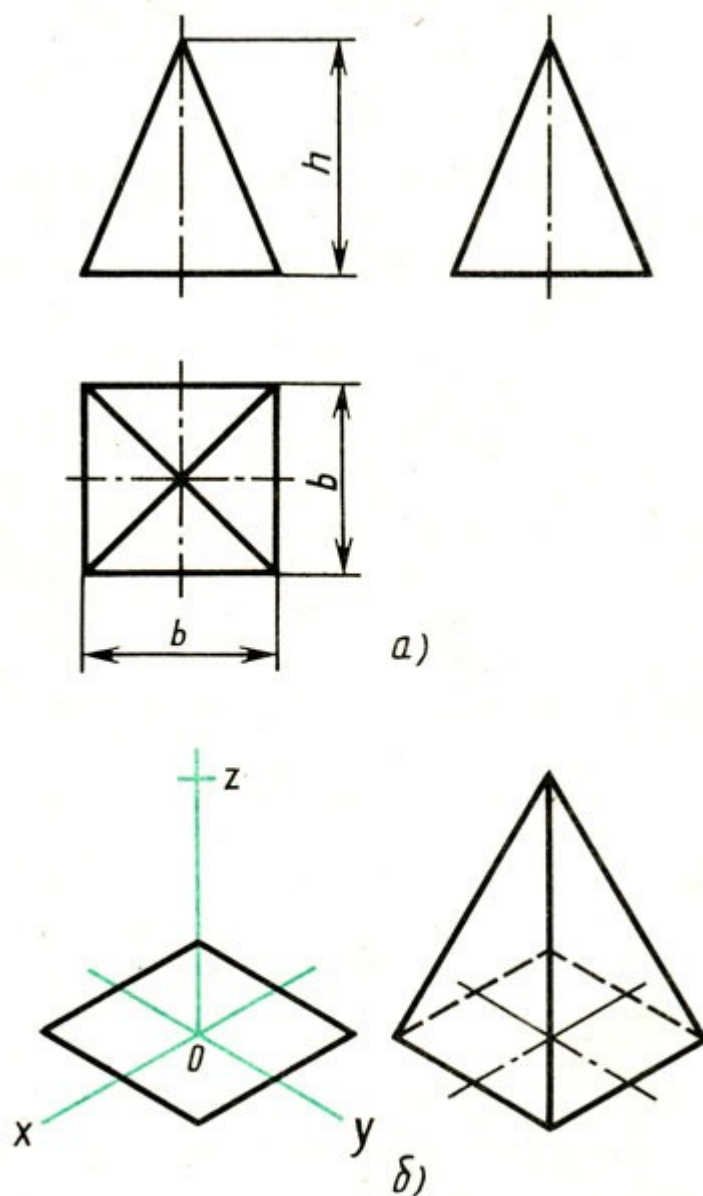


Рис. 8.22. Правильная пирамида: а - комплексный чертеж; б - последовательность построения изометрической проекции

Шар. Все проекции шара (рис. 8.23) - круги, диаметр которых равен диаметру шара. На каждой проекции проводят центровые линии.

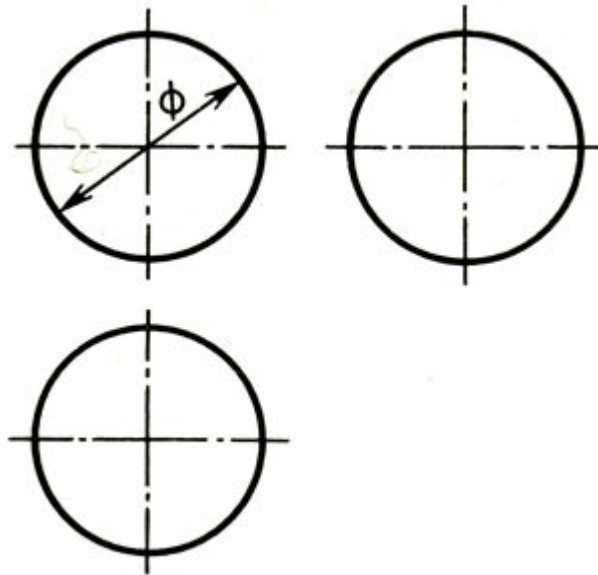


Рис. 8.23. Комплексный чертеж шара

Тор. На рис. 8.24, а даны две проекции тора (кругового кольца). На фронтальной проекции в натуральную величину изображается окружность, в результате вращения которой образуется тор. Горизонтальная проекция представляет собой две концентрические окружности. Радиус внешней окружности больше радиуса внутренней на величину, равную диаметру образующей окружности.

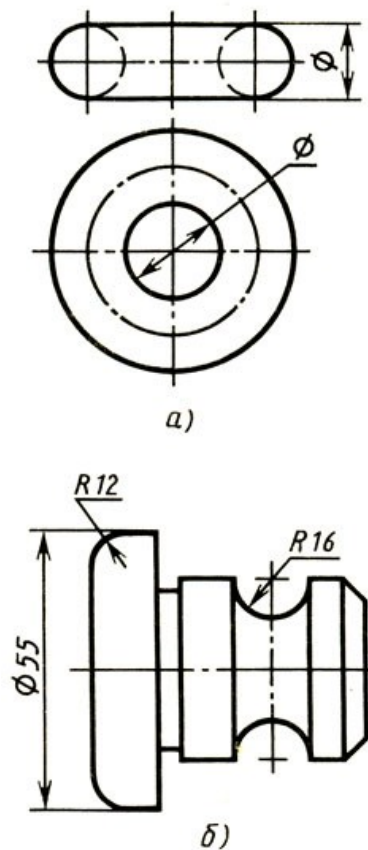


Рис. 8.24. Тор: а - две проекции; б - деталь, имеющая торовые поверхности

Размеры тора определяются диаметром (или радиусом) образующей окружности и внутренним (или наружным) диаметром кольца. На всех проекциях проводят

оси симметрии. Среди поверхностей детали, изображенной на рис. 8.24, б, есть две торовые поверхности. Радиус образующей окружности одного тора 16 мм, другого - 12 мм.

Ответьте на вопросы



1. В чем заключается анализ геометрической формы предметов? Каково его значение?
2. Что общего и в чем отличие между проекциями цилиндра и конуса?
3. Какую форму имеют проекции куба и прямоугольного параллелепипеда?
4. Что означают тонкие пересекающиеся линии на проекции предмета ?
5. Какую форму имеют проекции правильной треугольной и шестиугольной призм, правильной четырехугольной пирамиды?
6. Сколькими и какими размерами определяется величина цилиндра, конуса, куба, параллелепипеда, правильных треугольной и шестиугольной призм, правильной четырехугольной пирамиды, шара, тора?
7. Для каких геометрических тел при наличии размеров можно ограничиться одной проекцией?
8. У каких геометрических тел все проекции одинаковы?

Задания

Упражнение 1



Вычертите по три проекции и выполните технические рисунки следующих геометрических тел: цилиндра, конуса, правильных треугольной и шестиугольной призм и пирамиды. При выполнении чертежей не забудьте провести осевые и центровые линии. Правильно нанести размеры, следуя примерам, данным на рис. 8.17, а и б; 8.21, а и б; 8.24, а. Величину деталей определите обмериванием изображений на этих рисунках. Чертежи выполните в масштабе 5 : 1.

Упражнение 2

Рассмотрите чертежи, приведенные на рис. 8.25, а - в, и ответьте на следующие вопросы применительно к каждому чертежу:

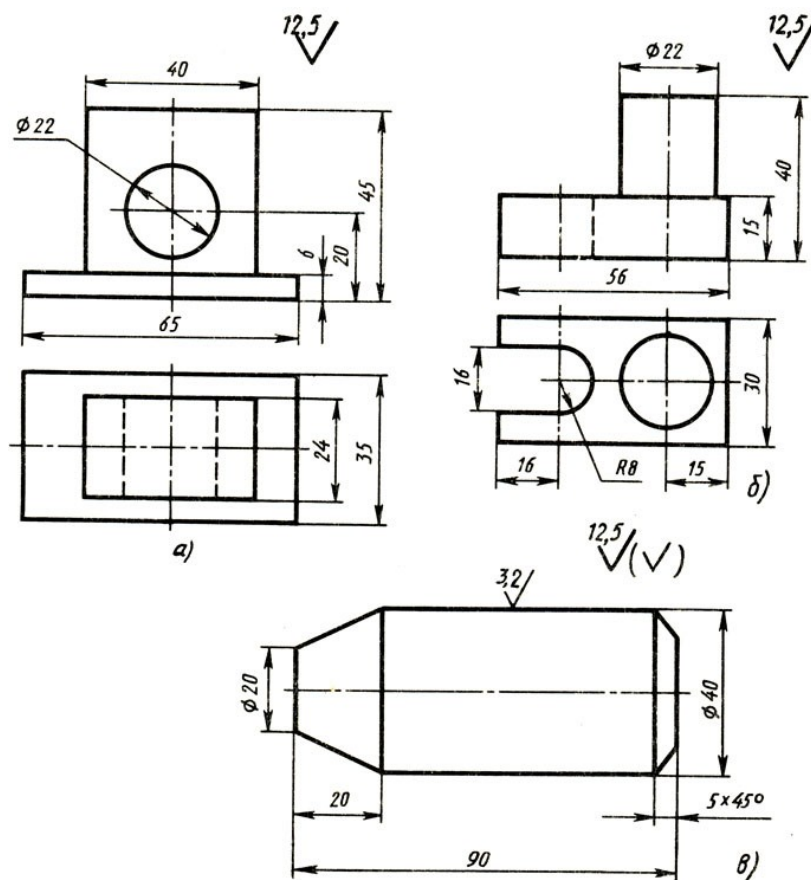


Рис. 8.25. Задания для упражнений

1. Какие виды даны на чертеже?
2. Из каких геометрических тел состоит деталь?
3. Каковы размеры каждого геометрического тела?
4. Какова шероховатость поверхностей детали? Выполните чертежи геометрических тел, на которые можно расчленить деталь, и технический рисунок детали.

Практическое занятие № 9

Тема: Способы преобразования проекций.

Цели работы:

1. Познакомиться с методами преобразования проекций;
2. Изучить способы, позволяющие определять на чертеже действительную величину отрезка прямой и плоской фигуры.
- 3) Получить практические навыки по построению прямой и плоской фигуры на комплексном чертеже.

Форма работы: Графическая работа

Количество часов на выполнение: 2ч.

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru [www/biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов,-2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- обстоятельно с достаточной полнотой подошёл к выбору материала;
- удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- неполно, но правильно выполнено задание;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- неполно, недостаточно ответственно подошёл к выбору материала;

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Теоретические сведения

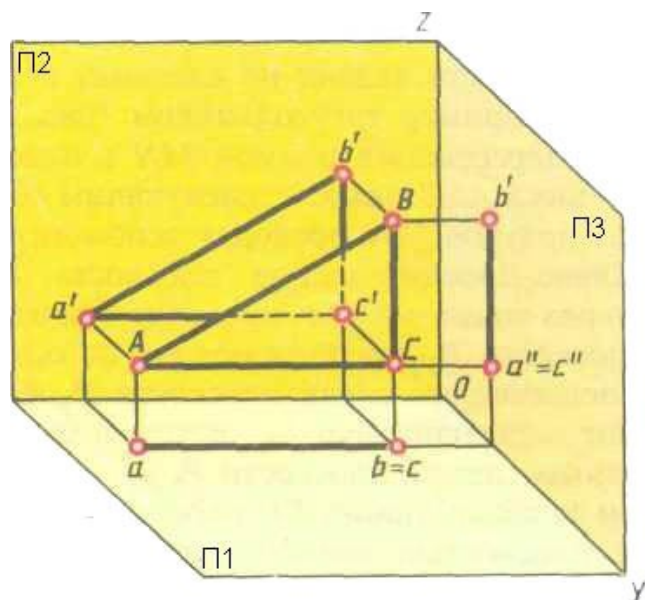
На чертежах некоторые элементы изображаются в искаженном виде. В некоторых случаях требуется определить действительную величину этих элементов, например, при выполнении чертежей разверток поверхностей геометрических тел.

Изучая прямоугольное проецирование отрезков прямых или плоских кривых линий, а также фигур (треугольника, круга и др.) на три плоскости Π_2 , Π_1 и Π_3 , можно отметить, что действительные размеры и виды этих линий и фигур получаются на той плоскости проекций, параллельно которой расположены эти линии и фигуры (рис. 116). Например, отрезок прямой AB , параллельный плоскости Π_2 (отрезок фронтали), проецируется в действительную длину на плоскость V или, иначе, длина фронтальной проекции $a'b'$ отрезка фронтали равна действительной длине этого отрезка.

Если плоскость фигуры, например, треугольника ABC , параллельна фронтальной плоскости проекций, то фронтальная проекция $a'b'c'$ является его действительной величиной.

В техническом черчении иногда приходится по данным прямоугольным проекциям (комплексному чертежу) детали определять действительную величину какого-либо элемента этой детали, расположенного в плоскости общего положения. Для этого применяются особые способы построения, цель которых получить новую проекцию элемента детали, представляющую собой его действительную величину.

Таковыми способами являются: способ вращения, способ совмещения (частный случай предыдущего способа) и способ перемены плоскостей проекций.



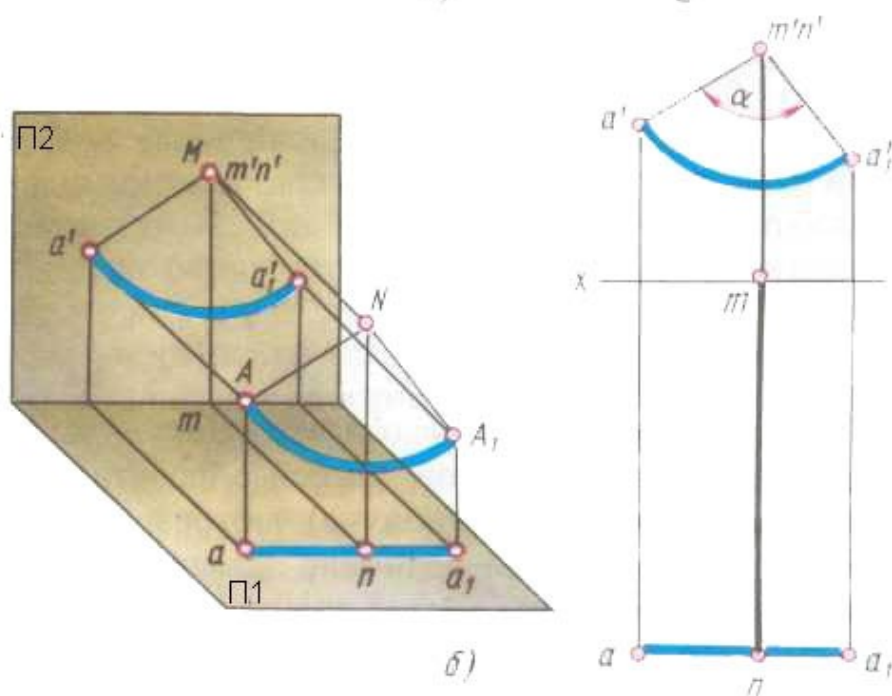
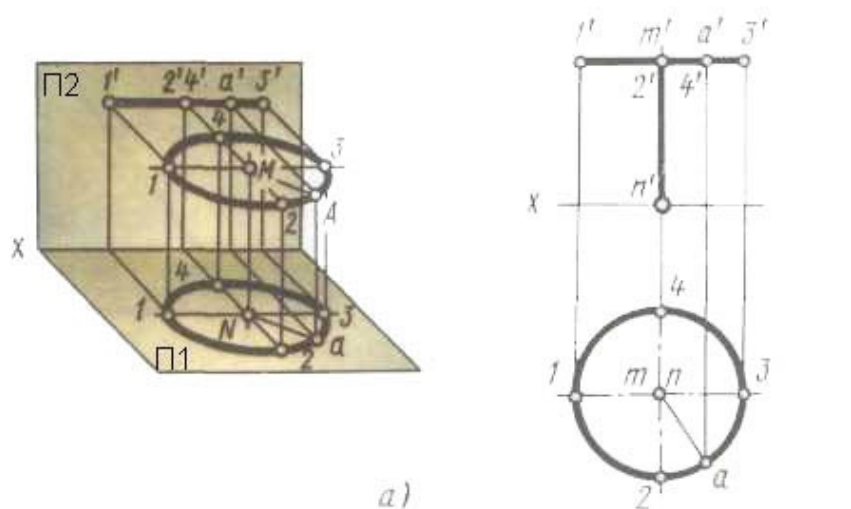
СПОСОБ ВРАЩЕНИЯ

Способ вращения заключается в том, что заданные точка, линия или плоская фигура вращаются вокруг оси, перпендикулярной к одной из плоскостей проекций, до требуемого положения относительно какой-либо плоскости проекций. Если вращается фигура или тело, то каждая их точка будет перемещаться по окружности.

