Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета
Дата подписания: 23.09.2023 18:14:46
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412d1d8e3dda

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Колледж института сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Инженерная графика

Специальность СПО

23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

Пятигорск 2020

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Инженерная графика» составлены в соответствии с ФГОС СПО. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»

Рассмотрены на заседании ПЦК ИСТиД (филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Протокол № 8 от 12 марта 2020г.

Составитель _____ Т.В. Икаева

Директор колледжа ИСТиД _____ З.А. Михалина

Пояснительная записка

Данные методические указания предназначены для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по программе дисциплины «Инженерная графика» для специальности СПО Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта**.**

Практические занятия составлены в соответствии с требованиями ФГОС по специальности.

Целями проведения практических занятий являются:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- оформлять проектно-конструкторскую, технологическую и другую техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- выполнять изображения, разрезы и сечения на чертежах;
- выполнять деталирование на сборочных чертежах;
- решать графические задачи.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- основные правила построения чертежей и схем;
- способы графического представления пространственных образов;
- возможности пакетов прикладных программ компьютерной графики в профессиональной деятельности;
- основные положения конструкторской, технологической документаций, нормативных правовых актов;
- основы строительной графики.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема 2. Оформление чертежа.

Выполнение линий чертежа

Цель работы: систематизировать знания по оформлению чертежа, применению типов линий и соответствующих ГОСТов, техники оформления чертежа, приобретение первоначальных навыков использования при работе чертежных инструментов и в проведении линий карандашом.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

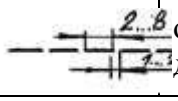
Теоретическая часть

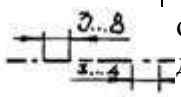
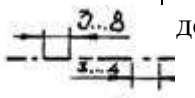
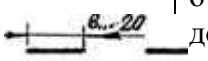
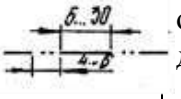
Линия является основным элементом чертежа. Различаются линии между собой по типу и по толщине Линии чертежа (Табл. 1.1) должны быть начерчены в соответствии с их назначением по ГОСТ 2.303—68. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 0,5.... 1,4 мм. И выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, а та же от размера чертежа. Толщина линий одного типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Студенты в чертежах толщину (S) обводки линий видимого контура принимали равной 0,8... 1 мм

Выполнить необходимые построения в соответствии с заданием. Линии проводить карандашом Т или 2 Т толщиной 0,2мм независимо от толщины их окончательной обводки. Промерить правильность, построений и обвести чертеж. Длину штриха штрихпунктирной линии выбирать и пределах 18...20 мм, расстояние между штрихами 2...3 мм с указанием точки (или короткого штрихи) и середине разрыва. Точку при том ставят одновременно с проведением штрихов. В месте пересечений линий разрыва прерывистых линий быть не должно. В местах касания двух линий толщина их не должна быть более чем назначенная для данного типа.

Табл. 1.1

Наименование	Начертание	Толщина линии	Основное назначение
Сплошная толстая-основная		S	1.1. Линии видимого контура, условные изображения элементов конструкций на схемах расположения сборных конструкций 1.2. Линии перехода видимые 1.3. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза) 1.4.* Линии контуров наложенных сечений (11/2 S) для некоторых видов архитектурно-строительных чертежей 1.5.* Линии рамки рабочего поля чертежа 1.6.* Линии форм основных надписей и спецификаций 1.7.* Засечки размерных линий, стрелки знаков отметок уровней
Сплошная тонкая		от S/3 до S/2	2.1. Линии контура наложенного сечения 2.2. Линии размерные и выносные 2.3. Линии штриховки 2.4. Линии-выноски 2.5. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей 2.6. Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») 2.7. Линии ограничения выносных элементов на видах,

			разрезах и сечениях 2.8. Линии перехода воображаемые 2.9.*Линии упрощенных контурных очертаний строительных конструкций 2.10.*' Линии видимых контуров в разрезах на строительных чертежах, располагающихся за плоскостью сечения, линии заполнения проемов, линии знака открывания оконных переплетов наружу 2.11.* Маркировочные и ссылочные кружки 2.12.* Линии внешней рамки и форм основных надписей и спецификаций
Сплошная толстая-основная		S	1.1. Линии видимого контура, условные изображения элементов конструкций на схемах расположения сборных конструкций 1.2. Линии перехода видимые 1.3. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза) 1.4.* Линии контуров наложенных сечений (11/2 S) для некоторых видов архитектурно-строительных чертежей 1.5.* Линии рамки рабочего поля чертежа 1.6.* Линии форм основных надписей и спецификаций 1.7.* Засечки размерных линий, стрелки знаков отметок уровней
Сплошная тонкая		от S/3 до S/2	2.1. Линии контура наложенного сечения 2.2. Линии размерные и выносные 2.3. Линии штриховки 2.4. Линии-выноски 2.5. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей 2.6. Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») 2.7. Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях 2.8. Линии перехода воображаемые 2.9.*Линии упрощенных контурных очертаний строительных конструкций 2.10.*' Линии видимых контуров в разрезах на строительных чертежах, располагающихся за плоскостью сечения, линии заполнения проемов, линии знака открывания оконных переплетов наружу 2.11.* Маркировочные и ссылочные кружки 2.12.* Линии внешней рамки и форм основных надписей и спецификаций
Сплошная волнистая		от S/3 до S/2	3.1. Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях 3.2. Линии обрыва 3.3. Линии разграничения вида и разреза 3.4.* Линия замкнутого контура измененной (или замененной) части изображения
Штриховая		от S/3 до S/2	4.1. Линии невидимого контура 4.2. Линии перехода невидимые 4.3.' Линии знака открывания оконных переплетов

			внутрь помещения
Штрих-пунктирная тонкая		от S/3 до S/2	5.1. Линии осевые и центровые 5.2. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
Штрих-пунктирная утолщенная		от S/3 до ⅔S	6.1. Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. 6.2. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
Разомкнутая		от S/3 до 1/2S	7.1.Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		от S/3 до S/2	8.1. Длинные линии обрыва
9.Штрих-пунктирная с двумя точками тонкая		от S/3 до S/2	9.1. Линии сгиба на развертках 9.2. Линии изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях 9.3. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Ход работы:

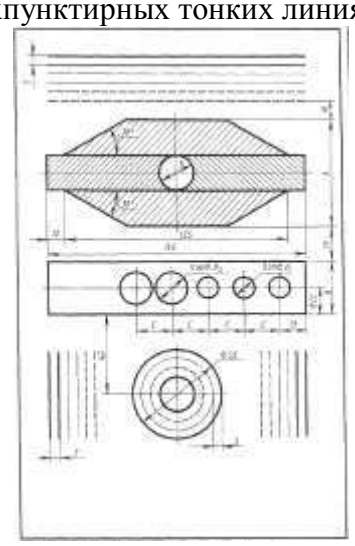
1. Изучить тему 1. «Форматы и линии»**.** Способы оформления чертежа, применение типов линий и соответствующих ГОСТов, техники оформления чертежа.
2. Подготовить формат А4, вычертить рамку и основную надпись (заполнить последнюю после изучения учебного материала к листу**.** Перечертить линии чертежа согласно с номером своего варианта в табл. 1.2. Чертеж выполнить в масштабе по указанным размерам на формате А3.
3. Ответить на контрольные вопросы

1. В зависимости от чего берется толщина штриховой, штрихпунктирной тонкой и сплошной тонкой линии? Чему будет равна толщина линий, если толщина сплошной толстой — основной линии взята 1,2 мм?

2. Каково основное назначение следующих линий: сплошной толстой — основной, штриховой, штрихпунктирной тонкой, сплошной тонкой?

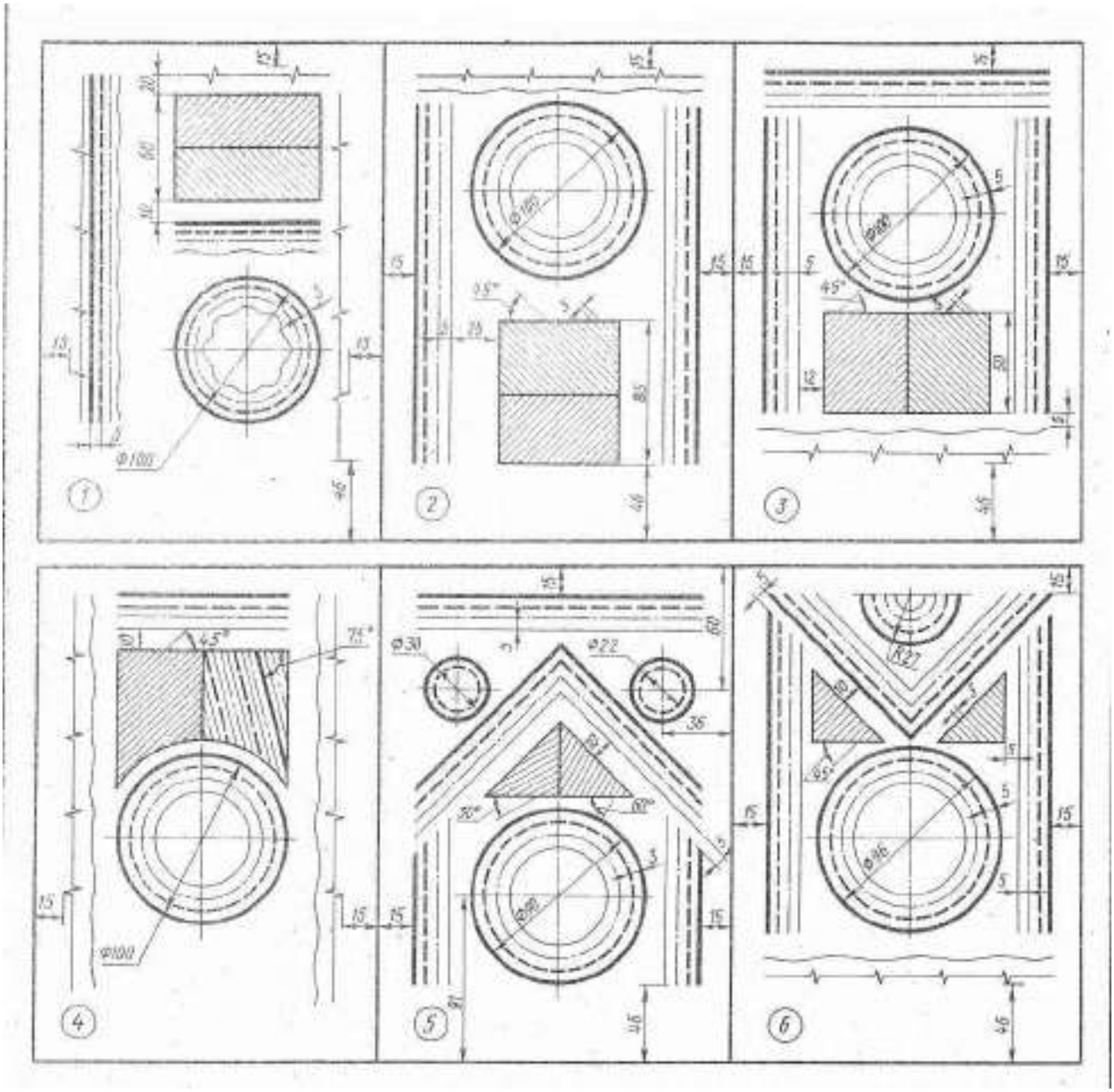
3. С проведения каких линий обычно начинают выполнять чертеж?

4. Чему равны длина штрихов и расстояние между ними в штриховых линиях? В штрихпунктирных тонких линиях?



Образец выполнения листа

Задание.
Табл. 1.2



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема 2. Оформление чертежа.
Выполнение шрифта.
Цель работы: освоение построения чертежного шрифта по ГОСТ 2.304-81.
Перечень используемого оборудования
Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.
Теоретическая часть
Все надписи на чертежах и других технических документах всех отраслей промышленности и строительства должны выполняться чертежным шрифтом. Размер шрифта h определяет высоту (в мм) прописных букв, которая измеряется перпендикулярно основанию строки. Высота строчных букв С определяется из отношения их высоты к размеру шрифта (например, С-7/10).
По отношению к высоте прописных букв определяются и все прочие параметры шрифта: g - ширина буквы; d - толщина линии шрифта; (d = l/10h); a - расстояние между буквами; b

- минимальный шаг строк; е - минимальное расстояние между словами. ГОСТ 2.304-81 устанавливает два типа шрифта: тип А и тип Б с наклоном и без наклона.