Рассмотрим вращение простейшего геометрического элемента - точки A (рис. 117, а)). Пусть ось вращения MN будет перпендикулярна плоскости Π_1 . При вращении вокруг оси MN точка A перемещается по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Точка пересечения этой плоскости с осью называется центром вращения.

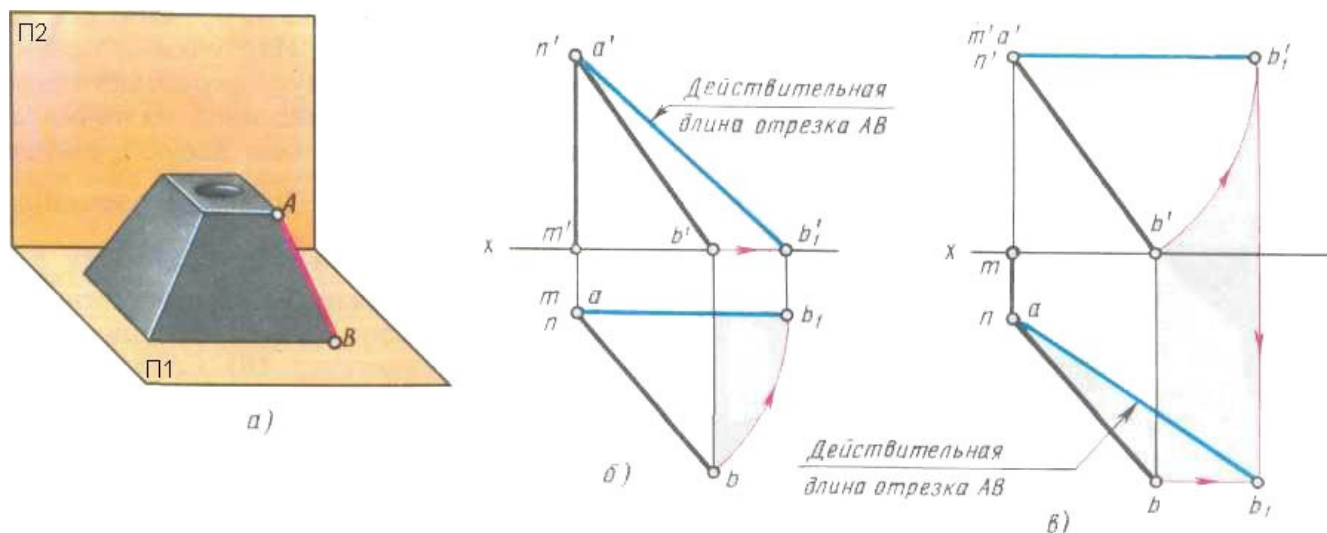
Так как окружность, по которой движется точка A , расположена в плоскости, параллельной плоскости Π_1 , то горизонтальная проекция этой окружности является ее действительным видом, а фронтальная проекция - отрезком прямой, параллельной оси x . Длина этого отрезка равна диаметру окружности, лежащей в плоскости вращения.

Таким образом, при вращении точки A вокруг оси, перпендикулярной какой-либо плоскости проекций, проекция точки на эту плоскость перемещается по окружности, а вторая проекция - по прямой, параллельной оси проекций.



Повернем данную точку A вокруг оси MN , перпендикулярной плоскости Π_2 , на заданный угол α . Для этого на комплексном чертеже необходимо выполнить следующие построения (рис. 9.1, б)). Фронтальную проекцию оси вращения — точку $m' n'$ — соединяют прямой линией с

фронтальной проекцией a' точки A и получают отрезок $m'a'$, равный действительной величине (длине) радиуса окружности вращения. Этим радиусом из центра m' описывают дугу окружности вращения (рис. 8.1, б)). На плоскости V строят угол α , одна из сторон которого является радиусом вращения $a'm'$. На пересечении дуги окружности вращения с другой стороной угла α получаем точку ax — новую фронтальную проекцию точки A . Новую горизонтальную проекцию точки A находят, проводя вертикальную линию связи из точки a до пересечения с прямой, проведенной из точки a параллельно оси x .



Вращение отрезка прямой вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций, можно рассматривать как вращение двух точек этого отрезка.

Построения на комплексном чертеже упрощаются, если ось вращения провести через какую-либо конечную точку вращаемого отрезка прямой. В этом случае достаточно повернуть только одну точку отрезка, так как другая точка, расположенная на оси вращения, остается неподвижной.

Пусть требуется определить способом вращения действительную длину отрезка AB прямой общего положения (рис. 9.2, а)).

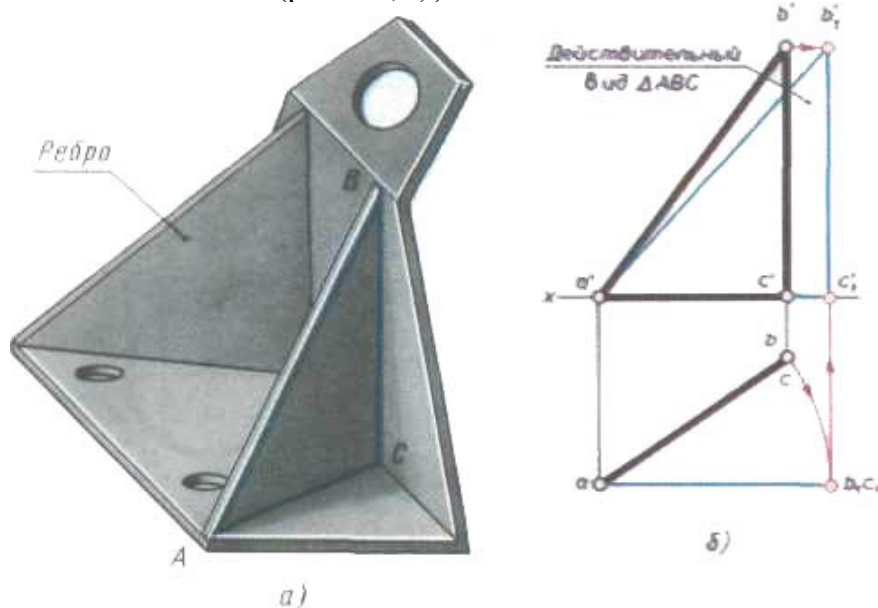


Рис. 9.3

Через конец отрезка A (рис. 9.2, б)) проводят ось вращения MA перпендикулярно плоскости Π_1 . Относительно этой оси вращается второй конец отрезка — точка B . Чтобы получить на

комплексном чертеже действительную длину отрезка, надо повернуть его так, чтобы он был параллелен плоскости П2.

После вращения горизонтальная проекция отрезка должна быть параллельна оси x , поэтому на этой плоскости проекций и начинается построение. Из точки a радиусом ab описывают дугу окружности до пересечения с прямой, проведенной из точки a параллельно оси x (рис. 9.2, б)). Точка пересечения b_1 - новая горизонтальная проекция точки В. Фронтальную проекцию b'_1 точки В находят, проводя вертикальную линию связи из точки b_1 до пересечения с прямой, проведенной из точки b' параллельно оси x (в данном случае эта прямая совпадает с осью x). Соединив точки b'_1 и a' , на плоскости П2 получают действительную длину $a'b'$ отрезка АВ.

Эту задачу можно решить вращением отрезка АВ относительно оси, перпендикулярной плоскости П2. Через конец отрезка А проводят ось вращения MN (рис. 9.2, б)). Из точки a' радиусом, равным $a'b'$, проводят дугу окружности до пересечения с прямой, проведенной из точки a' параллельно оси x , и получают новую фронтальную проекцию b'_1 точки В. Проведя из точки b прямую, параллельную оси x , а через точку b'_1 вертикальную линию связи, на их пересечении получают новую горизонтальную проекцию b_1 точки В (после поворота отрезка АВ). Соединив точки b_1 и a , находят действительную длину ab_1 отрезка АВ.

Способом вращения можно определить действительный вид фигуры. На рис. 9.3, а) изображена стойка поддерживающего ролика ленточного конвейера. Пусть требуется определить действительный вид ребра стойки ролика — прямоугольного треугольника ABC.

Как видно из рис. 9.3, плоскость треугольника горизонтально-проецирующая, поэтому действительный вид треугольника можно получить на плоскости П2 вращением этого треугольника вокруг вертикальной оси до тех пор, пока плоскость треугольника не станет параллельной плоскости П2.

На комплексном чертеже (рис. 9.3, б)) ось вращения, перпендикулярная плоскости П1, проведена через вершину треугольника А. Вращаются одновременно две вершины треугольника — В и С. После поворота новая горизонтальная проекция треугольника $a_1b_1c_1$ должна быть параллельна оси x . Фронтальные проекции — точки b'_1 и c'_1 — вершин В и С после поворота находят, проводя вертикальные линии связи из точек c_1 и b_1 . Соединив точки a' , b'_1 и c'_1 , получим на плоскости П2 действительный вид треугольника ABC.

Способом вращения на комплексном чертеже можно найти действительный вид фигуры криволинейного контура, например, лопасти мешалки (рис. 9.4, б)). На рис. 9.4, а) дано наглядное изображение одной лопасти этой мешалки и части вала. Так как лопасть расположена под углом к оси вала, на котором она установлена, а ось вала на комплексном чертеже должна быть параллельна оси x , то на фронтальной и профильной проекциях лопасть будет изображена в искаженном виде.

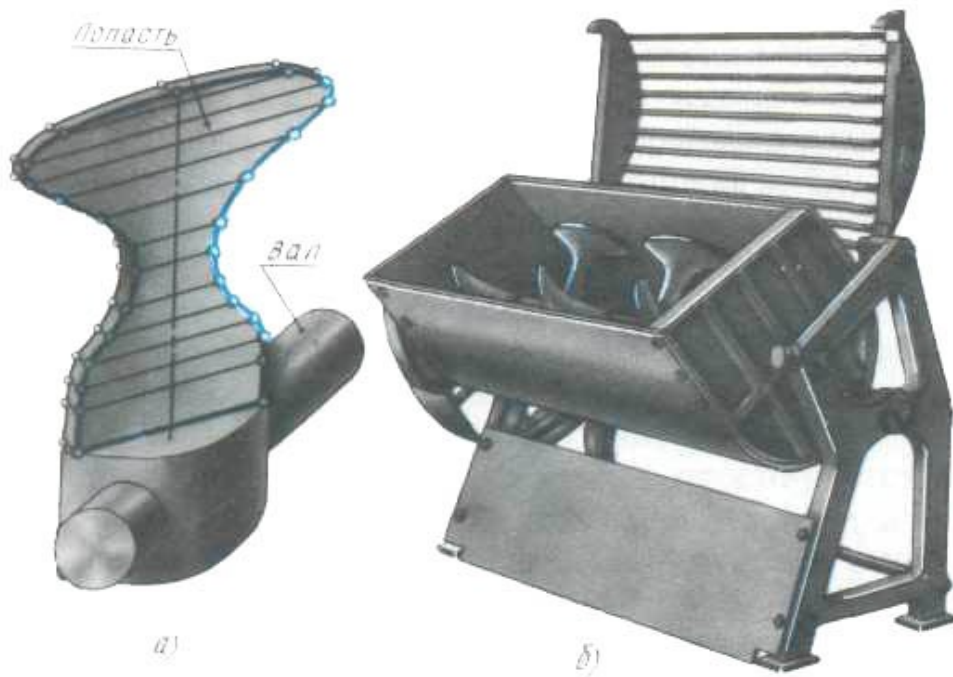


Рис. 9.4

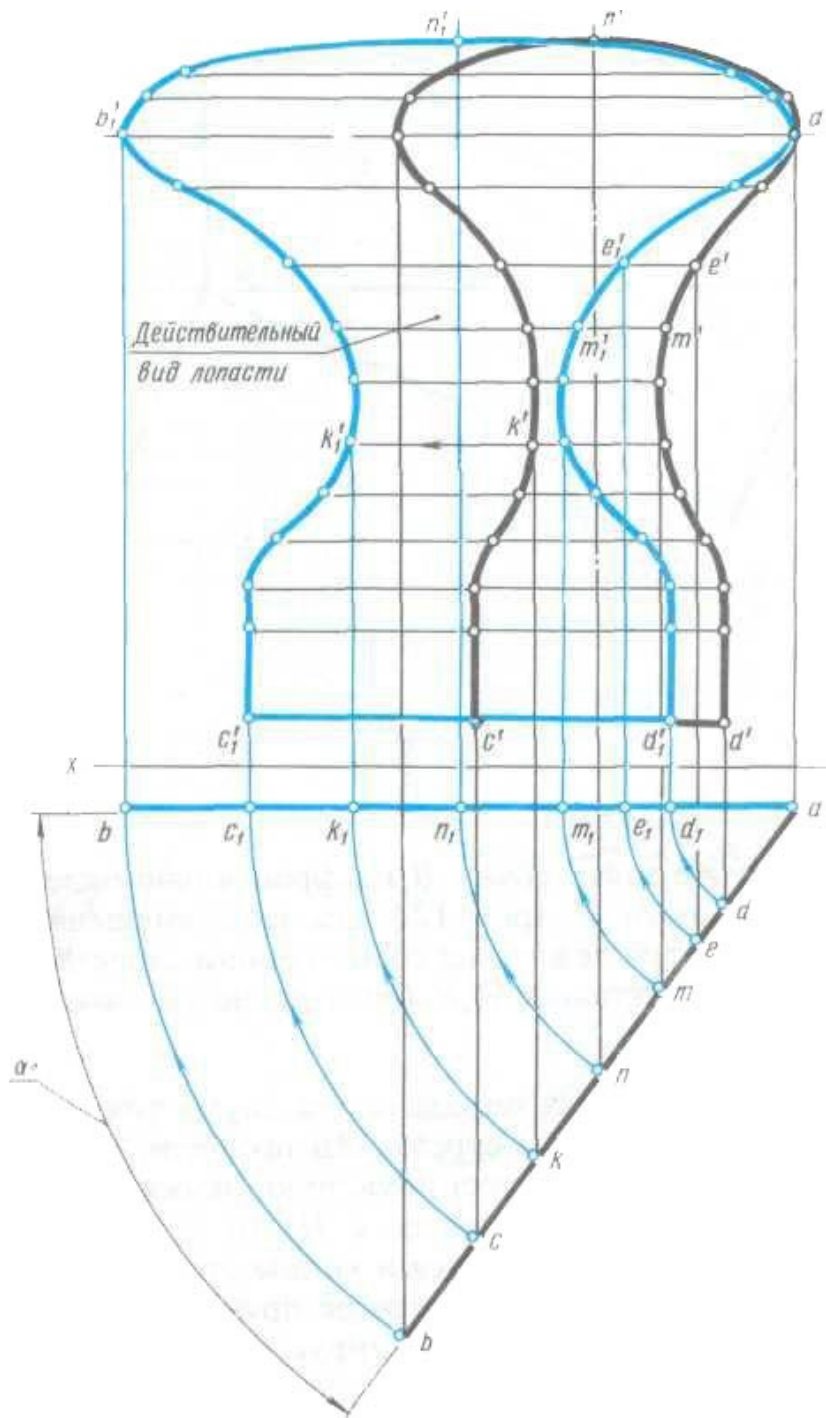


Рис. 9.5

Действительный вид контура лопасти находят вращением лопасти вокруг оси, перпендикулярной плоскости Π_1 . Для этого на фронтальной проекции контура берут несколько произвольных точек - a' , e' , m' , d' , c' , p' (рис. 9.5). Проводя из этих точек вертикальные линии связи, находят их горизонтальные проекции - a , e , m , d , c , k , n , которые будут располагаться на горизонтальной проекции контура лопасти, т.е. на прямой ab , наклонной под углом α к оси x . Вертикальная ось вращения проведена через точку A . Горизонтальную проекцию ab контура лопасти поворачивают вокруг центра вращения (точки a) на угол α и получают новую горизонтальную проекцию ab_1 лопасти.

Для определения новой фронтальной проекции какой-либо точки контура, например точки b'_1 , через точку b_1 проводят вертикальную линию связи до пересечения с прямой, проведенной из b' параллельно оси x . Также находят и остальные новые фронтальные проекции точек контура - e'_1 , m'_1 , d'_1 , c'_1 , k'_1 , p'_1 . Соединяя их плавной кривой по лекалам, получим действительный вид контура лопасти.

Для определения новой фронтальной проекции какой-либо точки контура, например точки $b'1$, через точку $b1$ проводят вертикальную линию связи до пересечения с прямой, проведенной из b' параллельно оси x . Также находят и остальные новые фронтальные проекции точек контура - $e'1, m'1, d'1, c'1, k'1, p'1$. Соединяя их плавной кривой по лекалам, получим действительный вид контура лопасти.

СПОСОБ СОВМЕЩЕНИЯ

Способ совмещения заключается в том, что плоскость, заданную следами, вращают вокруг одного из следов этой плоскости до совмещения с соответствующей плоскостью проекций, например, вокруг следа P_H до совмещения с горизонтальной плоскостью проекций (рис. 9.6, а)). Изображения отрезка прямой или плоской фигуры, лежащей в заданной плоскости P , получают-ся без искажения.

Построения на комплексном чертеже упрощаются, если через совмещаемые геометрические элементы можно провести какую-либо проецирующую плоскость, например горизонтально-проецирующую. При любом расположении горизонтально-проецирующей плоскости P относительно Π_2 и Π_1 ее следы после совмещения будут располагаться под прямым углом (рис. 122, а) и б)). Совмещая горизонтально-проецирующую плоскость с плоскостью Π_1 вращением около горизонтального следа P_H , видим, что совмещенный фронтальный след P_{V1} находится под прямым углом к неподвижному горизонтальному следу P_H (рис. 9.6, б)).

Если на горизонтальном следе P_H , который является осью вращения горизонтально-проецирующей плоскости P и, следовательно, неподвижен, взять какую-либо точку, то после совмещения плоскости P с плоскостью Π_1 положение точки не изменится.

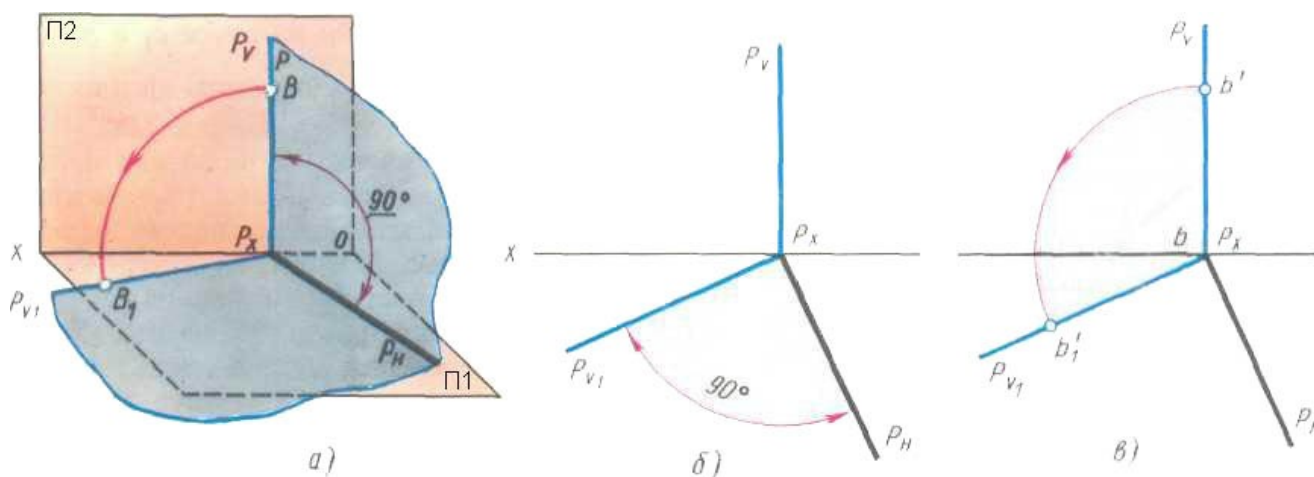


Рис. 9.6

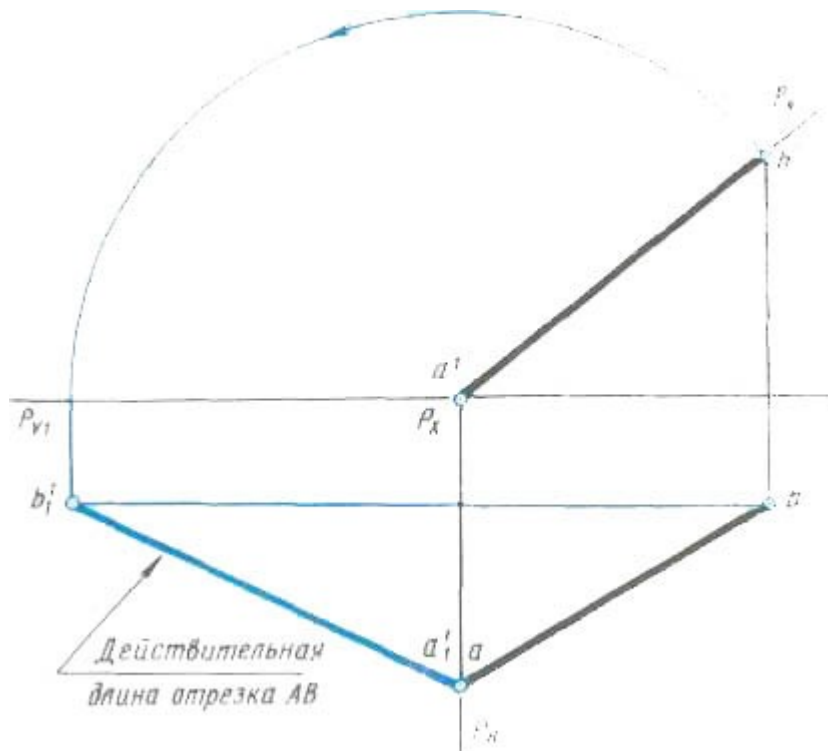


Рис. 9.7

Если же взять точку В на фронтальном следе P_v плоскости P (рис. 9.6, б)), то совмещенная точка В будет лежать на совмещенном следе P_v1 , при этом расстояние Rxb' будет равно расстоянию

$Rxb'1$.

Отрезок прямой определяется двумя точками. Поэтому, если через отрезок АВ провести, например, фронтально-проецирующую плоскость P (рис. 9.7) и совместить ее с Π_1 , то при этом с плоскостью Π_1 совместятся и концы этого отрезка - точки А и В, т.е. весь отрезок прямой. Тогда на плоскости Π_1 отрезок спроецируется без искажения.

Таким образом, задача определения действительной длины отрезка прямой АВ способом совмещения решается следующим путем.

Через точку a (рис. 9.7), расположенную на плоскости Π_1 , проводят перпендикулярно оси x горизонтальный след R_h фронтально-проецирующей плоскости P . Через точки a' и b' проводят след P_v . Плоскость P совмещают с плоскостью Π_1 , совмещенное положение следа P_v совпадает с осью x . Из точки R_x радиусом Rxb' делают засечку дугой окружности на совмещенном следе P_v1 и из точки пересечения восстанавливают перпендикуляр к оси x . Из точки b опускают перпендикуляр на след R_h и, продолжая его до пересечения с прямой, перпендикулярной оси x , получают совмещенное положение точки В - точку $b'1$. Соединив точки $a'1$ и $b'1$ находят совмещенное положение отрезка АВ, которое и будет его действительной длиной.

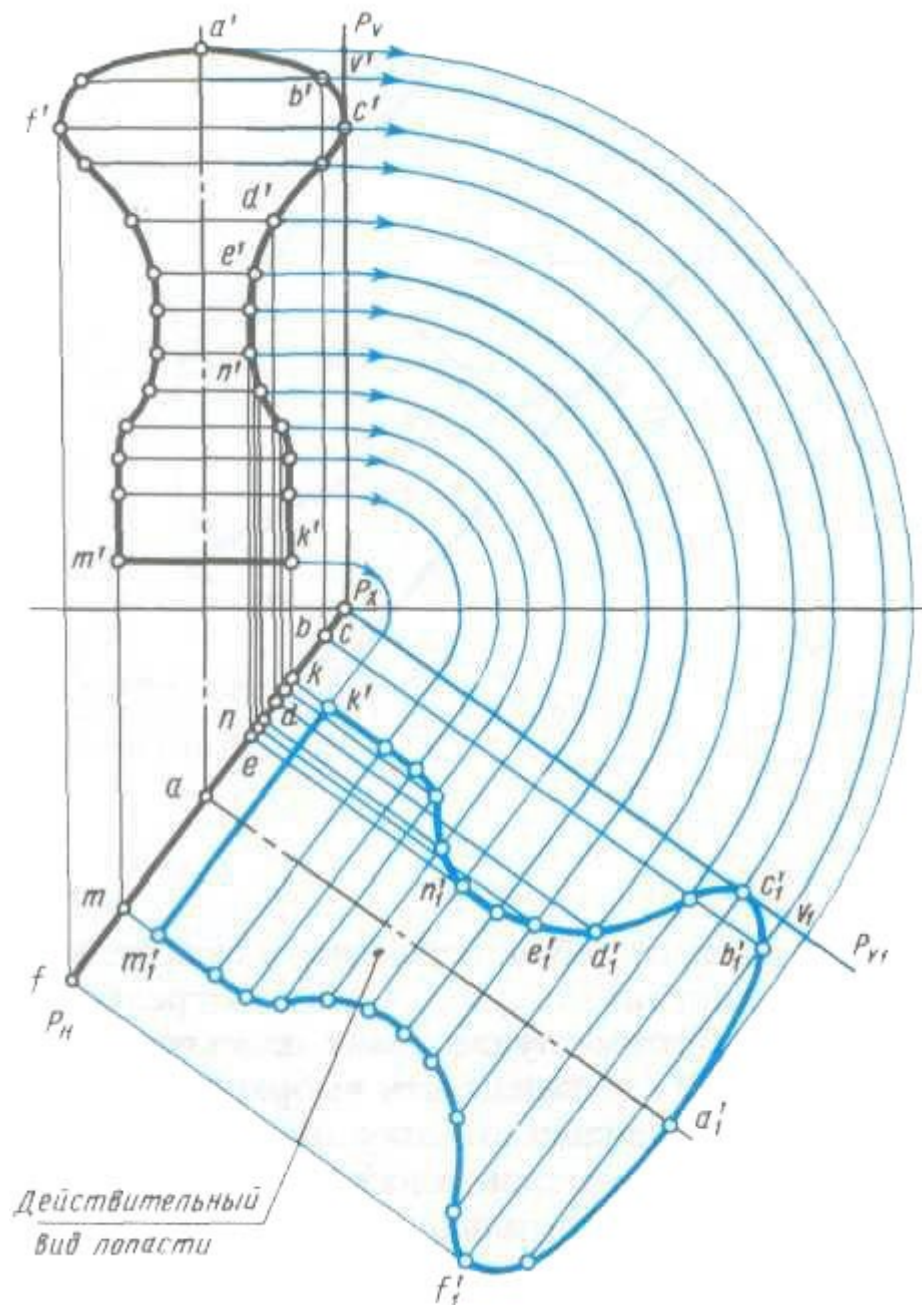


Рис. 9.8

Определение действительного вида фигуры криволинейного контура, например лопасти мешалки, способом совмещения показано на рис. 9.8.

Проводят вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость, заданную следами P_v и P_n . Затем на контуре фигуры берут несколько произвольно расположенных точек А, В, С, ..., через которые проводят горизонтали этой плоскости. Плоскость Р совмещают с плоскостью Π_1 вместе с горизонталями. На совмещенных горизонталях находят точки a_1' , b_1' , c_1' , ..., которые соединяют плавной кривой и получают действительный вид контура лопасти.

Например, для совмещения с плоскостью Π_1 точки В криволинейного контура через точку В проводят горизонталь плоскости Р. Фронтальная проекция горизонтали параллельна оси x ;

горизонтальная проекция горизонтали совпадает с горизонтальным следом P_n . Затем эту горизонталь совмещают с плоскостью Π_1 . Совмещение произведено таким образом. Фронтальная проекция горизонтали пересекает фронтальный след P_v плоскости P в точке v' , которая является фронтальным

следом горизонтали. Совмещенное положение этого следа находится на совмещенном фронтальном следе P_{v1} в точке v_1 . Из точки v , проведена прямая, параллельная P_v , которая и будет совмещенным положением горизонтали, проходящей через точку B .

Из горизонтальной проекции $b'1$ точки восстановлен перпендикуляр к P_n и продолжен далее до пересечения с совмещенной горизонталью в точке $b'1$. Эта точка и будет являться искомым совмещенным положением точки B с плоскостью Π_1 .

СПОСОБ ПЕРЕМЕНЫ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

Способ перемены плоскостей проекций заключается в том, что одна из плоскостей проекций заменяется новой, на которую проецируются данная точка, отрезок или фигура. В отличие от двух предыдущих способов эти элементы не меняют своего положения в пространстве. Например, фронтальная плоскость проекций Π_2 может быть заменена новой плоскостью проекции V_1 (рис. 9.9, а)), причем плоскость v_1 должна быть так же, как и плоскость Π_2 , перпендикулярна плоскости Π_1 .

На комплексном чертеже (рис. 8.9, б)) новая ось проекций x_1 , которая образуется при пересечении новой плоскости V_1 с плоскостью Π_1 . Новая система плоскостей проекций обозначается $--V_1/\Pi_1$

На наглядном изображении проекций точки A (рис. 8.9, а)) видно, что при перемене фронтальной плоскости проекций Π_2 на новую V_1 расстояние от новой фронтальной проекции $a'1$ точки A до новой оси проекций x_1 равно расстоянию от фронтальной проекции a' точки A до оси проекции x , т.е. координате zA . Это правило надо запомнить. В дальнейшем оно применяется при решении различных задач способом перемены плоскостей проекций.

Таким образом, при замене плоскости Π_2 на плоскость V_1 на комплексном чертеже прежде всего должна быть проведена новая ось проекций x_1 (рис. 8.9, б)), а затем построена новая фронтальная проекция точки. Для этого из горизонтальной проекции a точки A опускают перпендикуляр на новую ось проекций x_1 и на продолжении этого перпендикуляра откладывают от новой оси координату zA . В результате получают новую фронтальную проекцию $a'1$ точки A .