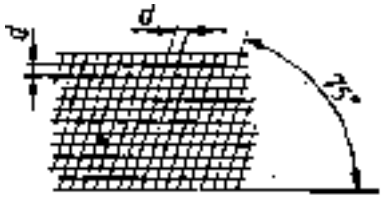
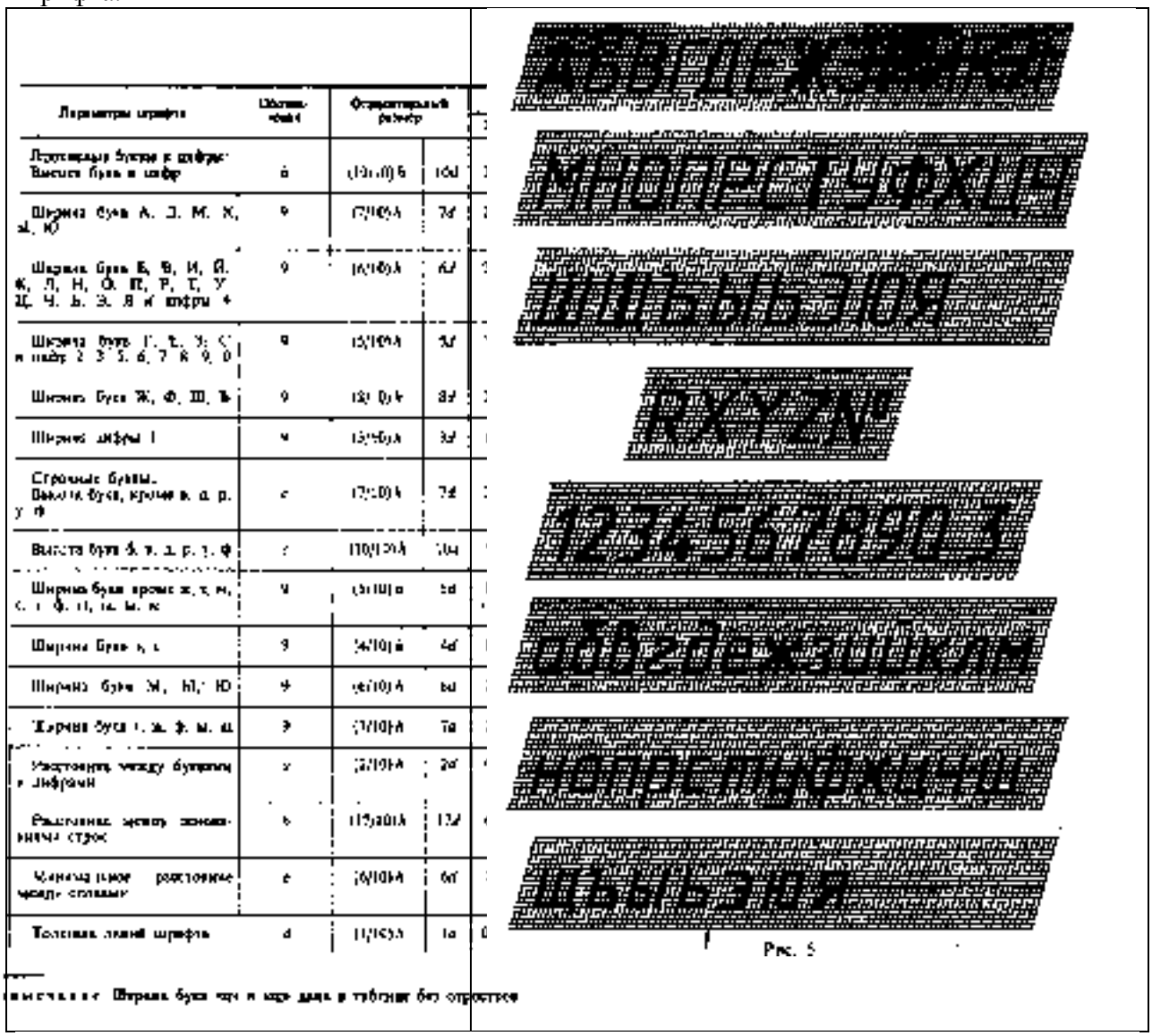


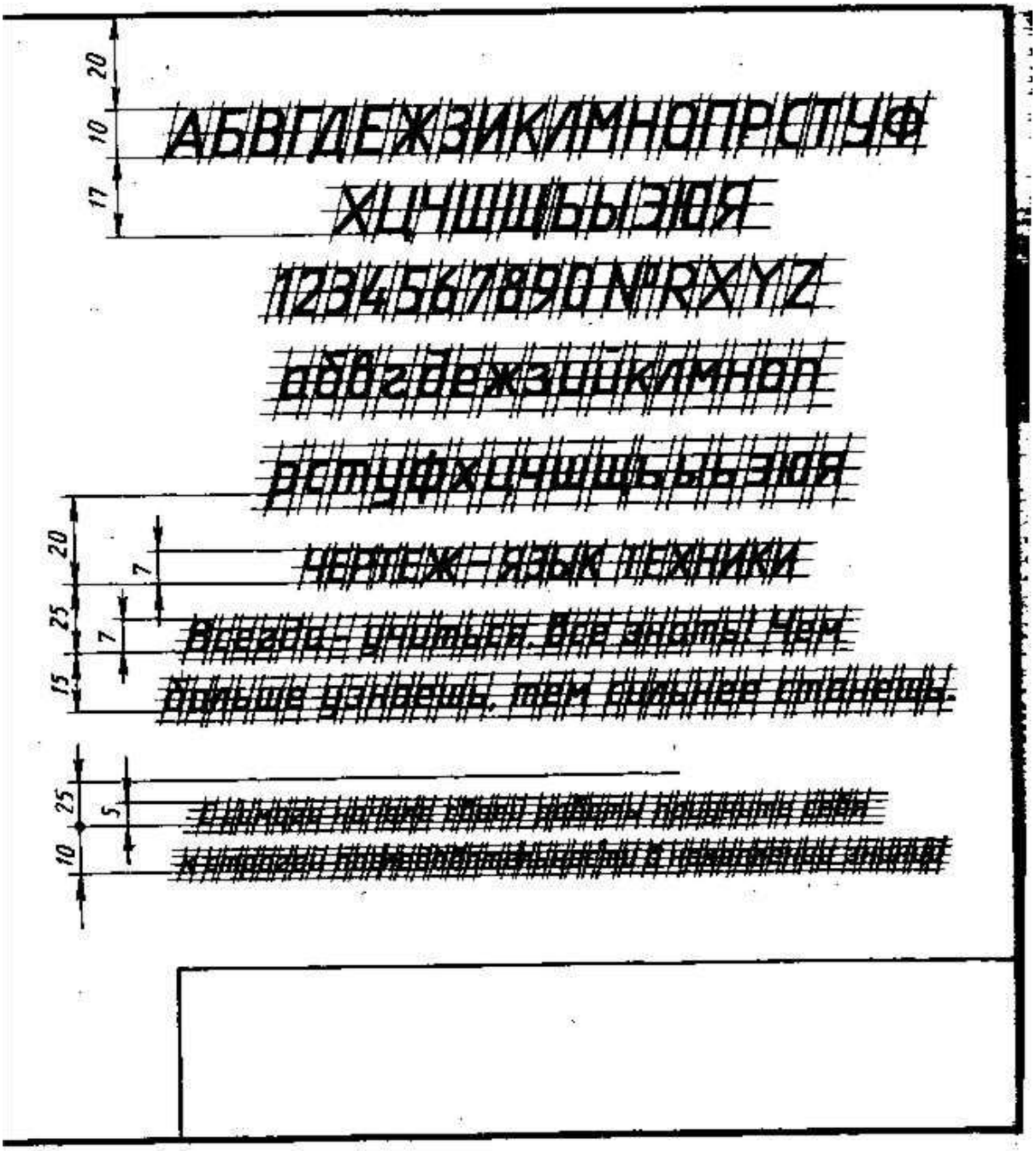
Рис. 1

При выполнении практической работы следует уделить особое внимание изучению конструкции букв, соблюдать разметку каждой буквы. Нужно помнить, что качественное выполнение разметки является фундаментом качественного выполнения шрифта. Вспомогательная сетка, в которую вписываются буквы, наносится тонкими линиями, карандашом 2Т(Н2). Расстояние между параллельными линиями сетки берется в зависимости от толщины линий шрифта *d*(рис. 1). Для определения размеров букв и цифр, а также расстояний между буквами, словами, строками следует пользоваться табл. 2. Шрифт типа Б = (d = h/10).

Обозначение различных элементов шрифта приведено на рис. 2. Расстояние между двумя буквами, соседние линии которых непараллельные между собой (ГА, АТ, РД, ТЛ, ГД, ГЛ, РА), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.



Образец выполнения листа



Ход работы.

1. Изучить построение чертежного шрифта по ГОСТ 2.304-81, приобрести навыки построения букв и цифр в соответствии со стандартом.
2. На листе формат А 4 выполнить рамку, основную надпись.
3. Выполнить шрифт №10 и латинский шрифт.

Для выполнения шрифта проводят двойные линии (ширина двойной линии равна высоте букв) и выполняют сетку под углом 75º.

4. Ответить на вопросы:
    1. Сколько типов шрифтов существует?
    2. Чем отличается выполнение надписей на чертежах от обычного письма?
    3. Что определяет размер шрифта?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема 2. Оформление чертежа.

Выполнение титульного листа.

Цель работы: освоить выполнение надписей, систематизировать знания по построению чертежного шрифта по ГОСТ 2.304-81.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Расстояние между двумя буквами, соседние линии которых непараллельные между собой, может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.

Минимальным расстоянием между словами, разделенными знаками препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом

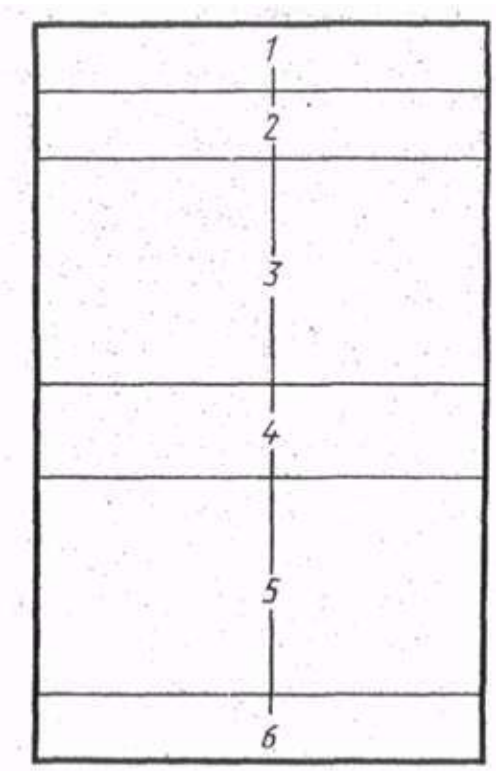


Рис.1.2

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

Филиал СКФУ в г. Пятигорске

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

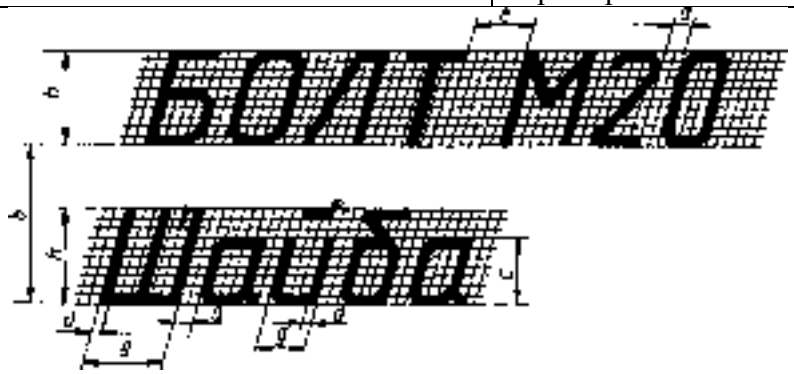
Преподаватель Икаева Т. В

Студент Трубицын Ю.В.

Группа_____

Пятигорск 20__

Пример выполнения задания



Расстояние между двумя буквами, соседние линии которых непараллельные между собой, может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.

Минимальным расстоянием между словами, разделенными знаками препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом

В настоящем пособии рассмотрен шрифт типа Б с наклоном 75º(рис.1.1). Этот шрифт и рекомендуется для выполнения надписей на чертежах. Шрифт размером 1,8 применять следует только в исключительных случаях. При изучении шрифта рекомендуется сгруппировать буквы по конструктивным элементам. Сначала стоит освоить написание букв только с прямолинейными элементами (Г, П, Ш и т.п.), затем с

прямолинейными элементами и закруглениями (Ч, С, Э и т.п.), далее буквы, включающие элемент буквы О (Ю, У, а, р. и т.п.) т.д. При анализе конструкции букв и цифр необходимо проследить и их ширину. Например, по своей ширине прописные буквы, включая отростки, распределяются так:

5/10 (ширина букв составляет 5 клеток по горизонтали) - Г, Е, 3, С; 6/10 (6 клеток) - Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ь, Э,Я; 7/10 (7 клеток) - Д, М, Х, Ы, Ю;

8/10 (8 клеток) - Ж, Ф, Ш,Ъ; 9/10(9 клеток)-Щ.

Ход работы.

1. На листе формат А4 выполнить рамку. Разметить титульный лист в соответствии с рис.1.2.: поле 1 - не заполнять; 2 - наименование учебного заведения; 3 - не заполнять; 4 - наименование документа; 5 - фамилия преподавателя и данные об учащемся и его подпись; 6 - город и год выполнения работы (без указания слова год). Данная форма титульного листа отвечает ГОСТ 2.105-79. Надписи в зонах 4, 5,6 выполняются шрифтом размера 5, в зоне 1, 3 размером 10. Рассчитать надписи по таблице в соответствии с ГОСТ 2.304-81. Для выполнения надписей проводят двойные линии (ширина равна высоте букв).
2. Ответить на вопросы:

1. Сколько типов шрифтов существует?
2. Чем отличается выполнение надписей на чертежах от обычного письма?
3. Что определяет размер шрифта?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема 2. Оформление чертежа.

Нанесение размеров.

Цель работы: систематизировать знания по нанесению размеров и предельных отклонений.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Правила нанесения размеров установлены ГОСТ 2.307-68*. Размеры на чертежах указывают размерными линиями. Размерные линии ограничивают стрелками, которые острием касаются выносных линий, линий контура, осевых линий. Выносная линия выступает за стрелку на 1-3мм. Размерную линию проводят параллельно отрезку, размер которого указывают , по возможности, вне контура изображения. Расстояние от размерной линии до контура и между параллельными размерными линиями должно быть 8-10мм. Размерные линии не должны быть продолжением линий контура, центровых осевых и выносных линий. Все перечисленные линии не должны быть использованы в качестве размерных. Размерные линии не должны пересекаться с выносными, поэтому меньшие размеры наносят ближе к линиям контура, а большие – дальше. Форма стрелки и её размеры выдерживаются на чертеже одинаковыми. Каждый размер указывается только один раз. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к её середине.

Для обозначения диаметра перед размерным числом наносят знак Ø, для обозначения радиуса – R, размеров квадратных элементов - □. Размерную линию при указании величины углов проводят в виде дуги с центром в вершине угла.

В заштрихованной зоне размер наносить не рекомендуется. Размерные числа в этом случае указывают на горизонтальных линиях-полках. Не допускается разрыв линии контура для нанесения размерного числа, другие линии – разрешается. Правила указания размеров на чертежах обширны, их следует изучать по ГОСТ 2.307-68* и применять сознательно, не копируя примеры конкретного задания и образцов выполнения листов.

Размеры на чертеже должны строго соответствовать значениям ГОСТ 6636-69. В этом стандарте в диапазоне от 0,001 до 20 000мм установлены 4 основных ряда чисел:

Ra5, Ra10, Ra20, Ra40. Номинальные размеры диаметров, уступов, расстояний между центрами отверстий и другие размеры назначают только по этому стандарту. В табл. 4 приведен ряд чисел до 10. Числа свыше 10 в каждом десятичном интервале (10…100, 100…1000 и т.д.) получают умножением предпочтительных чисел, содержащихся в интервале 1…10мм. Числа, менее 1мм, получают соответственно умножением чисел, указанного в табл.4 интервала, на 0,1; 0,01; 0,001 и т.д.

Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц. Угловые единицы указывают на чертеже и градусах (°),минутах (') и секундах (").

Рисунок 2.2. Правила нанесения размеров

а - форма и размеры стрелки, б- параллельные размерные линии, в- при недостатке места для стрелки, линии возле него прерывают, г- расположение размерных чисел при наклонных размерных линиях, д- угловые размеры, е- повторяющие элементы, ж- нанесение радиусов, з- нанесение размеров дуги, и- нанесение размеров при недостатке места.

Размерные линии не должны пересекаться с выносными, поэтому меньшие размеры наносят ближе к линиям контура, а большие - дальше. Форма стрелки и её размеры выдерживаются на чертеже одинаковыми. Каждый размер указывается только один раз. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к её середине. Для обозначения диаметра рис.2.2. перед размерным числом наносят знак ⌀, для обозначения радиуса - R, размеров квадратных элементов -□. Размерную линию при указании величины углов проводят в виде дуги с центром в вершине угла.

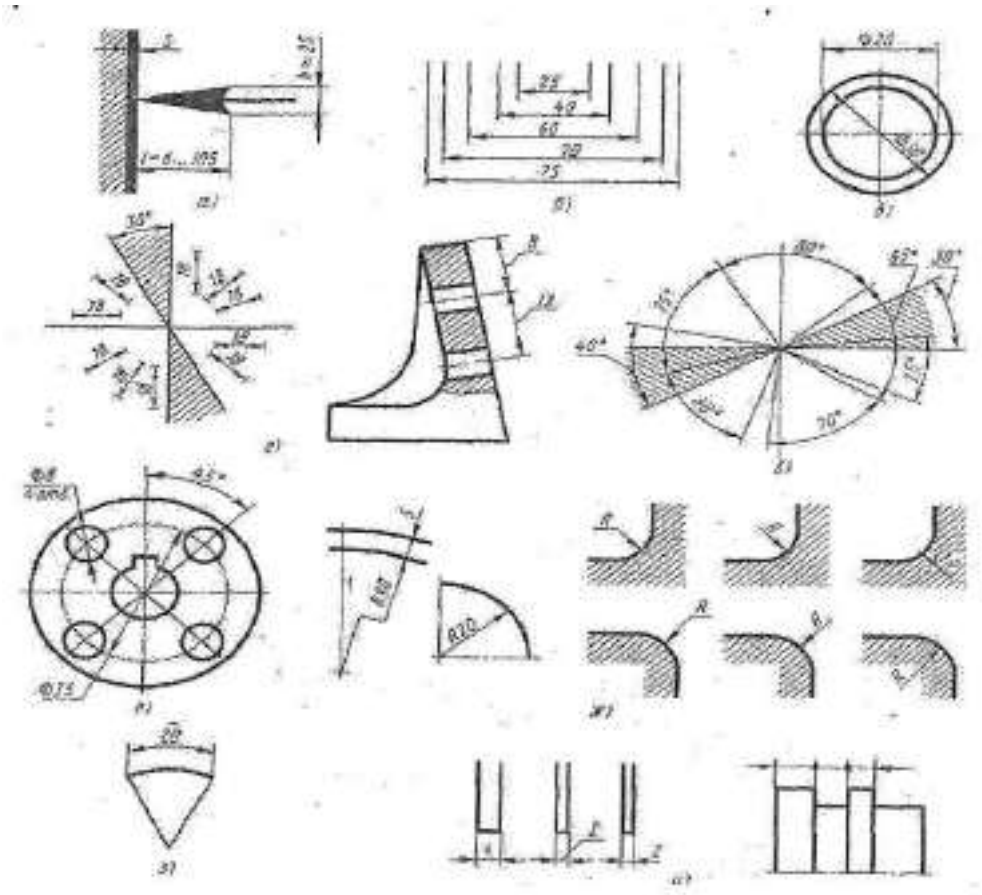


Рисунок 2.2. Правила нанесения размеров

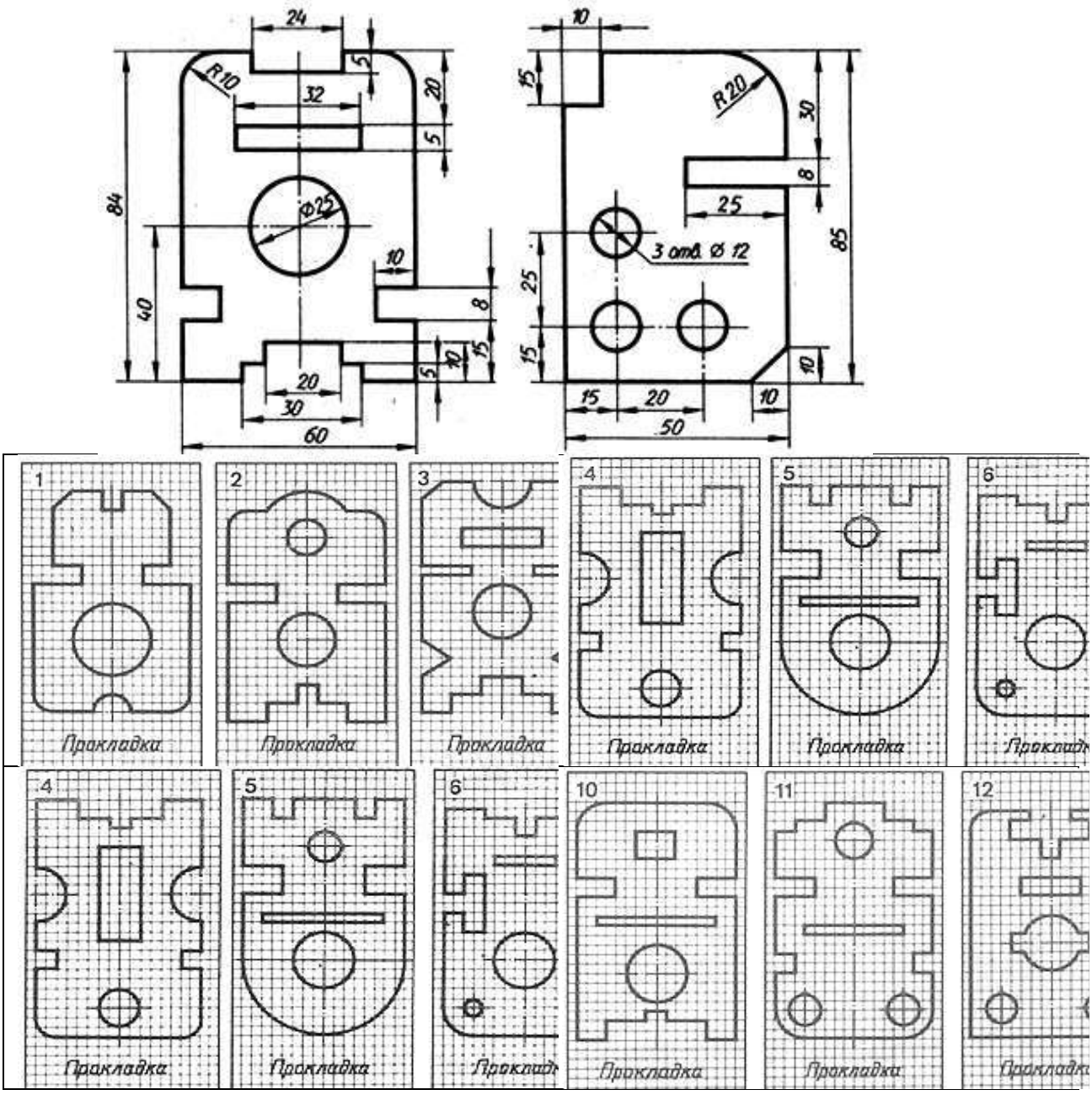
Ход работы:

1. На листе формата А4 выполнить рамку и основную надпись по всем требованиям выполнения чертежей. Перечертить прокладку и пластину, определяя размеры по клеткам. Сторона клетки равна 5 мм. Проставить

размеры.