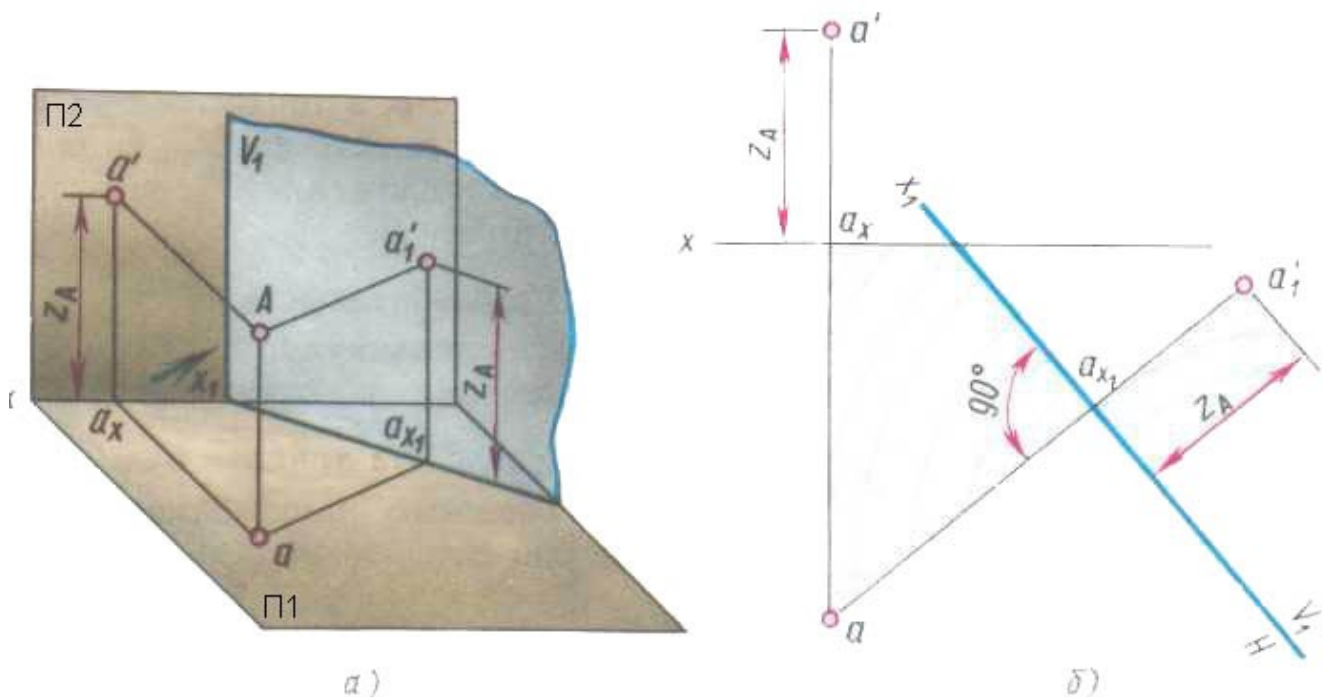


Рис. 8.9

Определим способом перемены плоскостей проекций действительную длину отрезка АВ (рис. 8.11). В этом случае новая плоскость проекций V1 или Н1 должна быть выбрана так, чтобы она была параллельна отрезку АВ. Иначе отрезок АВ относительно новой плоскости проекций должен быть или фронталью (при замене плоскости П2 на плоскость V1), или горизонталью (при замене плоскости П1 на плоскость Н1).

Решим эту задачу двумя вариантами.

Первый вариант. Заменим плоскость П2 новой фронтальной плоскостью проекций V1 (рис. 8.11, а)).

Для упрощения построений новая ось проекций x_1 может совпадать с горизонтальной проекцией ab отрезка прямой. Координата z_B точки В равна нулю (так как точка В расположена на плоскости

П1), поэтому новая фронтальная проекция $b'1$ совпадает с горизонтальной проекцией b .

Новая горизонтальная проекция $a'1$ точки А находится на перпендикуляре, восстановленном к новой оси проекций x_1 . Отрезок $a'1a$, отложенный на этом перпендикуляре, равен расстоянию от прежней фронтальной проекции a' точки А до прежней оси x или координате z_A точки А. Соединив точки $a'1$ и $b'1$, получим действительную длину отрезка АВ.

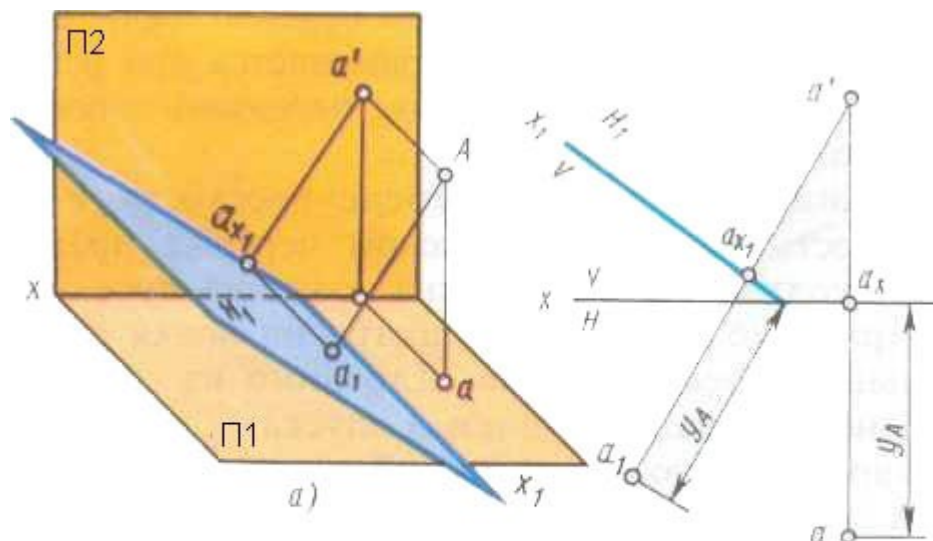


Рис. 8.10

Второй вариант. Заменяем плоскость П1 новой горизонтальной плоскостью проекций Н1 (рис. 8.11, б)). Новую ось проекций x_1 проведем (для упрощения построений) через фронтальную проекцию отрезка $a'b'$. Координату y_A откладываем на перпендикуляре к новой оси x_1 от точки a' , а координату y_B - от точки b' . Отложив эти координаты, получаем новые горизонтальные проекции a_1 и b_1 точек А и В. Соединив точки a_1 и b_1 на новой горизонтальной плоскости проекций Н1, получим действительную длину отрезка АВ.

Действительный вид плоской фигуры также можно определить способом перемены плоскостей проекций. Для примера возьмем прямоугольный треугольник АВС (см. рис. 127, б)), который расположен в горизонтально-проецирующей плоскости.

В данном примере заменяется плоскость проекций П2 новой плоскостью V1 так, чтобы новая фронтальная проекция треугольника АВС была его искомым действительным видом. Новая ось проекций x_1 должна быть проведена на комплексном чертеже параллельно горизонтальной проекции треугольника или (для упрощения построений) так, как показано на рис. 8.11, в), где новая ось x_1 совпадает с горизонтальной проекцией abc треугольника. В этом случае новые фронтальные проекции a'_1 и c'_1 совпадут с горизонтальными проекциями a и c вершин треугольника.

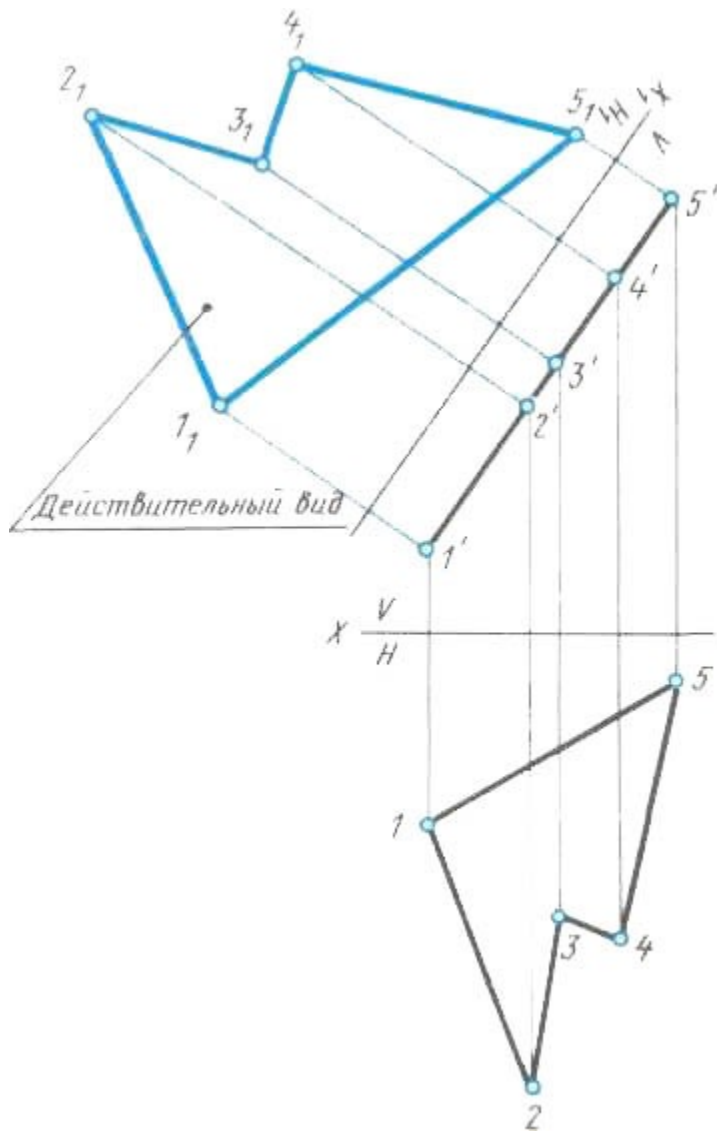


Рис. 8.12

В этом случае требуется заменить П1 на Н1, ось проекций которой проводится параллельно фронтальной проекции многоугольника на произвольном расстоянии.

Для нахождения, например, новой горизонтальной проекции точки 3 из точки 3' восставляют перпендикуляр и от оси x_1 откладывают на этом перпендикуляре расстояние, равное расстоянию от точки 3 до оси x . Точка 3' будет новой горизонтальной проекцией точки 3. Так же находят точки 1₁, 2₁, 4₁ и 5₁. Затем, соединив их прямыми линиями, получают действительный вид многоугольника.

Построение действительного вида контура лопасти, расположенной в горизонтально-проецирующей плоскости, показано на рис. 8.13. В этом случае плоскость проекции П2 заменена новой плоскостью V1. Для упрощения построений новая ось проекций x_1 проведена через горизонтальную проекцию фигуры, а лопасть опущена вниз до соприкосновения с плоскостью П1.

Для определения действительного вида контура фигуры строят новые фронтальные проекции нескольких ее точек способом, описанным выше. Например, для построения новой

фронтальной проекции какой-либо точки E криволинейного контура лопасти из горизонтальной проекции e к новой оси проекций x_1 восставляют перпендикуляр, на котором от точки e откладывают отрезок, равный расстоянию фронтальной проекции e' до оси x , т.е. координату z точку E . Точка e'_1 - новая фронтальная проекция точки E .

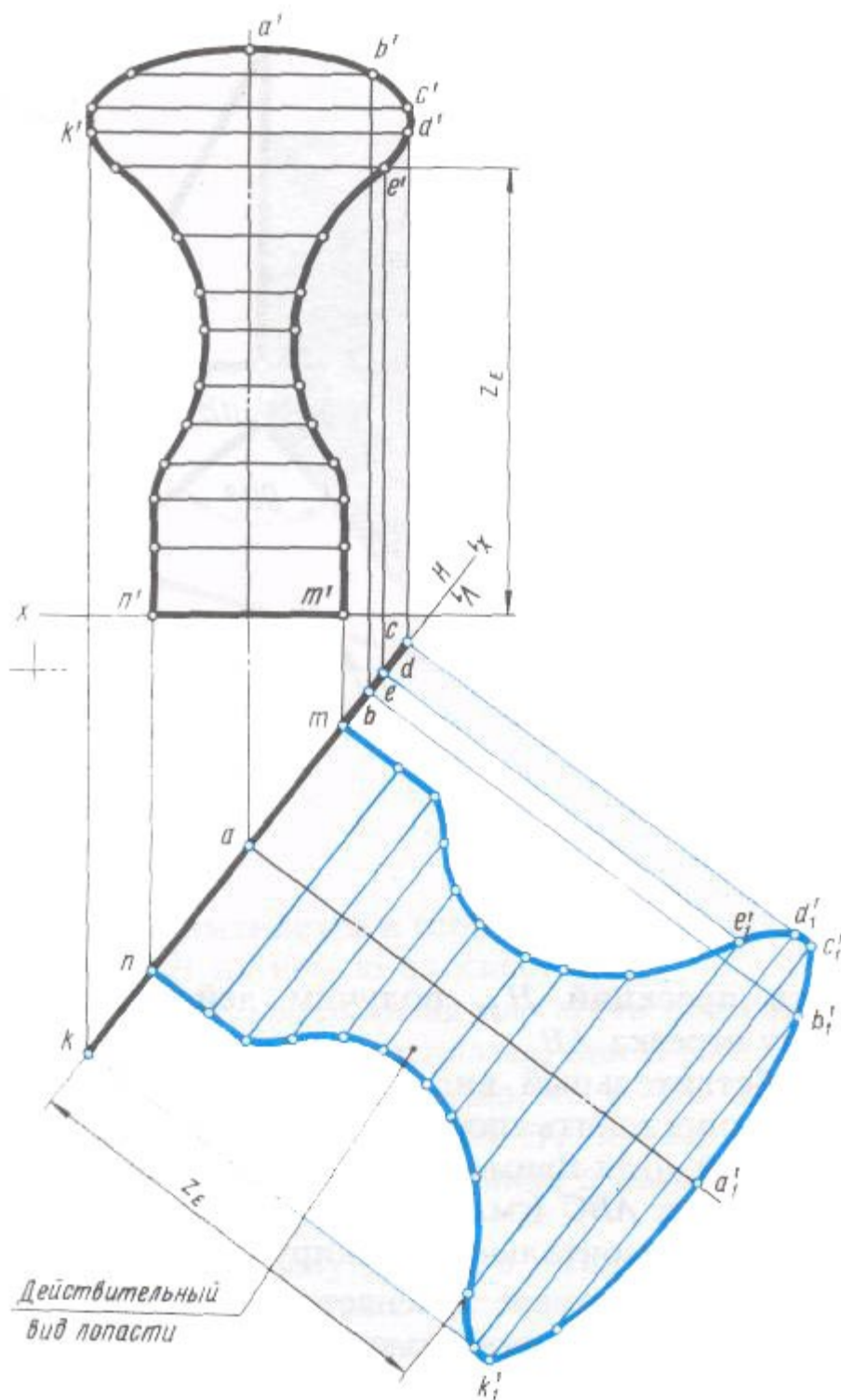
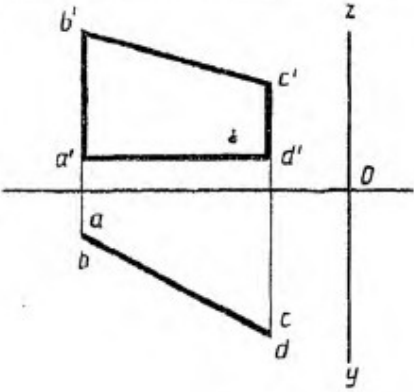


Рис. 8.13

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем заключается способ вращения?
2. В чем заключается способ перемены плоскостей проекций?
3. Какие способы преобразования чертежа применяют для определения действительных форм плоских фигур?
4. Укажите номер рисунка, на котором действительная форма плоской фигуры определена способом перемены плоскостей проекций.