2. Ответить на вопросы.

Пример выполнения задания



Контрольные вопросы:

1. Чему равны габаритные размеры контура детали, изображенной на чертеже? Проведите подсчет этих размеров.
2. В каких единицах проставляют размеры на чертежах?
3. Какими линиями ограничен наружный контур детали?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема 3. Практическое применение геометрических построений.
Деление окружности.

Цель работы: изучение правил выполнения геометрических построений, используя знания о делении окружности.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Геометрические построения — это способ решения задачи, при котором ответ получают графическим путем.

Построения выполняют чертежными инструментами при максимальной точности и аккуратности работы, так как от этого зависит правильность решения.

Условия задач и вспомогательные построения выполняют сплошными тонкими линиями.

Выбор рационального способа решения задачи сокращает время, затрачиваемое на работу.

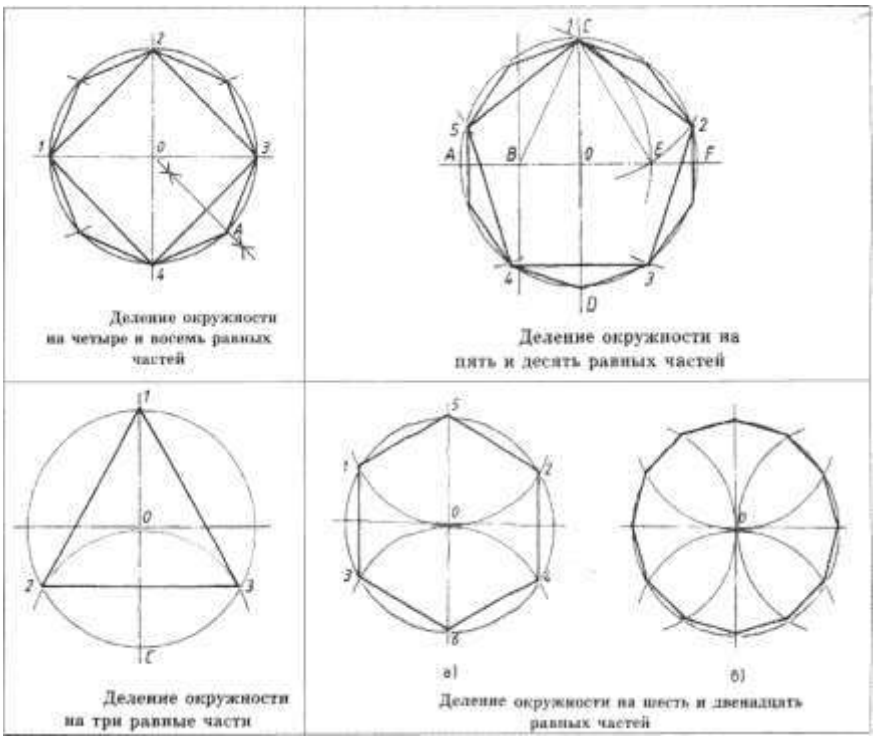
Деление окружности на равные части приведено на рисунке 3.2. Эту задачу решают с помощью циркуля и угольников.

Масштаб – это соотношение линейных размеров на условном графическом изображении к истинным величинам изображаемого объекта. Слово «**масштаб**», заимствованно от немецкого слова «Masstab», что означает – размер, мерило.

Ход работы:

1. Вычертить контур плоской детали, используя знания о делении окружности.
2. Ответить на контрольные вопросы к чертежу.

   Отчет о выполненной работе студенты представляют в письменном виде в рабочей тетради. Некоторые ответы можно заменить графическим изображением.

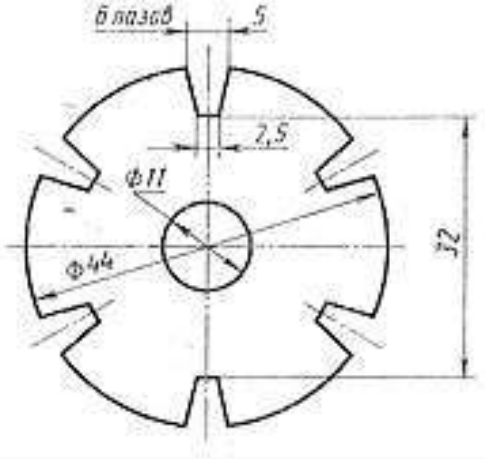


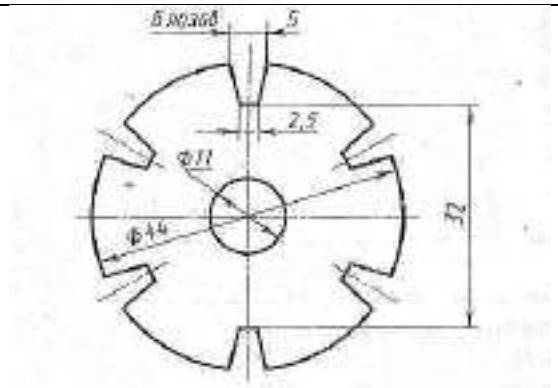
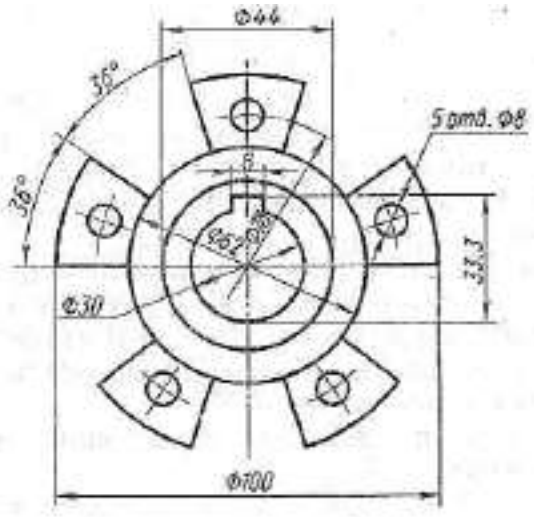
Нис. 3.1.

Задание 1. Масштаб чертежа 2:1. Наименование детали — Прокладка. Материал — СтЗ ГОСТ 380-71.

Контрольные вопросы:

1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?



2. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу? 3. Сколько плоскостей можно определить по чертежу? 4. Какими размерами определя-	ются шесть пазов у детали? 5. Приведите все способы деления окружности на шесть равных частей. 6. Какими линиями выполняют вспомогательные построения?
Задание 2. Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Храповик. Материал — сталь - 40 ГОСТ 1050-74. Контрольные вопросы:1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему? 2. Зависит ли нанесение размеров на чертеже от масштаба? 3. Какие габаритные размеры детали может определить по чертежу?	 4. Сколько плоскостей можно определить по чертежу? 5. Расскажите о всех способах деления окружности на восемь равных частей. 6. Какие линии необходимо применить для выполнения данного чертежа?
Задание 3. Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Зубчатка. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050-74. Контрольные вопросы:1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами: как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему? 2. Какой стандарт предусматривает правила применения масштабов на чертежах? 3. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу? 4. Сколько плоскостей можно определить по чертежу? 5. На окружности какого диаметра расположены пять отверстий 0 8 мм?	6. Какие способы деления окруж-ности на пять и десять равных частей вы знаете? 7.Какими линиями выполняют вспомогательные построения? Какова толщина сплошной основной линии, рекомендованная стандартом? 

Задание 4.

Масштаб чертежа 1:1. Наименование детали — Матрица. Материал — сталь У8А ГОСТ 1435-74.

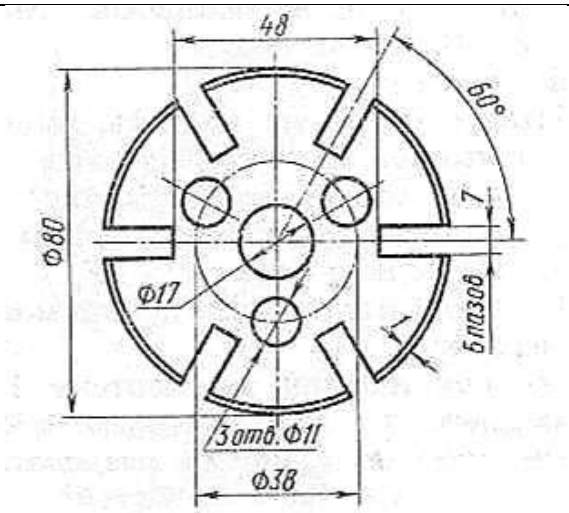
Контрольные вопросы:1. Прочитайте основную надпись, выполненную вами; как называется изделие? Из какого материала должно быть изготовлено изделие? В каком масштабе выполнен чертеж? Какие графы основной надписи не заполнены и почему?

2. Что такое масштаб и как он обозначается на чертеже?

3. Какие габаритные размеры детали можно определить по чертежу?

4. Сколько плоскостей можно определить по чертежу?

5. Какими размерами определяются прорези у матрицы?



6. Какие способы деления окружностей на три, шесть и двенадцать равных частей вы знаете?

7. Какими линиями определены центры трех окружностей ⌀ 11 мм?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема 3. Практическое применение геометрических построений.
Выполнение сопряжений.

Цель работы: Изучение правил построения сопряжений.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Построение сопряжений сводится к трем моментам: определение центра сопряжения; нахождение точек сопряжения; построение дуги сопряжения заданного радиуса. Для построения сопряжения должен быть известен один из элементов: радиус или точка сопряжения, два других элемента определяются графически. В практике чаще всего встречается первый случай: задан радиус сопряжения. На рисунке 2.1 приведены примеры построения сопряжении.

Число делений	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,866	0,707	0,588	0,500	0,434	0,383	0,342	0,309

Построение сопряжений сводится к трем моментам: определение центра сопряжения; нахождение точек сопряжения; построение дуги сопряжения заданного радиуса. Для построения сопряжения должен быть известен один из элементов: радиус или точка сопряжения, два других элемента определяются графически. В практике чаще всего встречается первый случай: задан радиус сопряжения. На рисунке 3.1 приведены примеры построения сопряжении.

Ход работы:

1. Вычертить контур плоской детали. Чертеж выполняется на формате А4. Задание выбрать по рисунку построение следует начинать с проведения осей симметрии фигуры, все геометрические построения осуществляются тонкими четкими линиями и сохраняются на чертеже. Студенты должны при построении сопряжений линий пользоваться преимущественно графическими способами сложения и вычитания отрезков, так как при этом уменьшаются погрешности, связанные с неточностью взятия размеров по линейке.
2. После построения контура технической детали провести выносные и размерные

линии, указать размерные числа. Затем запомнить основную надпись. Перед обводкой тщательно проверить чертеж, убрать лишние линии мягкой резинкой. Обвести чертеж и подписать.

3. Ответить на контрольные вопросы к чертежу. Некоторые ответы можно заменить графическим изображением.