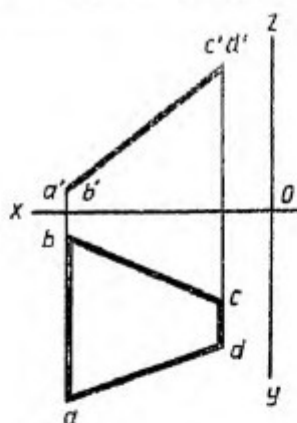
ЗАДАНИЕ 1



№ вари-анта	Координаты											
	A			B			C			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	48	10
2	45	60	12	45	60	30	15	15	60	15	15	20
3	55	65	25	55	65	70	20	20	40	20	20	0
4	70	20	0	70	20	20	30	65	70	30	65	15
5	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	48	10
6	45	60	12	45	60	30	15	15	60	15	15	20
7	65	70	15	65	70	70	20	20	40	20	20	15
8	70	20	0	70	20	20	30	65	70	30	65	15
9	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	40	10
10	66	15	10	66	15	55	25	28	40	25	48	10
11	45	60	12	45	60	30	15	15	60	15	15	20
12	55	65	25	55	65	70	20	20	40	20	20	0
13	70	20	0	70	20	20	30	65	70	30	65	15
14	65	70	5	65	70	70	18	12	40	18	12	15
15	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	48	10
16	45	60	12	45	60	30	15	15	60	15	15	20
17	55	65	25	55	65	70	20	20	40	20	20	0
18	70	20	0	70	20	20	30	65	70	30	65	15
19	65	70	15	65	70	70	18	12	40	18	12	15
20	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	48	10
21	45	60	12	45	60	30	15	15	60	15	15	20
22	55	65	25	55	65	70	20	20	40	20	20	0
23	70	20	0	70	20	20	30	65	70	30	65	15
24	65	70	15	65	70	70	18	12	40	18	12	15
25	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	48	10
26	45	60	12	45	60	30	15	15	60	15	15	20
27	55	65	25	55	66	70	20	20	40	20	20	0
28	70	20	0	70	20	20	30	65	70	30	65	15
29	65	70	15	65	70	70	18	12	40	18	12	15
30	58	15	10	58	15	55	25	48	40	25	48	10

По заданным координатам вершин четырехугольника построить его комплексный чертеж. Найти действительную величину четырехугольника, пользуясь способом вращения.

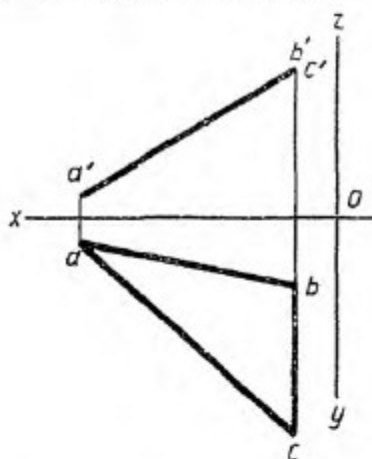
ЗАДАНИЕ 2



№ вари- анта	Координаты											
	A			B			C			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60
2	60	60	10	60	25	10	30	5	65	30	55	65
3	65	68	6	65	38	6	20	5	72	20	45	72
4	70	10	5	70	10	45	15	60	65	15	60	15
5	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60
6	60	60	10	60	25	10	30	5	65	30	55	65
7	65	68	6	65	38	6	20	5	72	20	45	72
8	80	48	70	80	5	70	35	15	10	35	30	10
9	70	10	5	70	10	45	15	60	65	15	70	15
10	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60
11	60	60	10	60	25	10	30	5	65	30	55	65
12	65	68	6	65	38	6	20	5	72	20	45	72
13	80	48	7	80	5	70	35	15	10	35	30	10
14	70	10	5	70	10	45	15	70	65	15	70	15
15	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60
16	60	50	10	60	25	10	30	5	65	30	55	65
17	65	68	6	65	38	6	20	5	72	20	45	72
18	80	50	7	80	5	70	35	15	10	35	30	10
19	70	10	5	70	10	45	15	60	65	15	60	15
20	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60
21	60	60	10	60	25	10	30	5	65	30	55	65
22	65	68	6	65	38	6	20	5	72	20	45	72
23	80	50	7	80	5	70	35	15	10	35	30	10
24	70	10	5	70	10	45	15	70	65	15	70	15
25	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60
26	60	60	10	60	25	10	30	5	65	30	55	65
27	65	68	6	65	38	6	20	5	72	20	45	72
28	80	50	7	80	5	70	35	15	10	35	30	100
29	70	10	5	70	10	45	15	60	65	15	60	15
30	58	50	5	58	8	5	12	18	60	12	60	60

По заданным координатам вершин четырехугольника построить его комплексный чертеж. Найти действительную величину четырехугольника, пользуясь способом перемены плоскостей проекций.

ЗАДАНИЕ 3



№ вари- анта	Координаты								
	A			B			C		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	50	10	10	15	15	55	15	45	55
2	55	50	15	10	8	40	10	35	40
3	60	20	17	16	20	50	10	56	50
4	58	60	18	20	5	65	20	35	65
5	50	10	10	15	15	35	15	45	35
6	56	50	15	10	8	40	10	35	40
7	60	20	17	16	20	50	16	56	50
8	58	60	18	20	5	65	20	35	65
9	62	10	48	62	55	48	18	25	26
10	50	10	12	15	15	35	15	46	47
11	56	50	15	10	8	40	10	35	40
12	60	20	17	16	20	50	16	56	50
13	58	60	18	20	5	65	20	35	65
14	53	10	12	15	15	35	15	46	47
15	56	50	15	10	8	40	10	35	40
16	58	60	18	20	5	65	20	35	65
17	60	20	17	16	20	50	16	56	50
18	52	10	12	16	16	35	16	46	47
19	56	50	15	10	8	40	10	35	40
20	58	60	18	20	5	65	20	35	65
21	62	10	48	62	55	48	18	25	26
22	50	10	12	17	17	35	17	46	47
23	56	50	15	10	8	40	10	35	40
24	58	60	18	20	5	65	20	35	65
25	62	10	48	62	55	48	18	25	26
26	50	10	12	16	16	35	16	46	35
27	56	50	15	10	8	40	10	35	40
28	58	60	18	20	5	65	20	35	65
29	62	10	48	62	55	48	18	25	26
30	50	10	12	15	15	35	15	46	47

По заданным координатам вершин A, B и C построить комплексный чертеж треугольника. Найти действительную величину треугольника, пользуясь способом совмещения.

Практическое занятие № 10

Тема: Аксонометрическая проекция. Построение аксонометрической проекции.

Цели работы:

- 1) Иметь общее представление о аксонометрической проекции ;
- 2) Получить практические навыки по построения аксонометрической проекции ;

Форма работы: Графическая работа

Количество часов на выполнение: 2ч.

Рекомендуемые источники:

Бродский А.М. Практикум по инженерной графике [Текст]: учебник для СПО/ Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А., Бродский – 9-е изд.стер. М.: Профессиональное образование, 2013. -192с. Пуйческу Ф.И. Инженерная графика [Текст]. – 4-е изд.стер. М.: Издательский центр Академия, 2014- 320с. Георгиевский О.В. Строительное черчение. [Текст]:Учебник. – Р/Д: Феникс, 2013. – 474с. Чекмарев А.А, Инженерная графика [Текст]. – 12-е изд., испр. И доп. Учебник для СПО М.: Юрайт 2018. ebs@urait.ru [www/biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Учеб. Пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов,-2-е изд., перераб., - М.: Высш. шк., 2009.-279 с.,ил. Учебные материалы. – YouDraft.ru. – 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://youdraft.ru/ychebniemateriali/46snovniesvedeniia/106-lekalniekrivie.html>

Критерии оценки:

Максимальное количество баллов «отлично» обучающийся получает, если:

- соблюдены правила построения эскизов;
- нанесены габаритные, установочные, присоединительные размеры;
- оформлен эскиз сборки
- проставлены позиций, оформлена спецификация;
- аккуратность;
- правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания обучающийся данного материала.

Оценку «хорошо» обучающийся получает, если:

- не выполнена спецификация,
- при построении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;

Оценку «удовлетворительно» обучающийся получает, если:

- не соблюдена толщина линий;
- при построении была допущена 1 существенная ошибка при сопряжении соединяемых деталей;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» обучающийся получает, если:

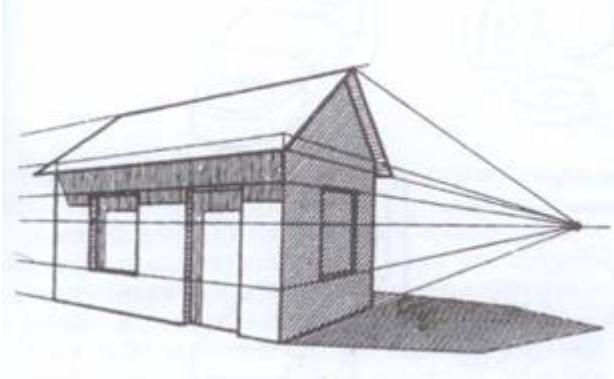
- не верно выполнено задание;
- при построении были допущены существенные ошибки.

Теоретические сведения

Встречающиеся в технике детали (корпуса, ступенчатые валы и т.д.) часто имеют сложную форму и состоят из набора различных элементарных поверхностей (сферы, цилиндра, призмы и т.д.). Обычный рисунок изображает предмет, как он представляется глазу наблюдателя.

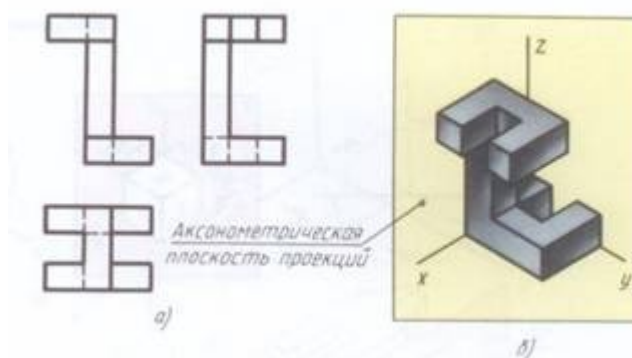


Способ перспективного изображения используют при создании архитектурных проектов.



Применение рисунка в производстве неудобно, так как он искажает форму и размеры предмета. Чертеж дает представление о форме и размерах предмета, но часто уступает в наглядности. В этих случаях дают дополнительное изображение этого предмета в аксонометрической проекции.

Аксонометрические проекции называют прямоугольными если направление проецирования и проецирующие прямые перпендикулярны плоскости, на которую они проецируются, и косоугольными если направление проецирования не перпендикулярно плоскости аксонометрических проекций.



Аксонметрическое изображение должно отвечать двум основным требованиям:

- быть наглядным, то есть таким, чтобы по нему можно было представить форму изображенного объекта и его частей;
- быть обратимым (метрически определенным), то есть таким, чтобы по нему можно было изготовить изображенный объект.

Отношение длины аксонометрической единицы к ее истинной величине называют **показателем** или **коэффициентом искажения** для данной оси координат. Аксонометрические проекции называют **изометрическими**, если коэффициенты искажения по всем осям равны; **диметрическими**, если коэффициенты искажения по двум осям равны.

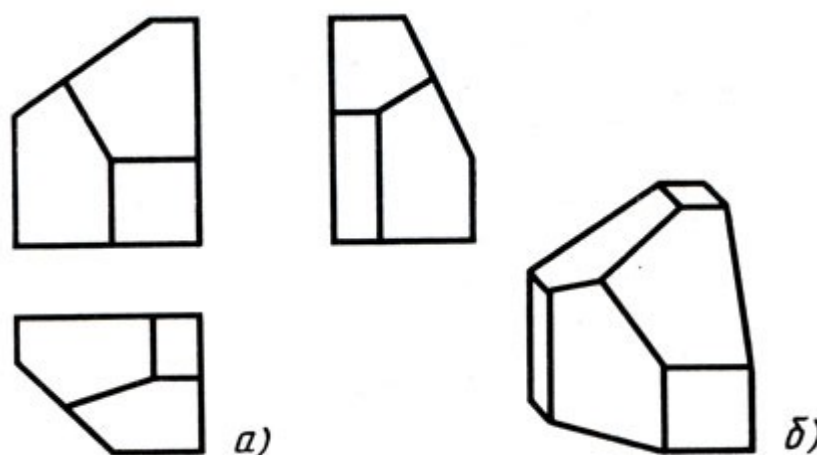
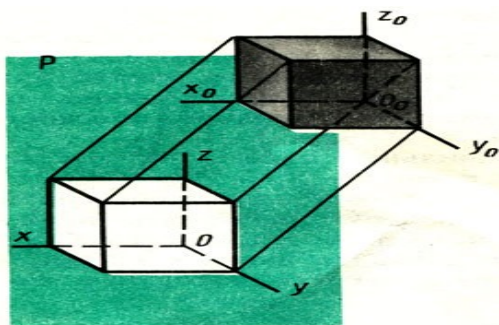


Рис. 8.1. Параллелепипед со срезами

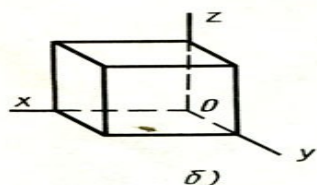
В зависимости от наклона изображаемого предмета к плоскости проекций и угла, образуемого проецирующими лучами с плоскостью, получают аксонометрические проекции различного типа.

ГОСТ 2.317-69 (СТ СЭВ 1979-79) устанавливает пять видов аксонометрических проекций. Рассмотрим два наиболее употребительных вида.

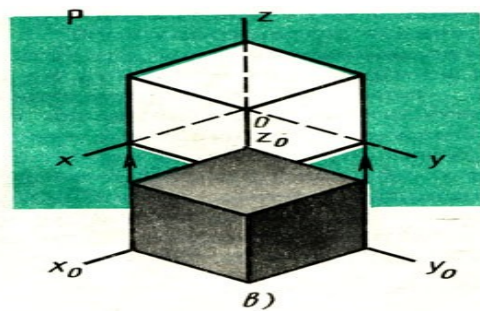
Если передняя и задняя грани куба параллельны плоскости P , а проецирование осуществляется параллельными лучами, направленными под острым углом к плоскости, то получается косоугольная фронтальная диметрическая проекция. На рис. 8.2, а и б показано положение осей этой проекции и изображение куба в косоугольной фронтальной диметрической проекции.



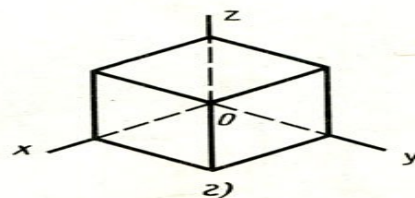
а)



б)



в)

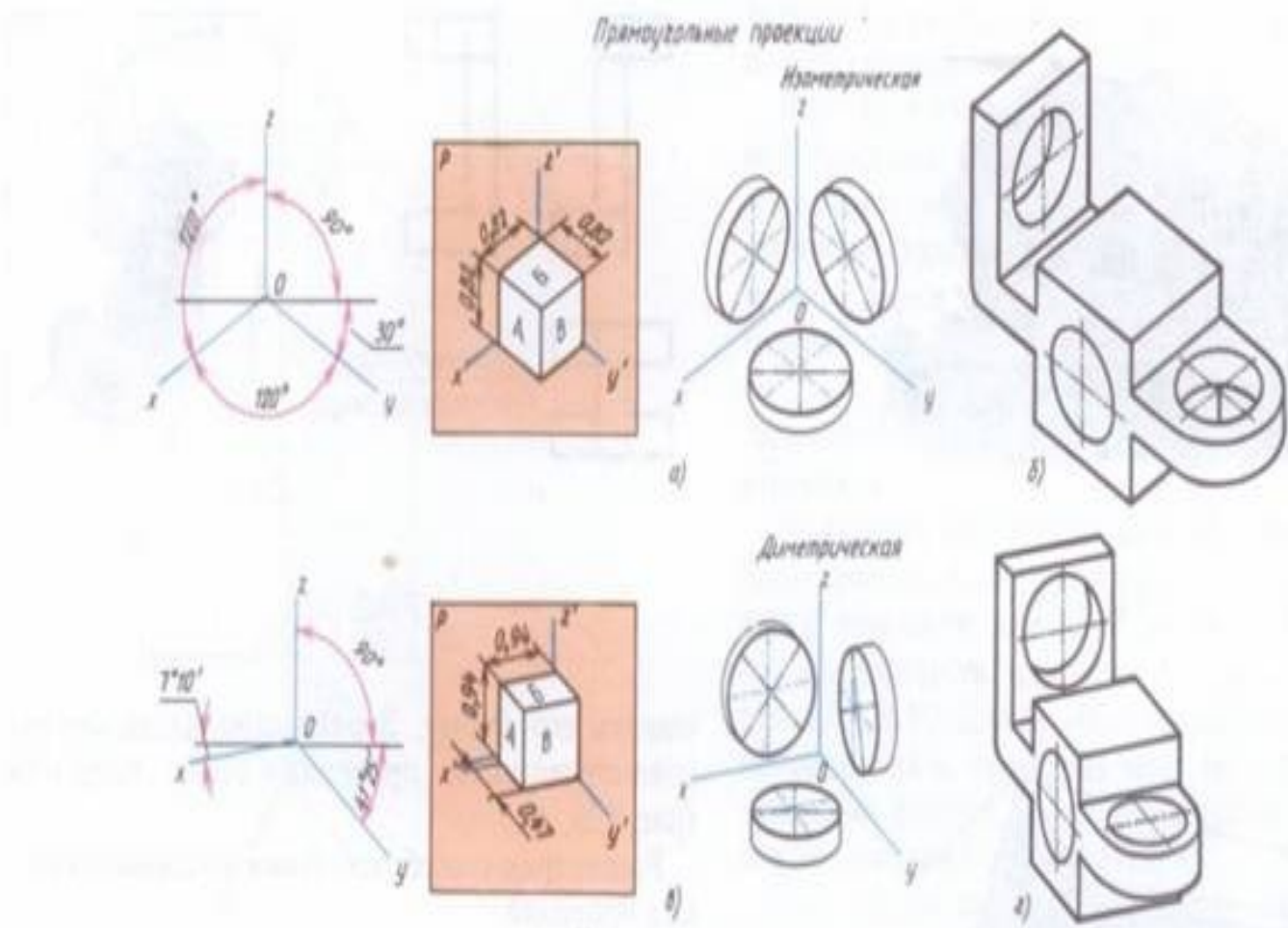


г)