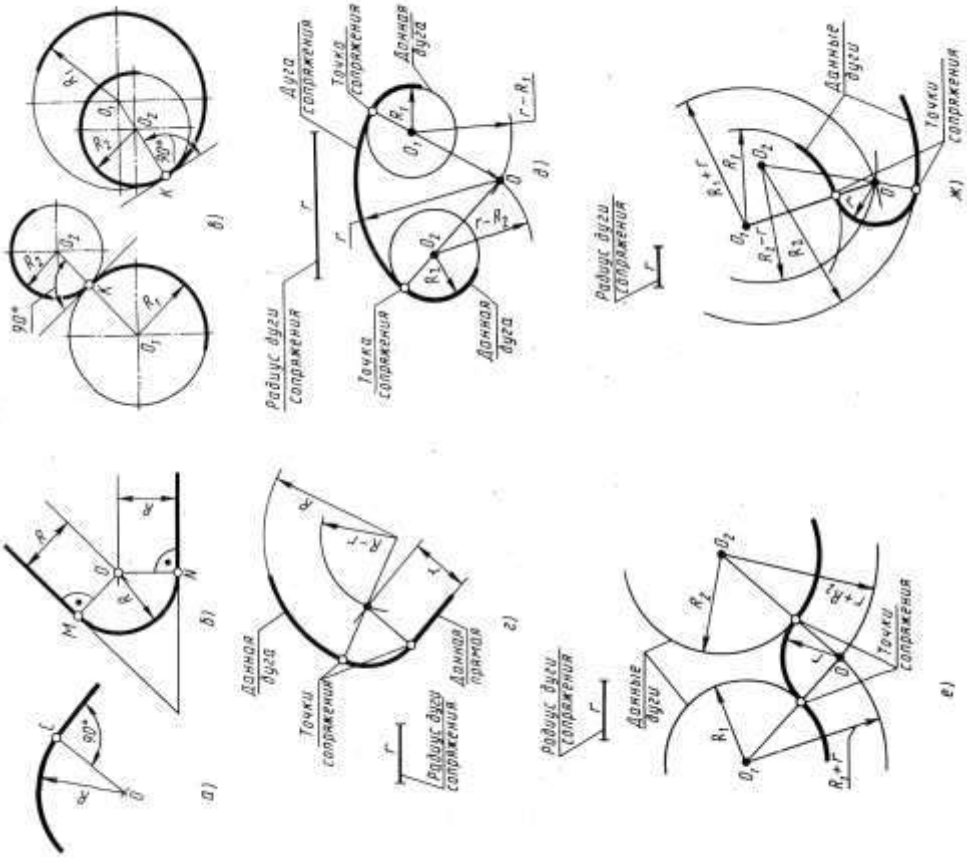
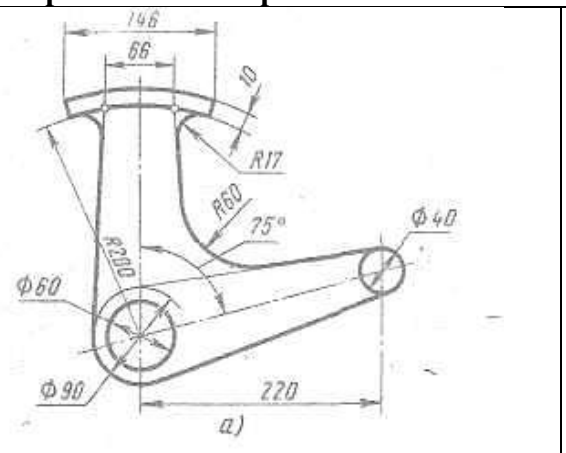
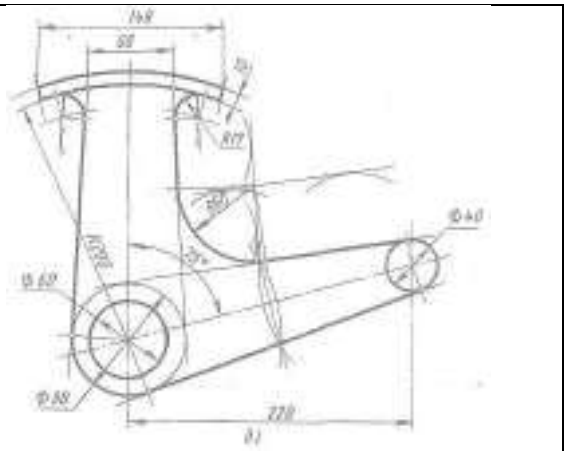


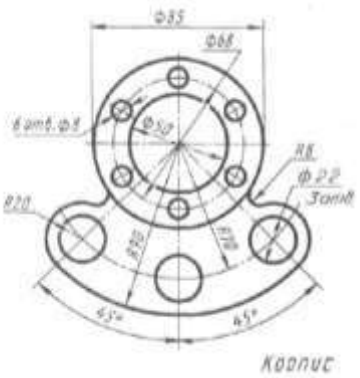
Рис. 2.1

Рис. 2.1. Построение сопряжений: а — положение точки сопряжения дуги и прямой; б— сопряжение двух прямых; в — внешнее и внутреннее касание двух дуг; г — сопряжение дуги и прямой; д — внутреннее сопряжение двух дуг; е — внешнее сопряжение двух дуг; ж — смешанное сопряжение двух дуг.

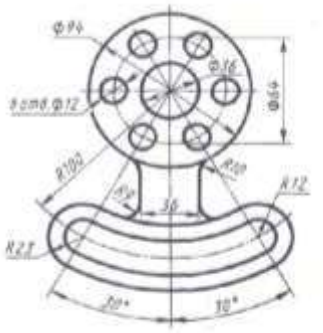
Пример выполнения работы.

	
Задание к работе.	Чертеж в масштабе М 1:1

Варианты заданий к работе

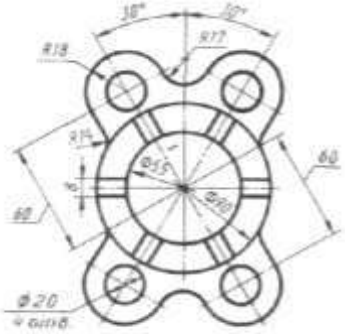


Корпус

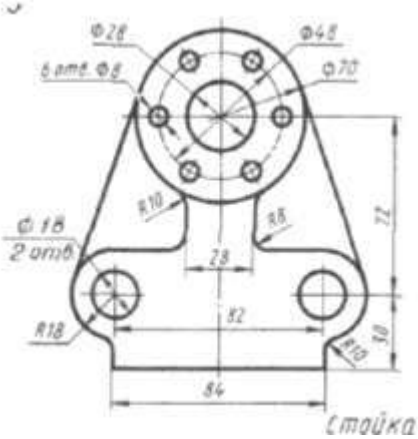


Гитара

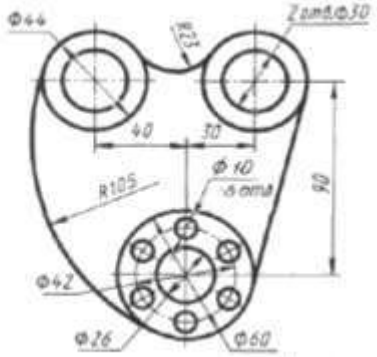
Гитара



Крышка



Стойка



Ушко

Контрольные вопросы:

1. Как разделить отрезок пополам?
2. Деление окружности на равные части.
3. Что такое сопряжение? Виды сопряжений.
4. Как построить сопряжение двух окружностей, двух прямых, прямой и окружности?
5. Что такое уклон? Что такое конусность?
6. Как построить сопряжения и уклоны полок на профиле прокатной стали: а) двутавра; б) швеллера?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема 3. Практическое применение геометрических построений.

Практическое применение геометрических построений.

Цель работы: систематизировать знания по построению сопряжений, геометрических построений и нанесению размеров на чертежах по ГОСТ 307-68.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Ход работы:

Задание является контрольной работой по теме «Практическое применение геометрических построений».

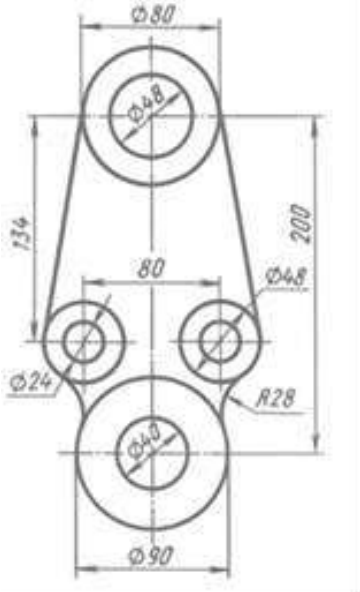
Задание заключается в том, что учащиеся отвечают на контрольные вопросы к чертежу контура детали, изображенного в задании. Если преподаватель сочтет нужным, то он может увеличить количество вопросов.

Отчет о выполненной работе учащиеся представляют в письменном виде либо в рабочей тетради. Некоторые ответы можно заменить графическим изображением.

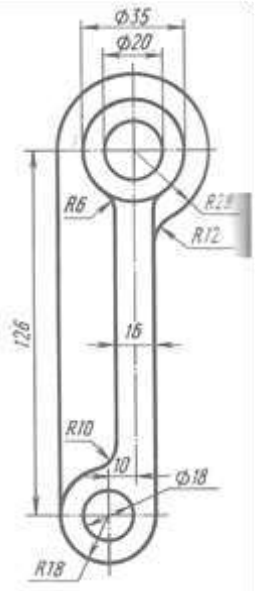
Вариант 1. ***Контрольные вопросы:***

1. Чему равны габаритные размеры контура детали, изображенной на чертеже? Проведите подсчет этих размеров.
2. Какие построения вы проделали для определения положения центров дуг R 28?
3. Какими линиями ограничен наружный контур детали и сколько точек сопряжения линий он содержит?
4. Как, пользуясь чертежным треугольником, найти центр данной окружности?
5. Для чего нужен анализ графического состава изображений?
6. Перечислите все известные способы построения угла 30°.
7. Если рассечь конус плоскостью, параллельной одной из его образующих, то какая кривая получится в плоскости сечения?
8. Какая кривая называется эвольвентой окружности? Где в технике встречается эвольвента окружности?
9. Достаточно ли при вычерчивании контура детали двух чертежных инструментов: циркуля и линейки?
10. Приведите математические зависимости, ограничивающие возможности сопряжения линий.

Вариант 2. ***Контрольные вопросы:***



1



2

Чему равны габаритные размеры контура детали, изображенной на чертеже? Как вы их подсчитали?

2. Опишите или изобразите порядок построения при определении центров дуг R 6; R 10 и R 17.
3. Сколько точек сопряжения линий можно определить по чертежу детали?
4. Сколько точек сопряжения можно указать без дополнительных построений?
5. При каких условиях можно построить сопряжение одной дуги окружности с другой?
6. Что называется анализом графического состава изображений? Для чего нужен анализ графического состава изображений?

7. Назовите самый рациональный (простой) и самый точный из известных вам способов проведения взаимно перпендикулярных линий.

8. Приведите рекомендации по делению окружности на 11 равных частей.

9. В чем особенность техники вычерчивания циркульных кривых и лекальных кривых?

10. Если рассечь круговой конус плоскостью, не параллельной основанию конуса, то какая кривая получится в плоскости сечения?

Вариант 3. ***Контрольные вопросы*****:**

1.Чему равны габаритные размеры контура детали, изображенной на чертеже? Как вы их подсчитали?

2.Опишите или изобразите порядок построений при определении центров дуг R8 и R100.

3.Сколько точек сопряжения линий у наружного контура детали вы определили по чертежу?

4.Можно ли на чертеже задания указать размеры, определяющие положения центров всех дуг?

5.Где на практике применяют сопряжения линий?