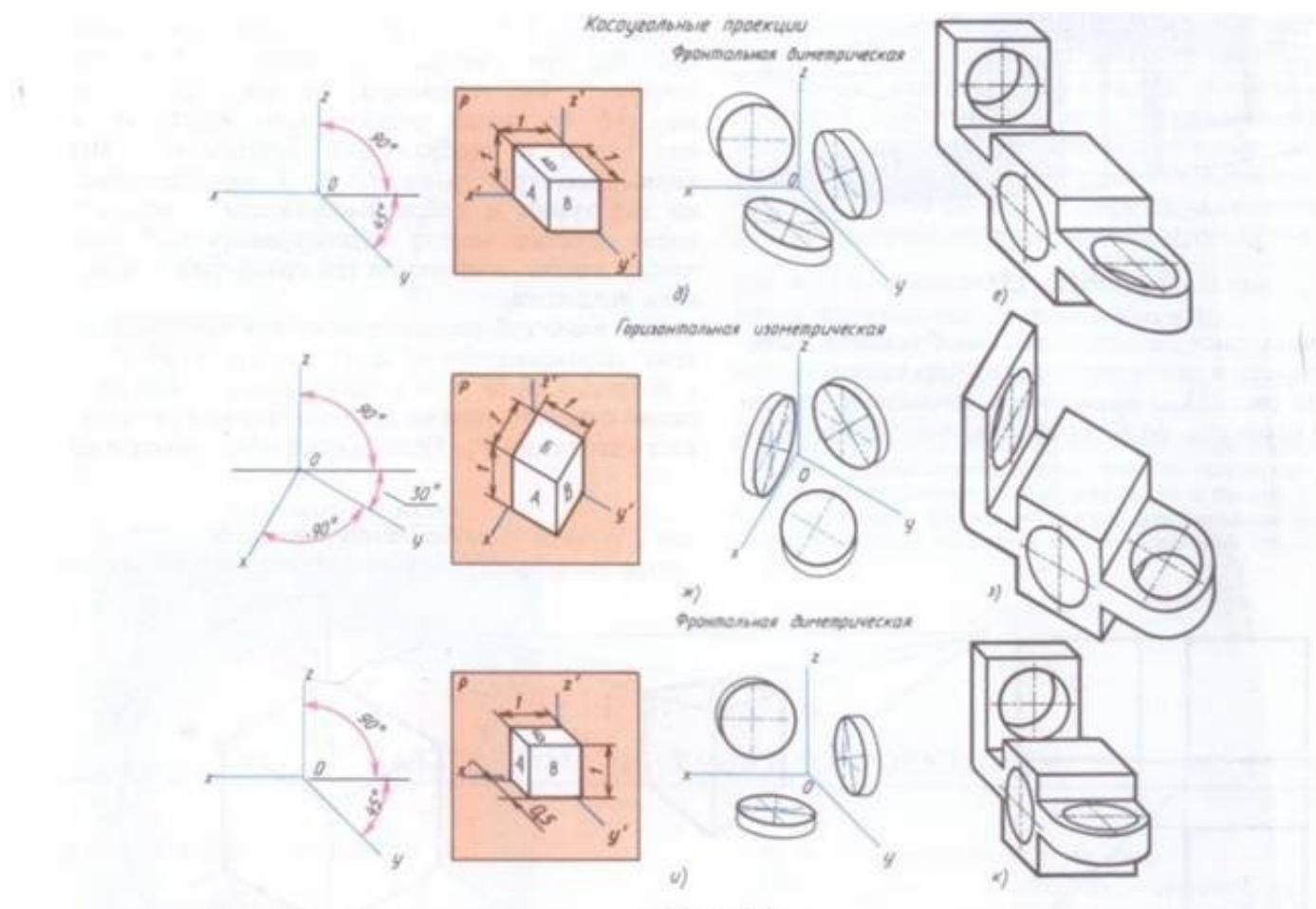
Если расположить куб так, чтобы его грани были наклонены к плоскости P под одинаковыми углами (см. рис. 8.2, в), и проецирование производить перпендикулярными к плоскости лучами, то получится изометрическая проекция (сокращенно изометрия). На рис. 8.2, в и г показаны изометрия куба и положение осей x, y, z этой проекции.

В зависимости от направления проецирующих прямых и искажения линейных размеров предмета аксонометрические проекции делятся на прямоугольные и косоугольные.

Если проецирующие прямые перпендикулярны аксонометрической плоскости проекций, то такая проекция называется **прямоугольной аксонометрической**.



Если проецирующие прямые направлены не под прямым углом, то такие проекции называются **косоугольными**.



Построение аксонометрических проекций геометрических тел рекомендуется начинать с построения аксонометрических проекций их оснований, к которым выстраивают изображение других элементов геометрических тел (ребер, граней, оснований, образующих). При построении изометрической проекции квадрата (рис. 8.2) из точки O по аксонометрическим осям откладывают в обе стороны половину длины стороны квадрата. Через полученные засечки проводят прямые, параллельные осям.

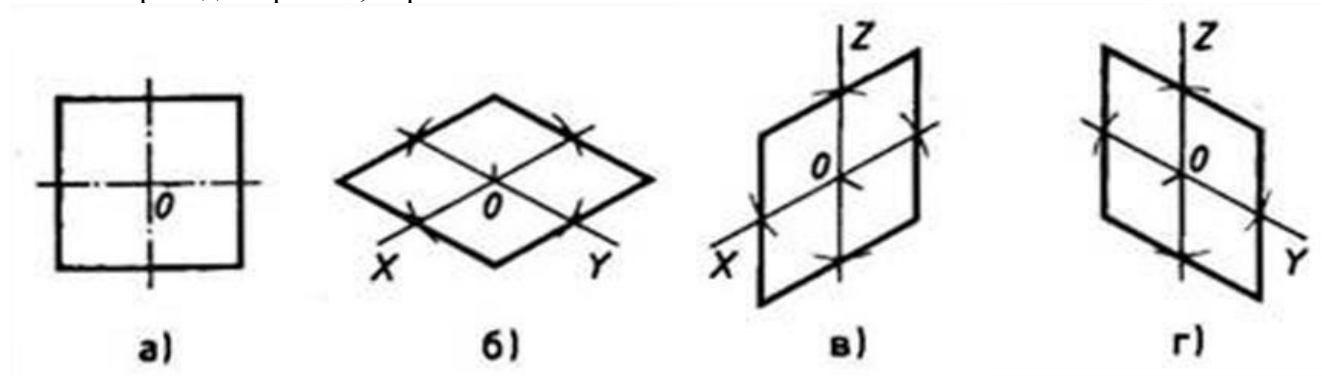


Рис. 8.2. Прямоугольная и изометрические проекции квадрата

При построении изометрической проекции треугольника (рис. 8.3) по оси X от точки O в обе стороны откладывают отрезки, равные половине стороны треугольника. По оси Y от точки O откладывают высоту треугольника. Соединяют полученные засечки отрезками прямых.

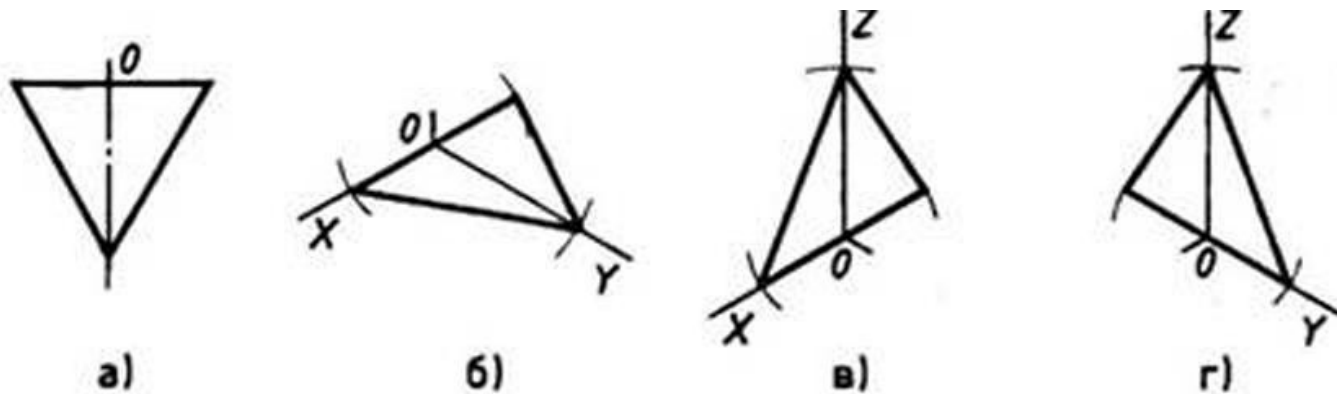


Рис. 8.3. Прямоугольная и изометрические проекции треугольника

При построении изометрической проекции шестиугольника (рис. 8.4) из точки O по одной из осей откладывают (в обе стороны) радиус описанной окружности, а по другой — $H/2$. Через полученные засечки проводят прямые, параллельные одной из осей, и на них откладывают длину стороны шестиугольника. Соединяют полученные засечки отрезками прямых.

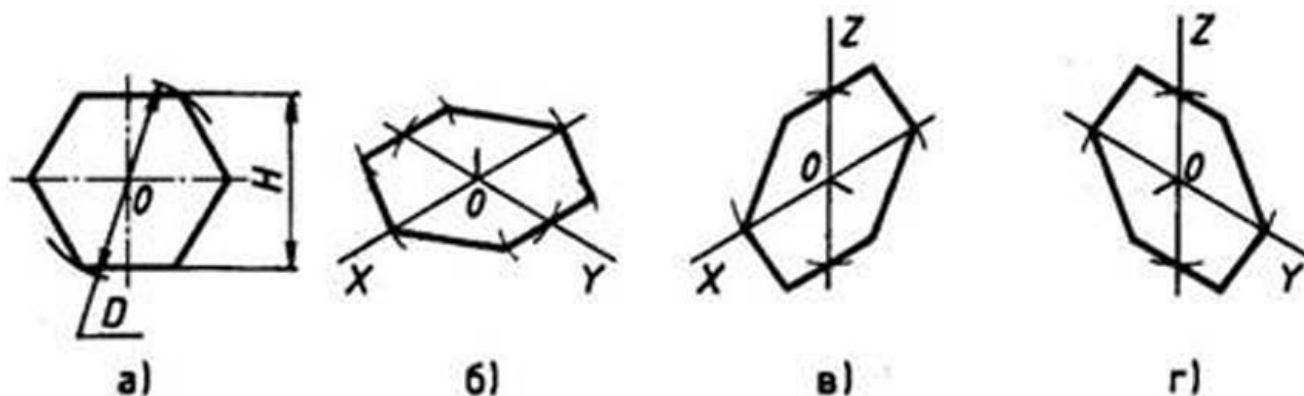


Рис. 8.4. Прямоугольная и изометрические проекции шестиугольника

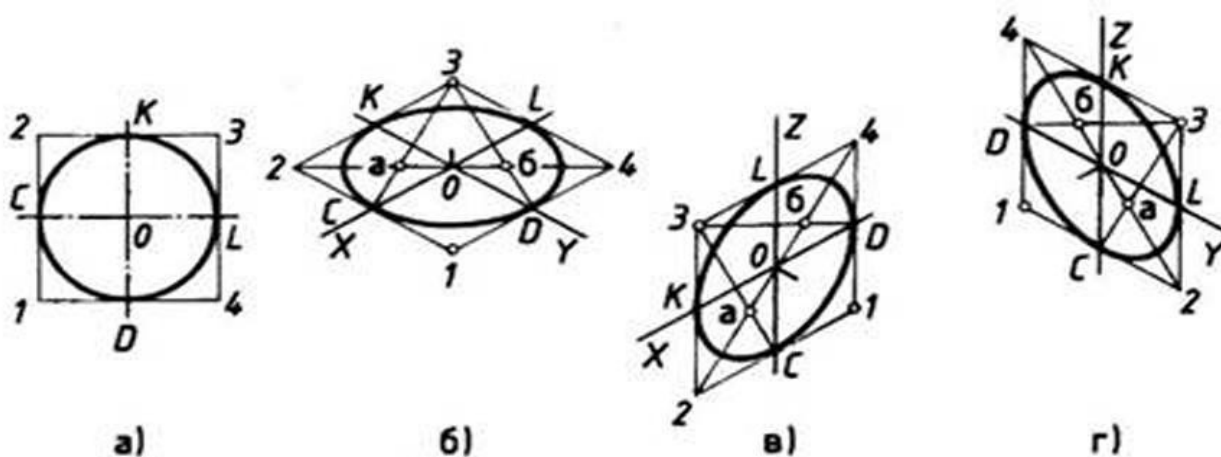


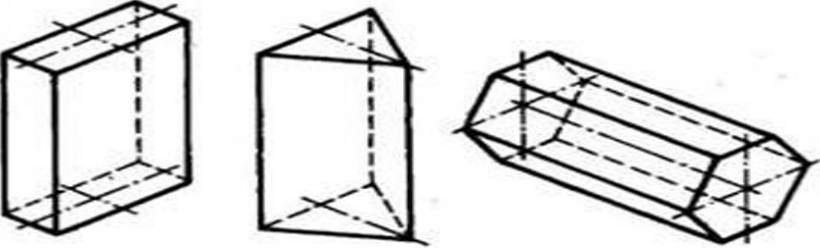
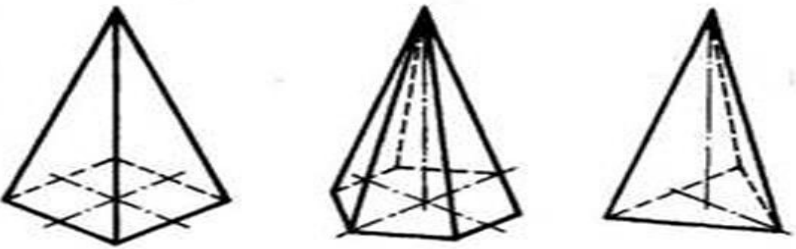
Рис. 8.5. Прямоугольная и изометрические проекции круга

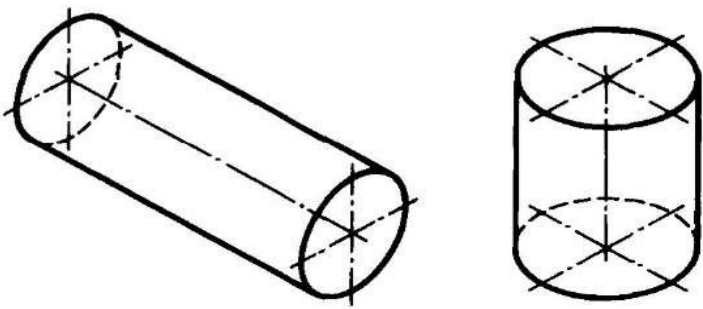
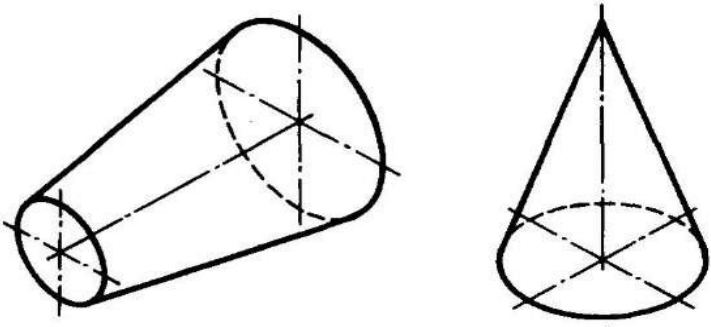
При построении изометрической проекции круга (рис. 8.5) из точки O по осям координат откладывают отрезки, равные его радиусу. Через полученные засечки проводят прямые, параллельные осям, получая аксонометрическую проекцию квадрата. Из вершин 1, 3 проводят дуги CD и KL радиусом $3C$. Соединяют точки 2 с 4, 3 с C и 3 с D . В пересечениях прямых получают

ся центры а и б малых дуг, проведя которые получают овал, заменяющий аксонометрическую проекцию круга.

Используя описанные построения, можно выполнить аксонометрические проекции простых геометрических тел (табл. 5).

5. Изометрические проекции простых геометрических тел

Последовательность построения	Изометрические проекции геометрических тел
Строят оси изометрической проекции	
Строят проекцию основания призмы. Изображают ребра призмы. Строят проекцию второго основания призмы	<i>Призмы</i> 
Строят проекции основания и высоты пирамиды. Соединяя проекции вершин, геометрических фигур, лежащих в основании с изображением вершины пирамиды, получают проекции ее ребер	<i>Пирамиды</i> 

Последовательность построения	Изометрические проекции геометрических тел
Строят проекцию основания и ось цилиндра, откладывая на ней высоту. Строят проекцию второго основания. Проводят очерковые образующие	<i>Цилиндры</i> 
Строят проекцию основания и ось конуса. Если конус полный, проводят очерковые образующие. Если конус усеченный, строят второе основание, а затем проводят очерковые образующие его боковой поверхности	<i>Конусы</i> 

Построение аксонометрических проекций окружности

Окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных к осям x и z , изображаются эллипсами. Передняя грань куба, перпендикулярная к оси y , проецируется без искажения, и окружность, расположенная на ней, изображается без искажения, т. е. описывается циркулем. Поэтому фронтальная диметрическая проекция удобна для изображения предметов с криволинейными очертаниями, подобных представленным на рис. 8.6.

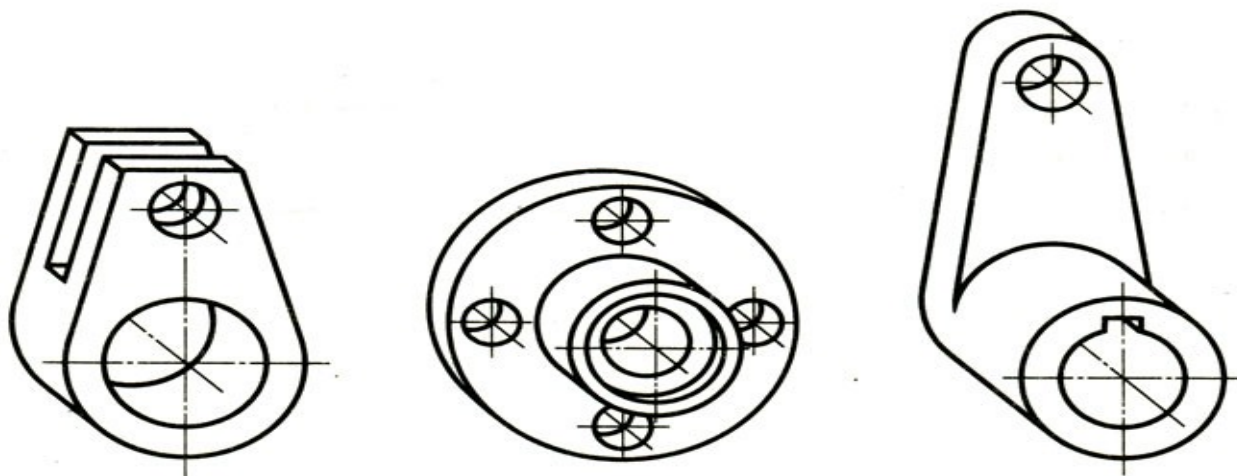


Рис. 8.6. Фронтальные диметрические проекции деталей

Построение фронтальной диметрической проекции плоской детали с цилиндрическим отверстием. Фронтальную диметрическую проекцию плоской детали с цилиндрическим отверстием выполняют следующим образом.

1. Строят очертания передней грани детали, пользуясь циркулем (рис. 8.7, а).
2. Через центры окружности и дуг параллельно оси Y проводят прямые, на которых откладывают половину толщины детали. Получают центры окружности и дуг, расположенных на задней поверхности детали (рис. 8.7, б). Из этих центров проводят окружность и дуги, радиусы которых должны быть равны радиусам окружности и дуг передней грани.

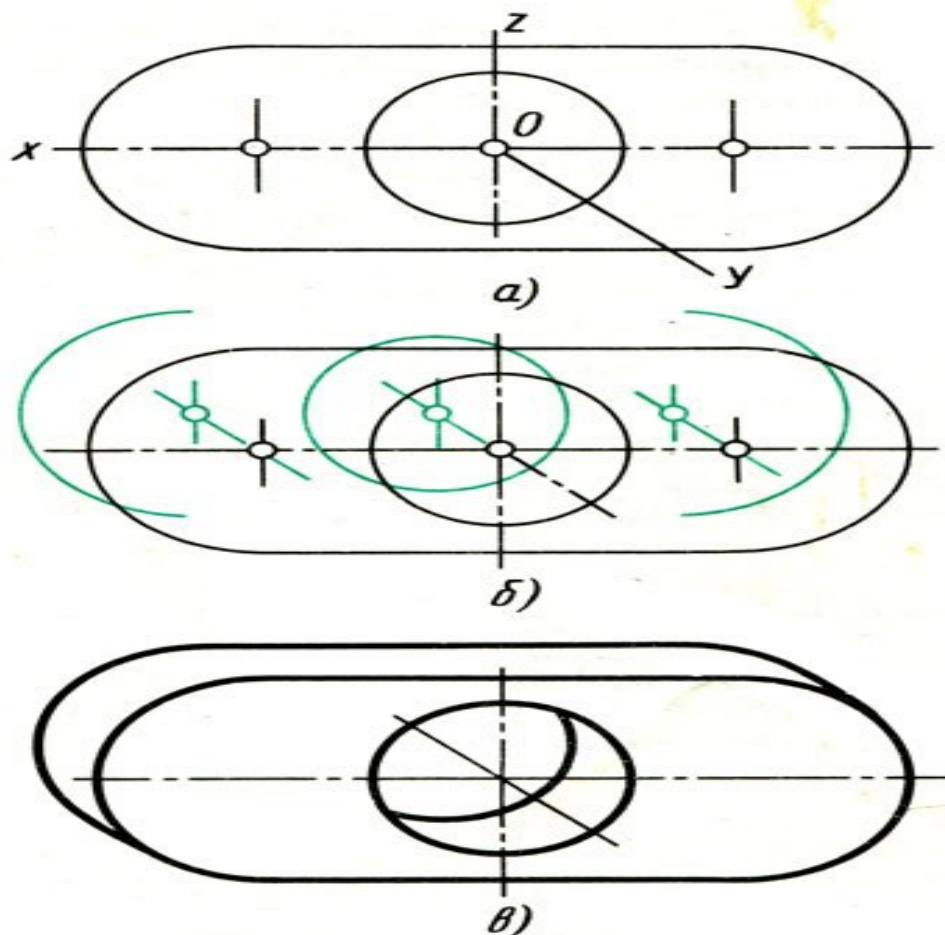


Рис. 8.7. Построение фронтальной диметрической проекции детали с цилиндрическими элементами

3. Проводят касательные к дугам. Удаляют лишние линии и обводят видимый контур (рис. 8.7, в).

Изометрические проекции окружностей. Квадрат в изометрической проекции проецируется в ромб. Окружности, вписанные в квадраты, например, расположенные на гранях куба (рис. 8.8), в изометрической проекции изображаются эллипсами. На практике эллипсы заменяют овалами, которые вычерчивают четырьмя дугами окружностей.

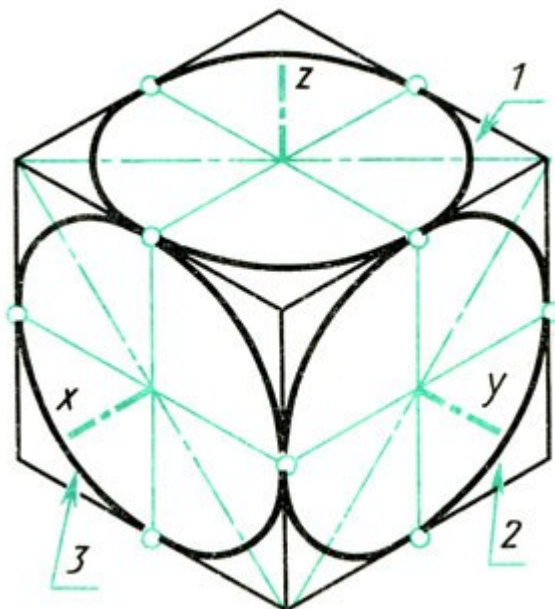


Рис. 8.8. Изометрические проекции окружностей, вписанных в грани куба

Построение овала, вписанного в ромб.

1. Строят ромб со стороной, равной диаметру изображаемой окружности (рис. 8.9, а). Для этого через точку O проводят изометрические оси x и y и на них от точки O откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности. Через точки a , w , c и d проводят прямые, параллельные осям; получают ромб. Большая ось овала располагается на большей диагонали ромба.

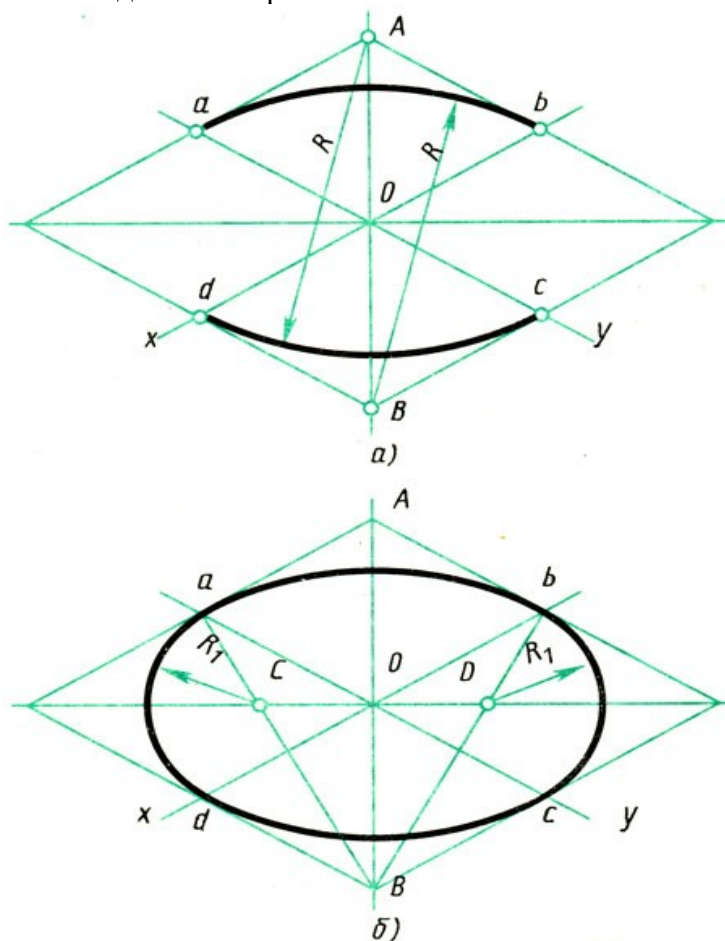


Рис. 8.9. Построение овала в плоскости, перпендикулярной оси z

2. Вписывают в ромб овал. Для этого из вершин тупых углов (точек A и B) описывают дуги радиусом R , равным расстоянию от вершины тупого угла (точек A и B) до точек a , b или c , d со-

ответственно. Через точки В и а, В и b проводят прямые (рис. 8.9, б); пересечение этих прямых с большей диагональю ромба дает точки С и D, которые будут центрами малых дуг; радиус R1 малых дуг равен Ca (Db). Дугами этого радиуса сопрягают большие дуги овала. Так строят овал, лежащий в плоскости, перпендикулярной к оси z . Овалы, находящиеся в плоскостях, перпендикулярных к осям x (овал 3) и y (овал 2), строят так же, как овал 1., только построение овала 3 ведут на осях y и z (рис. 11, а), а овала 2 - на осях x и z (рис. 8.10, б).

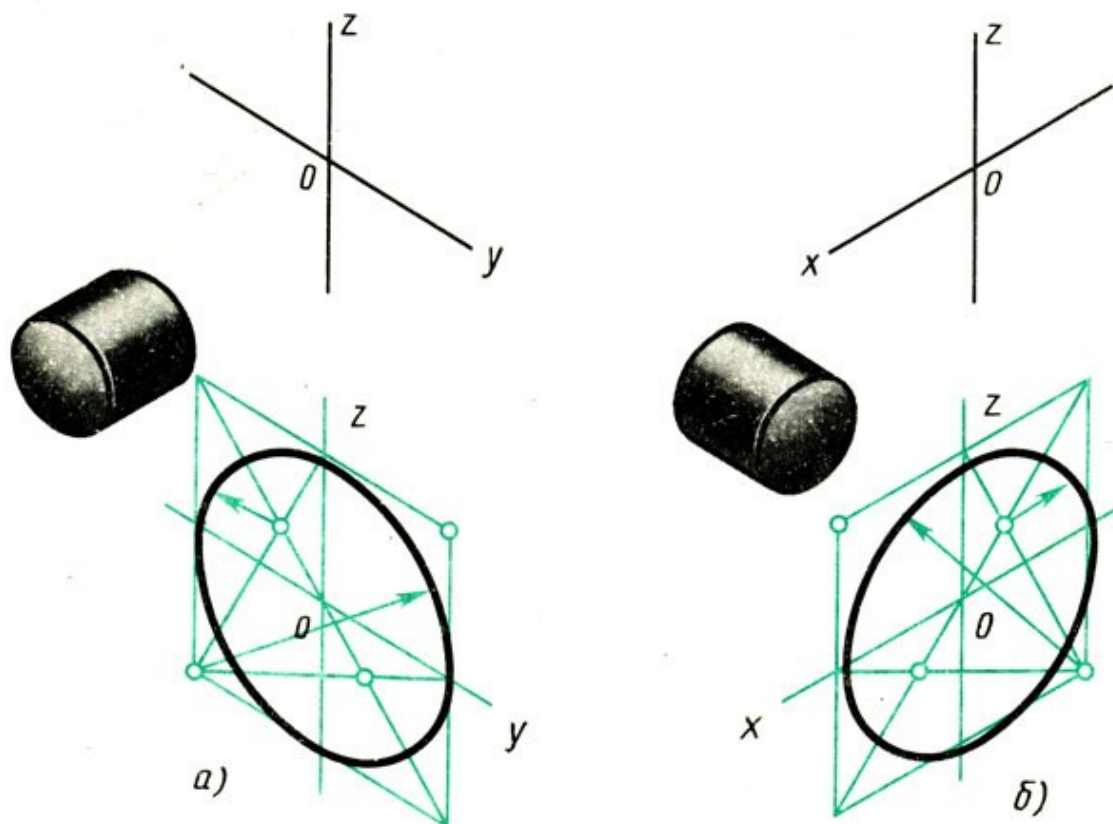


Рис. 8.10. Построение овала в плоскостях, перпендикулярных осям x и y

Построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием.