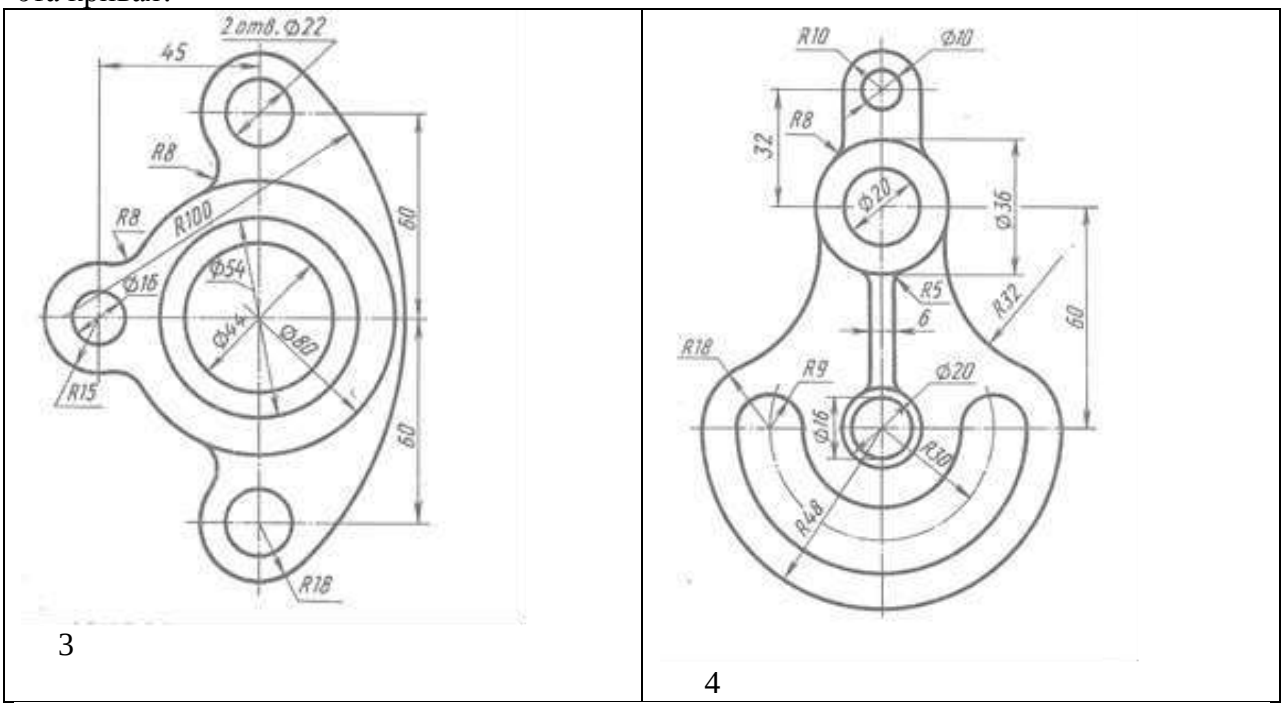
6.Как определить построением центр и радиус заданной дуги?

7.Как, пользуясь чертежным треугольником, найти центр данной окружности?

8. Для чего нужен анализ графического состава изображения?

9.Если рассечь круговой конус плоскостью, параллельной оси конуса, то какая кривая получится в плоскости сечения?

10.Какая кривая называется эвольвентой окружности? Где в технике встречается эта кривая?



3 4

Вариант 4. ***Контрольные вопросы:***

1. Чему равны габаритные размеры контура детали, изображенной на чертеже? Приведите их подсчет.

2. Опишите или изобразите порядок определения центров дуг R8; R5; R32.

3. Сколько точек сопряжения линий можно определить на чертеже детали? Какие из них можно указать без вспомогательных построений?

4. При каких условиях можно построить сопряжение одной дуги окружности с другой?

5. Какой наименьший угол можно разделить на три части с помощью циркуля и линейки? Годится ли этот способ для деления всех углов?

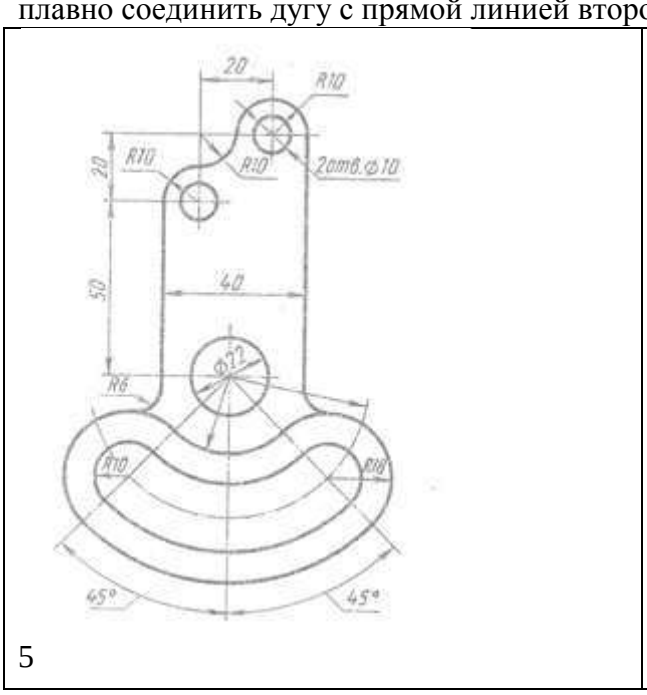
6. Что называется анализом графического состава изображения?

7. Если рассечь круговой конус плоскостью, параллельной одной из его образующих, то какая кривая получится в плоскости сечения?

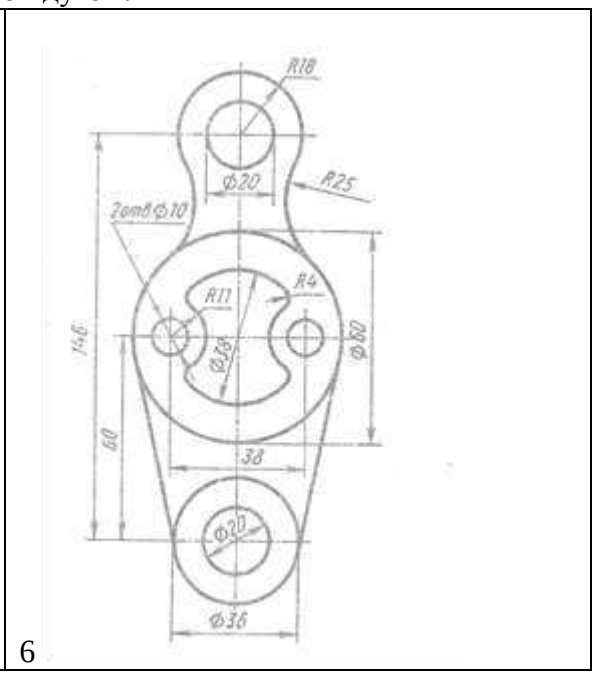
8. Какая кривая называется спиралью Архимеда? Где в технике используют эту кривую?

9. Приведите наиболее рациональный способ нахождения центра дуги окружности.

10. Каким способом определяется положение точек сопряжения, если нужно плавно соединить дугу с прямой линией второй дугой?



5



6

Вариант 5. *Контрольные вопросы*:

1. Определите габаритные размеры контура детали.

2. Опишите (или графически изобразите) порядок определения центра дуги R6.

3. Сколько точек сопряжения линий можно определить по чертежу детали?

4. Какие точки сопряжения линий можно указать без дополнительных построений?

5. Какими способами можно построить линии, определяемые углами 45°?

6. При каких условиях можно построить сопряжение дуги окружности с отрезками прямой линии?

7. Даны две вершины квадрата, прилежащие к одной стороне. Найти две другие вершины квадрата только с помощью циркуля.

8. Для чего нужен анализ графического состава изображения?

9. Перечислите способы деления окружностей на шесть равных частей. Какой из них самый простой?

10. Если рассечь круговой конус наклонной плоскостью, параллельной образующей, то какая кривая получится в плоскости сечения?

Вариант 6. *Контрольные вопросы*:

1. Определите габаритные размеры контура детали.

2. Опишите (или графически изобразите) порядок определения центров дуг R25 и R4?

3. Сколько точек сопряжения линий у наружного и внутреннего контуров детали можно указать?

4. Какие сопряжения линий, из встречающихся на практике, использованы при выполнении чертежа детали?

5. Все ли центры дуг на чертеже определены размерами?

6. Что вы понимаете под термином «геометрические построения»?

7. Как через точку, взятую на дуге окружности, не определяя центр дуги, провести к окружности касательную?

8. Перечислите все известные вам способы построения угла 30°.

9. Чем отличаются лекальные кривые от циркульных? I

10. Перечислите основные способы построения эллипсов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема 3. Практическое применение геометрических построений.
Лекальные кривые.

Цель работы: изучение правил построения лекальных кривых.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

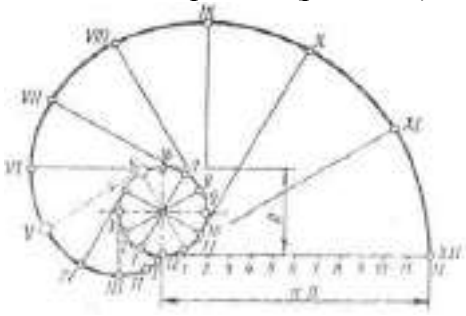
Теоретическая часть

Лекальные кривые.

В технике встречаются детали, поверхности которых образованы перемещением кривых линий: эллипса, эвольвенты окружности, спирали Архимеда и др. Кривые линии нельзя точно вычертить циркулем, поэтому отдельные точки этих кривых соединяют плавными линиями при помощи лекал. Отсюда название — лекальные кривые.

Эвольвента окружности. На рис. 2.20 приведена эвольвента окружности. Каждая точка прямой, если ее катить без скольжения по окружности, описывает эвольвенту.

Профиль рабочих поверхностей зубьев большинства зубчатых колес имеет эвольвентное очертание (рис. 2.21).



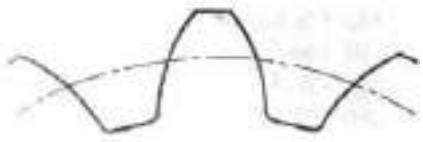
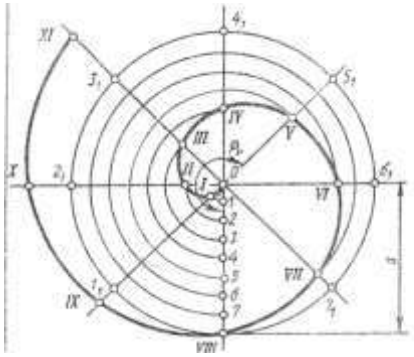


Рис.2.20 рис.2.21

Спираль Архимеда.

На рис. 2.22 изображена спираль Архимеда. Это плоская кривая, которую описывает точка, равномерно движущаяся от центра О по вращающемуся радиусу.



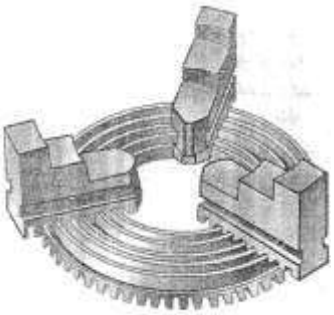


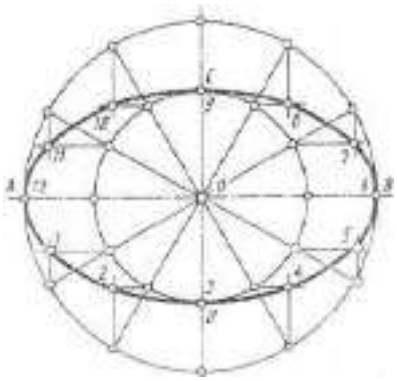
Рис.2.22 рис.2.23

По спирали Архимеда нарезают канавку, в которую входят выступы кулачков

самоцентрирующего трехкулачкового патрона токарного станка (рис. 2.23). При вращении конической шестерни, на обратной стороне которой нарезана спиральная канавка, кулачки перемещаются.

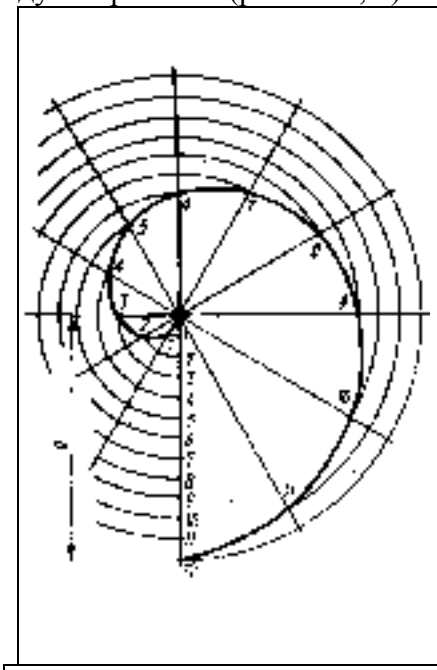
При построении лекальных кривых на чертеже можно воспользоваться справочником, чтобы вспомнить, как это делается.

Построение эллипса. Размеры эллипса определяются величинами его большой АВ и малой СО осей рис. 2.24). Описывают две концентрические окружности. Диаметр большей равен длине эллипса (большой оси АВ), диаметр меньшей — ширине эллипса (малой оси СО). Делят большую окружность на равные части, например на 12. Точки деления соединяют прямыми, проходящими через центр окружностей. Из точек пересечения прямых с окружностями проводят линии, параллельные осям эллипса. При взаимном пересечении этих линий получают точки, принадлежащие эллипсу, которые соединяют от руки плавной кривой и обводят по лекалу.



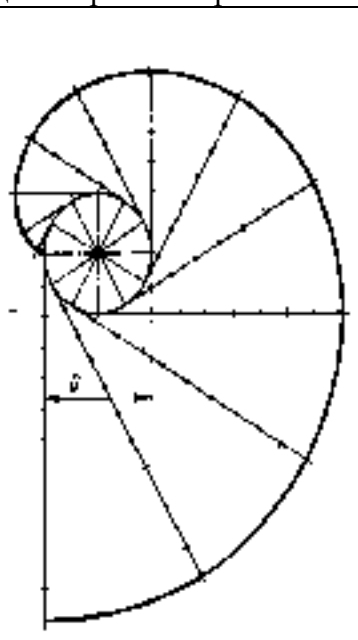
Вы получили задание: выполнить чертеж ключа, представленного на рис. 2.25. Как это сделать? Прежде чем начинать чертить, проводят анализ графического состава изображения, чтобы установить, какие геометрические построения необходимо применить. На рис. 2.25 показаны эти построения. Чтобы вычертить ключ, нужно провести взаимно перпендикулярные прямые, описать окружности, построить шестиугольники, выполнить сопряжения дуг и прямых дугами заданного радиуса. Последовательность работы.

Вначале проводят те линии, положение которых определено заданными размерами и не требует дополнительных построений (рис. 2.26, а), т. е. проводят осевые и центровые линии, описывают по заданным размерам четыре окружности, соединяют меньшие по диаметру окружности прямыми линиями. Это будет первый этап работы. Дальнейшая работа по выполнению чертежа требует применения геометрических построений. В данном случае нужно построить шестиугольники (см. рис. 2.8) и выполнить сопряжения дуг с прямыми (рис. 2.26, б). Это будет второй этап работы.



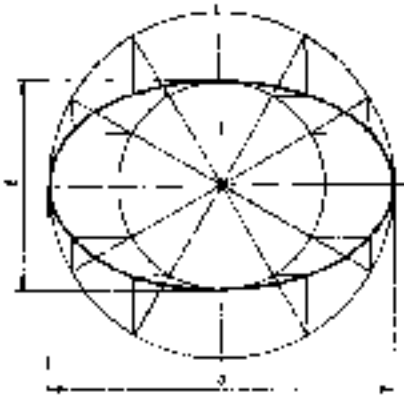
Построить спираль Архимеда, если задан ее шаг

	Варианты



Построить эвольвенту, если задан диаметр окружности

	Варианты			
	1	2	3	4



Построить эллипс, если задан его большая и малая оси (a и b)

	Варианты	
	1	2

		1	2	3	4		D	50	44	40	36		a	130	140
	D	120	110	100	90								b	80	100

Ход работы:

1. Построить спираль Архимеда.
2. Построить эвольвенту окружности.
3. Построить эллипс.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.

Тема 4. Чертежи в системе прямоугольных проекций.

Проецирование точки и прямой.

Цель работы: изучение основ начертательной геометрии и проекционного черчения. Проецирование точки и прямой.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Изображение на плоскости предмета, расположенного в пространстве перед этой плоскостью, называется проекцией этого предмета на данную плоскость. Слово проекция — латинское. В переводе на русский язык, оно означает бросить вперед, вдаль. Это надо понимать таким образом: проекция есть изображение предмета, отброшенное на плоскость при помощи прямых линий-лучей. Эти прямые-лучи проводятся через каждую характерную точку предмета до пересечения с плоскостью. Точки пересечения лучей с плоскостью называются проекциями точек предмета, а плоскость — плоскостью проекций.

Известно, что каждая поверхность предмета состоит из линий. Каждая линия состоит из точек: Поэтому построение изометрических проекций начнем с точки.

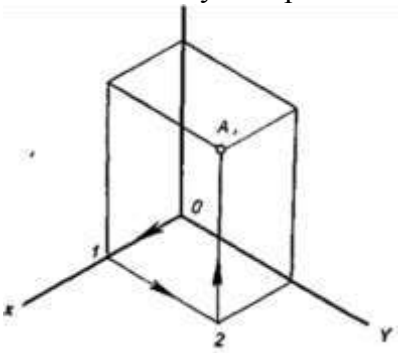


Рис. 5.1

Если дан эпюр (ортогональные проекции) точки А, то для построения изометрической проекции этой точки:

1) наносят на плоскость чертежа оси координат XO, YO, Z0 (под углом 120° друг к другу) (рис.5.1)

2)по оси XO от начала координат O откладывают отрезок O—1, равный координате XA точки A;

3)из конца 1 этого отрезка проводят прямую, параллельную оси YO, и откладывают на ней отрезок 1—2, равный координате Y A точки A;

4)в заключение из точки 2 проводят прямую, параллельную оси ZO, на которой откладывают отрезок 2—A1, равный координате ZA точки A,

5)полученная точка A1 и будет искомой изометрической проекцией точки A.

Ход работы:

1. Выполнить задание 1.

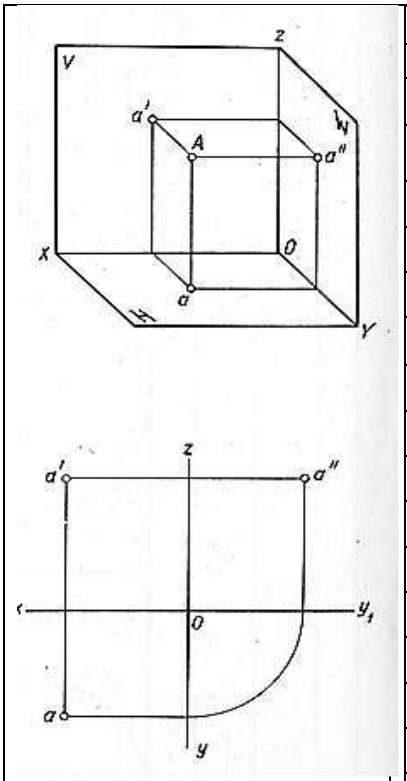
По заданным в таблице координатам построить наглядное изображение точек A, B, C и D и эпюры этих точек. Для построения каждой точки выполнить отдельный чертеж рис. 4.1. При построении наглядного изображения ось OY проводится из точки O под углом 45° к

горизонта-ли; по оси OY откладывается половина заданного в таблице размера, по осям OX, OZ, — натуральная величина.

При построении ортогональных проекций точек и отрезка прямой по заданным координатам указанные в таблице размеры откладывают по осям координат (X, У и Z) от точки О в натуральную величину.

1. Выполнить задание 2.
2. Задание 2.
3. Ответить на вопросы.
    1. Как называют проекции, полученные на плоскостях V, *W, H*?
    2. Как располагают проекции на чертеже?
    3. Что означает «проекционная связь»?
    4. Какое изображение на чертеже принято за исходное (основное)? В каком положении изображают на нем предмет?
    5. Покажите построения чертежей точек, расположенных в различных октантах, на трехкартинном чертеже.

Задание 1



№	A			B			C			D		
вар	X	Y	Z	X	У	Z	X	У	z	X	У	Z
1	10	20	30	0	20	30	25	0	15	20	40	0
2	30	20	15	20	30	0	0	30	40	40	0	35
3	15	30	40	30	0	20	30	20	0	0	30	15
4	40	30	20	0	30	40	20	0	35	15	20	0
5	35	40	15	40	0	20	0	40	20	40	20	0
6	20	30	15	30	40	0	15	0	35	0	40	30
7	35	20	10	0	25	40	10	40	0	25	0	30
8	30	40	15	35	0	15	0	20	30	35	20	0
9	45	30	30	15	30	0	15	0	20	0	40	20
10	20	40	30	0	40	30	40	30	0	10	0	30
11	15	20	30	25	0	30	0	40	15	25	15	0
12	30	30	40	30	15	0	35	0	25	0	30	20
13	25	30	35	0	25	15	15	40	0	20	0	30
14	10	30	40	15	0	30	0	20	10	30	40	0
15	25	20	35	35	40	0	30	0	10	0	40	15
16	35	40	20	0	25	30	25	40	0	35	0	10
17	15	30	15	10	0	40	0	30	15	10	20	0
18	20	10	30	15	20	0	20	0	10	0	25'	10

Задание 2.

По заданным в табл. 4.2 координатам построить наглядное изображение отрезка прямой AB, CD и MN и эпюр (рис.4.2).

При построении наглядного изображения ось OY проводится из точки О под углом 45° к горизонтали; по оси OY откладывается половина заданного в таблице размера, по осям OX, OZ, — натуральная величина. При построении ортогональных проекций точек и отрезка прямой по заданным координатам указанные в таблице размеры откладывают по осям координат (X, У и Z) от точки О в натуральную величину.

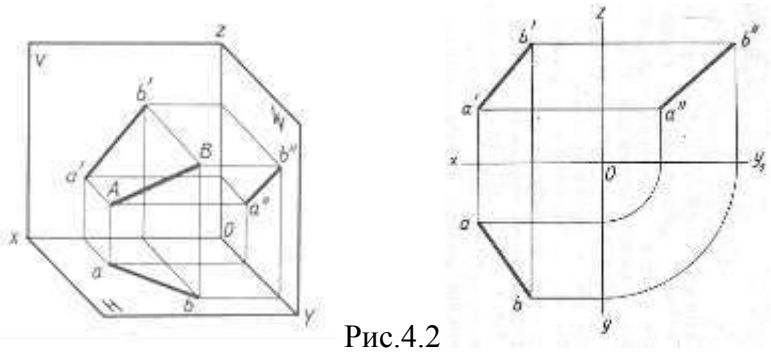


Рис.4.2

	A			B				C			D				M			N		
№ в	X	Y	Z	X	У	Z		X	У	2	X	У	Z		X	У	Z	X	У	Z
1	35	40	15	15	20	30		0	20	35	40	40	10		0	20	30	40	20	30
2	15	20	35	30	30	15		20	0	40	40	30	15		30	20	0	30	20	45
3	40	20	45	20	40	20		30	40	0	10	20	35 .		30	0	20	30	40	20
4	50	10	15	20	30	35		0	30	20	30	45	10		20	50	5	20	40	45
5	45	20	5	15	40	25		40	0	10	20	30	40		0	30	5	40	30	5
6	30	40	45	10	40	15		35	20	0	10	40	30		40	0	25	40	30	25
7	40	30	15	15	30	40		0	40	15	35	20	40		15	40	0	15	40	35
8	30	10	40	35	40	20		25	0	35	40	30	20		0	40	35	40	40	35
9	20	40	30	40	20	10		40	30	0	20	40	35		30	20	20	30	50	20
10	50	30	25	15	20	10		0	40	25	40	30	5		25	0	15	25	55	15
11	10	20	40	25	40	10		45	0	10	10	50	40		30	40	0	30	40	35
12	25	10	35	40	20	20		50	40	0	10	10	30		40	20	30	0	20	30
13	15	30	15	30	20	40		0	40	50	45	20	20		50	50	25	50	0	25
14	35	20	10	15	30	40		30	0	10	15	50	35		45	40	35	45	40	0

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10.

Тема 4. Чертежи в системе прямоугольных проекций.

Проецирование на две плоскости

Цель работы: проецирование предмета на две плоскости.