Дана изометрическая проекция детали (рис. 8.11, а). Нужно изобразить сквозное цилиндрическое отверстие, просверленное перпендикулярно передней грани.

Построения выполняет следующим образом.

1. Находят положение центра отверстия на передней грани детали. Через найденный центр проводят изометрические оси. (Для определения их направления удобно воспользоваться изображением куба на рис. 8.11.) На осях от центра откладывают отрезки, равные радиусу изображаемой окружности (рис. 8.11, а).
2. Строят ромб, сторона которого равна диаметру изображаемой окружности; проводят большую диагональ ромба (рис. 8.11, б).
3. Описывают большие дуги овала; находят центры для малых дуг (рис. 8.11, в).
4. Проводят малые дуги (рис. 8.11, г).
5. Строят такой же овал на задней грани детали и проводят касательные к обоим овалам (рис. 8.11, д).

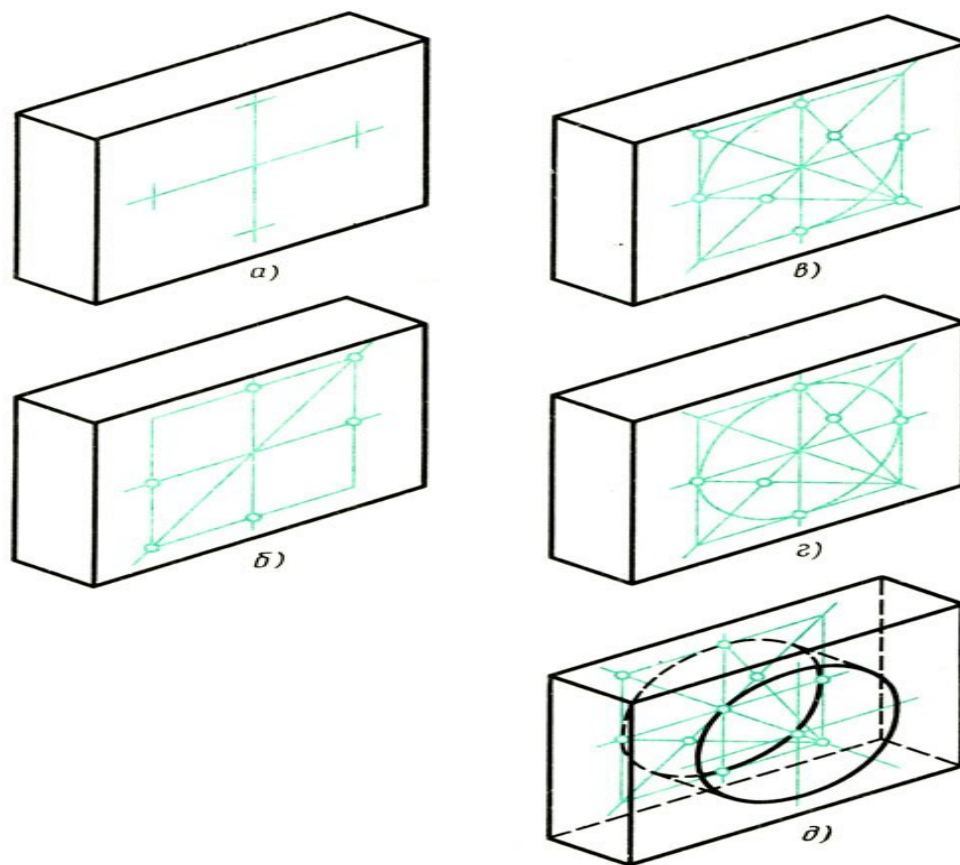


Рис. 8.11. Построение изометрической проекции детали с цилиндрическим отверстием

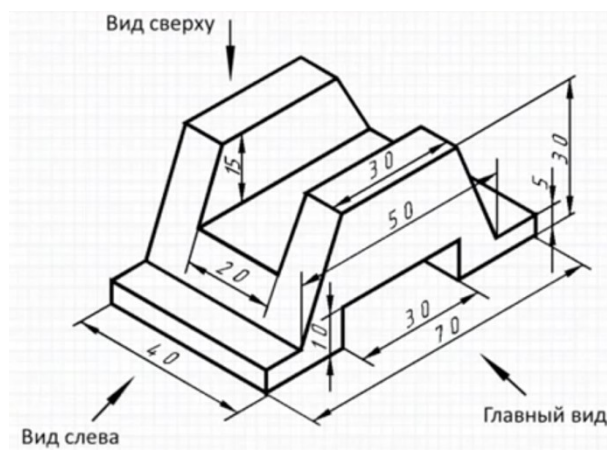
Указание по выполнению работы:

Цель задания: построение аксонометрические проекции деталей, приведенных на рис. 8.12.

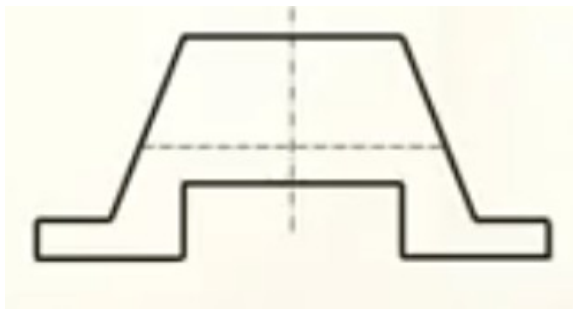
Диметрические и изометрические проекции и комплексный чертеж .

Построение комплексного чертежа .

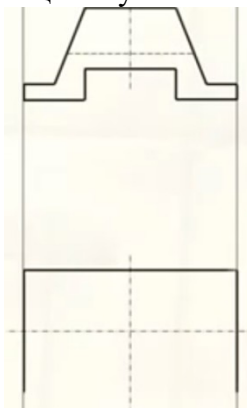
Рассмотрим некоторую деталь . Определяем вид спереди (указано на рисунке А) , вид сверху и вид слева.



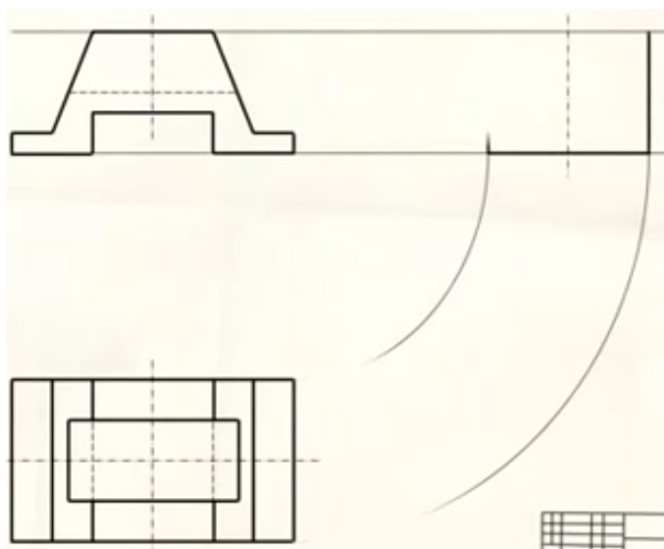
Делаем линии симметрии (осевые линии) и по размерам заданного в задании строим видимый и не видимые контуры вида спереди.



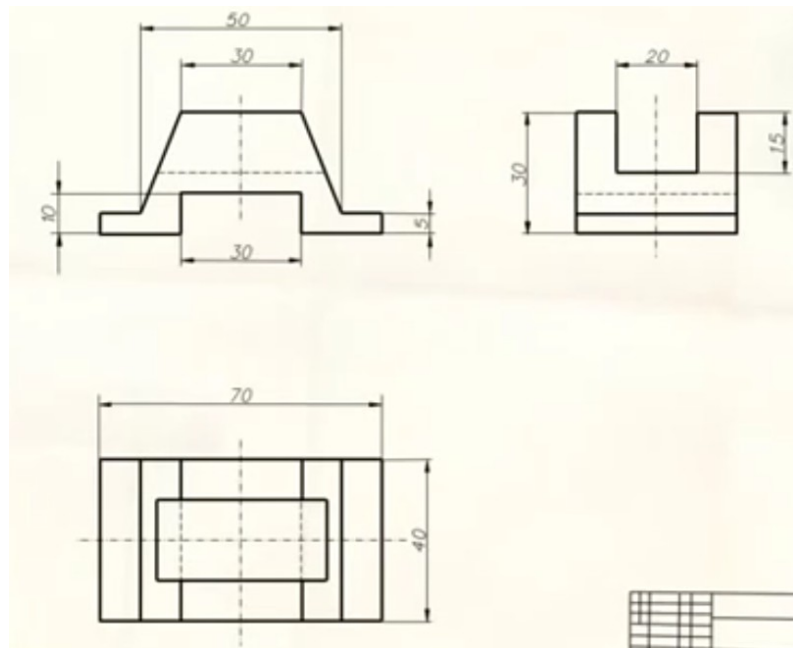
Затем строим вид сверху соблюдая проекционную связь по размерам .



И вид слева строим по проекционной связи (т.е пересечения проекционных линий вида спереди и вида сверху) и показываем видимые и не видимые контуры .



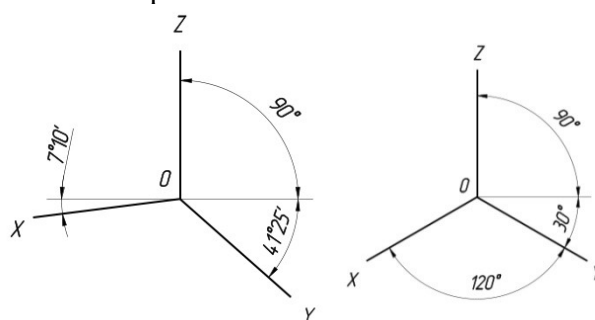
Затем наносим размеры на данных изображениях



Диметрические и изометрические проекции детали начнем вы построение осей .

Диметрическая

Изометрическая



На этих осях откладываем размеры контуров и соединяем их .

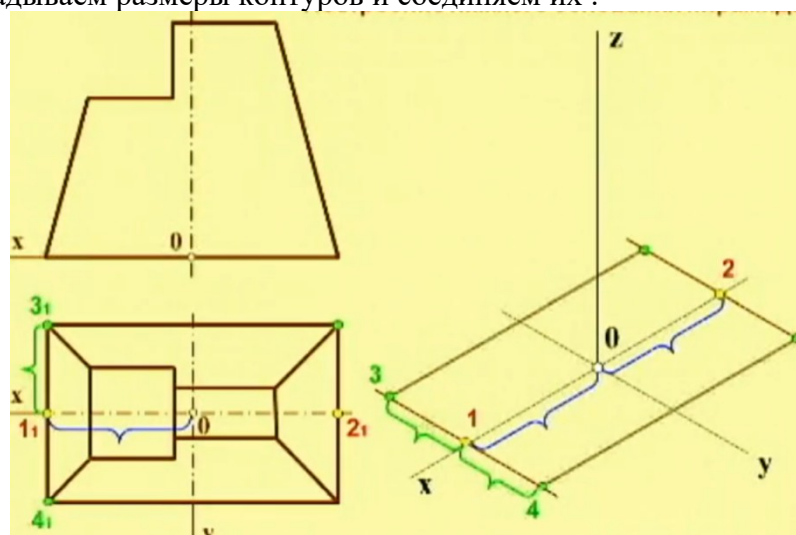
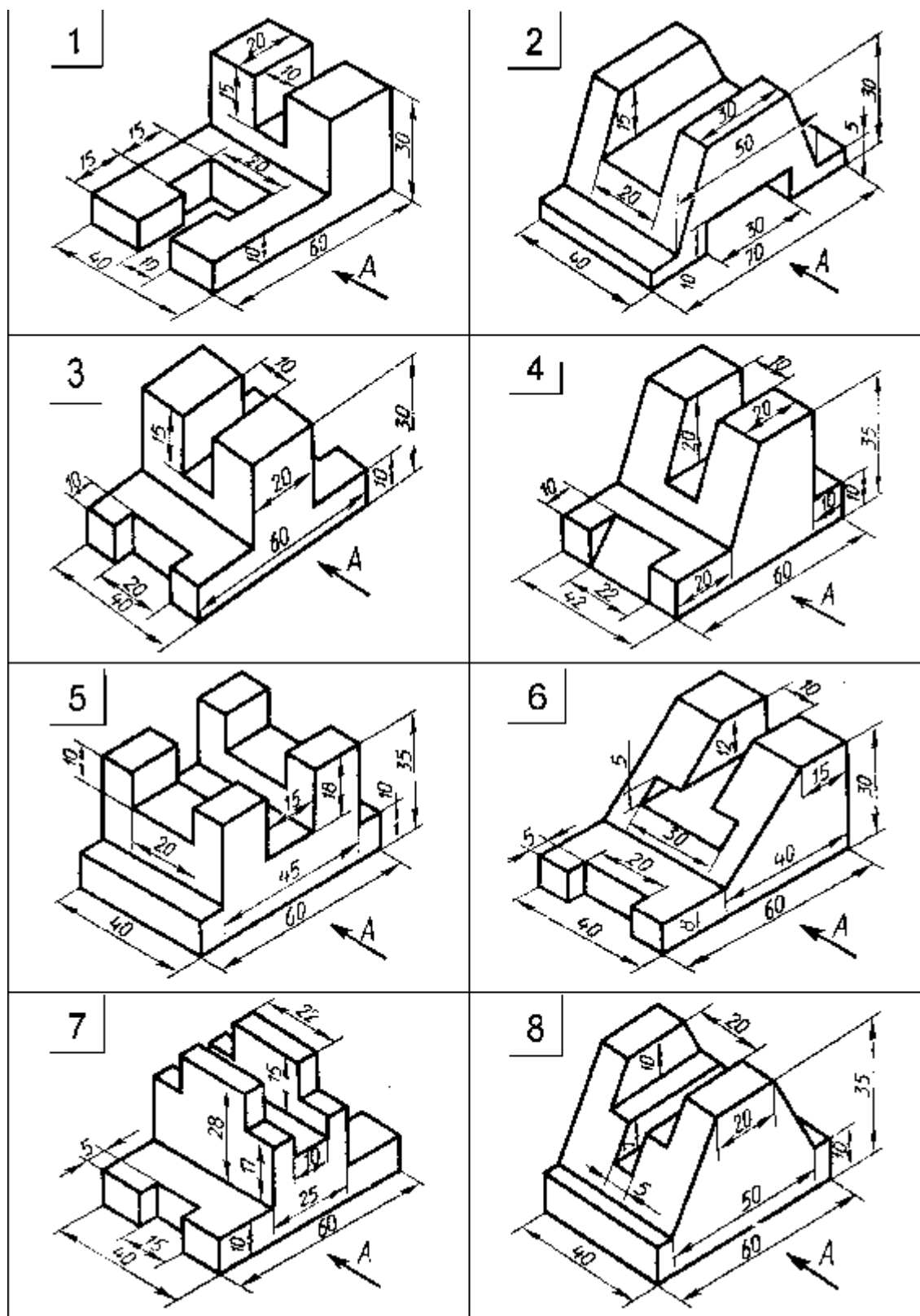


Рис. 8.13

Задания



Вопросы для самопроверки:

1. Какие проекции называются аксонометрическими?
2. Какие аксонометрические проекции называют изометрическими ? Какие диметрические ?
3. Какие аксинометрические проекции называют прямоугольные ? Какие косоугольные?
4. Какими фигурами изображаются в изометрической проекции окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных к осям x , y , z ?
5. Какими фигурами в практике заменяют эллипсы, изображающие окружности в изометрической проекции?