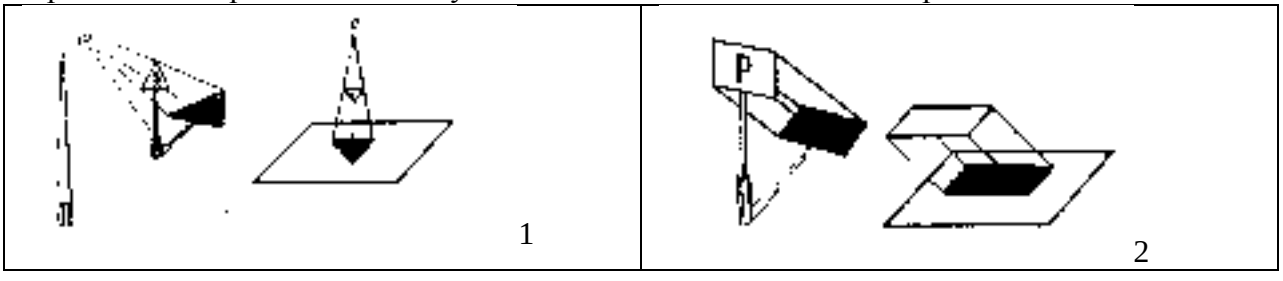
Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Обратимся к примерам. Если направить луч света из одной точки на геометрическую фигуру, из которой состоят дорожные знаки, то получится проекция этой фигуры при этом она называется центральной, т.к. луч света при котором получается проекция, направлен из одной точки — центра проецирования. Центральную проекцию часто называют перспективой. Центральные проекции применяют в рисовании с натуры.

Если проецирующие лучи параллельны друг другу, то процесс проецирования называется параллельным, а полученное изображение параллельной проекцией. Примером параллельной проекции можно условно считать солнечные тени предметов.



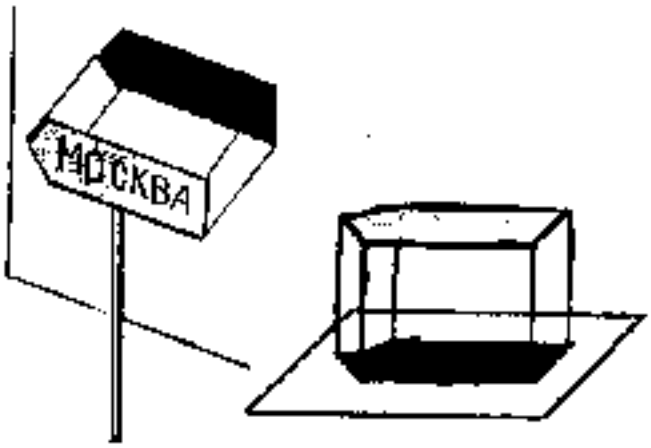
1 2

При параллельном проецировании все лучи падают на плоскость проекций под одним и тем же углом. Если это любой острый угол, то проецирование называется косоугольным.

В косоугольной проекции, как и в центральной, форма и величина предмета искажаются.

В практике черчения чаще всего используют такое графическое изображение при котором предмет и его проекция не искажаются. Это способ прямоугольного проецирования. Когда проецирующие лучи перпендикулярны к плоскости проекций, т.е. составляют с ней угол в 90° и проецирование называют прямоугольным. Полученное при этом изображение называется прямоугольной проекцией предмета. Этот способ используется для построения как чертежей, так и наглядных изображении предметов.

Проекция» — слово латинское. В переводе на русский язык оно означает «бросать (отбрасывать) вперед»



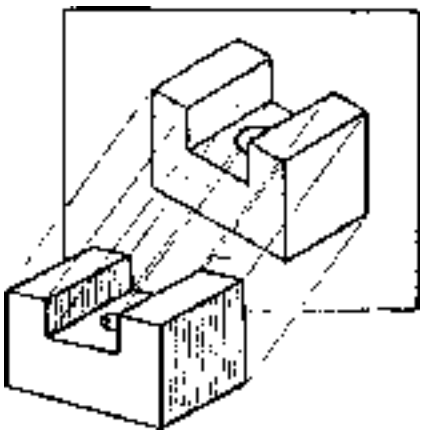
Изображения на чертеже выполняют по правилам проецирования.

Проецированием называется процесс построения изображения предмета на плоскости — бумаге, классной доске и т.д. Получившееся изображение называют проекцией.

Примерами проекций являются также наглядные изображения предметов, фотографические снимки, кинокадры и др.

Положите на бумагу какой-нибудь плоский предмет и обведите его карандашом. Вы также получите изображение, соответствующее проекции этого предмета.

Расположим предмет перед плоскостью проекций так, чтобы на изображении были видны три его стороны. При рассматривании такого изображения легко представить пространственный образ предмета.



Такое проецирование в черчении используют для построения наглядных изображений. Наглядные изображения могут быть получены как в результате прямоугольного, так и косоугольного параллельного проецирования.

Однако на наглядных изображениях предметы имеют большие искажения. Например, круглые части проецируются в эллиптические, прямые углы — в тупые и острые. Изменяются и некоторые размеры предмета. Поэтому такие изображения в практике применяют редко.

Расположим предмет перед плоскостью проекций так, чтобы на изображении он оказался видимым с одной стороны, и построим его прямоугольную проекцию. Теперь

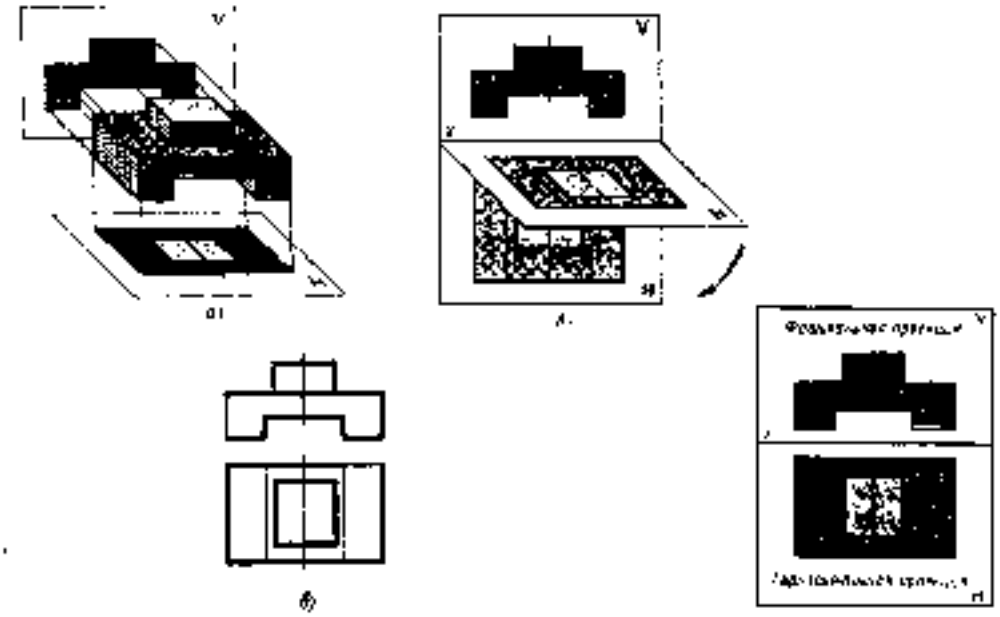
размеры длины и ширины предмета не изменяются, не будут искажаться углы между прямыми линиями, круглое отверстие изобразится окружностью.

По чертежу, содержащему одну проекцию, не всегда можно точно судить о геометрической форме предмета. Кроме того, на таком чертеже предмет виден лишь с одной стороны. Для этой цели необходимо в пространстве взять две плоскости проекций, расположенные перпендикулярно относительно друг друга.

Одну из плоскостей проекций располагают горизонтально. Она называется горизонтальной плоскостью проекций и обозначается H (латинская буква *«аш»).* Проекция предмета на эту плоскость называется горизонтальной.

Вторую плоскость проекций V (читается *«вэ»)* располагают вертикально. Вертикальных плоскостей может быть несколько, поэтому плоскость проекций, расположенную перед зрителем, называют фронтальной (от французского слова *«фронталь»,* что означает *«лицом к зрителю»).* Полученную на эту плоскость проекцию предмета называют *фронтальной.*

Построенные таким образом проекции оказываются в пространстве расположенными в разных плоскостях (горизонтальной и вертикальной). Чертеж же предмета строят на одном листе, т.е. в одной плоскости. Поэтому для получения чертежа предмета обе плоскости приводят (совмещают) в одну.



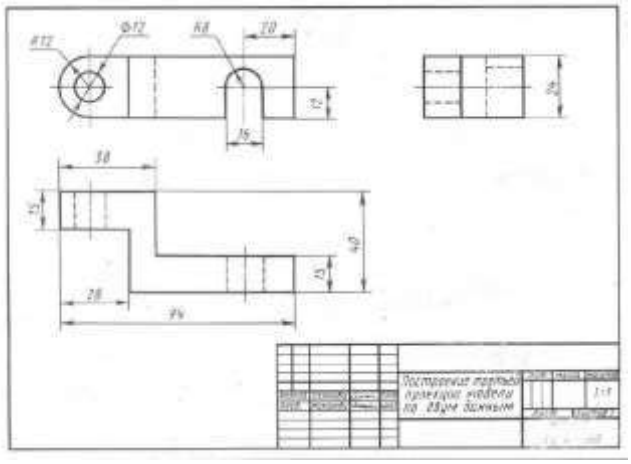
Чтобы видеть при этом, что приведенные на чертеже проекции представляют изображения одного и того же предмета, их располагают в строгом порядке — одну под другой. Это принятое в черчении правило размещения проекций нельзя нарушать.

Ход работы

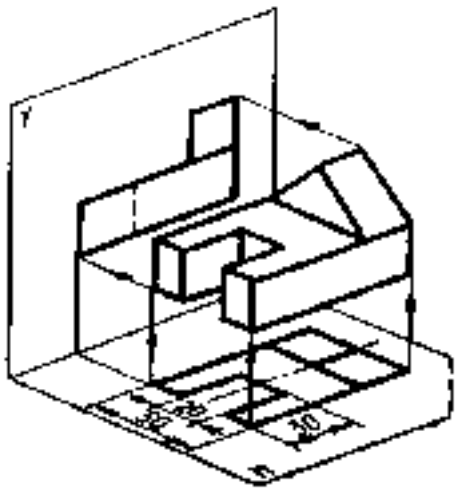
1. Используя наглядное изображение, постройте горизонтальную проекцию.
2. Нанесите размеры.
3. Ответить на вопросы

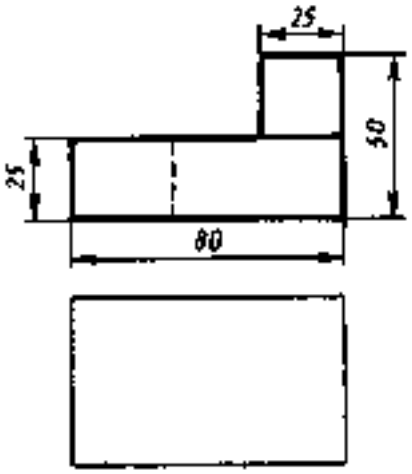
1. Что называется проецированием?
2. Что называется проекцией?
3. Виды проецирования.
4. Сформулируйте и докажите основные свойства параллельного проецирования.
5. Что понимают под обратимостью чертежа?

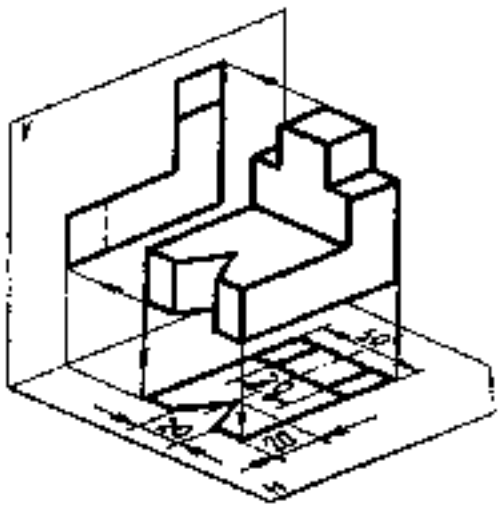
Пример

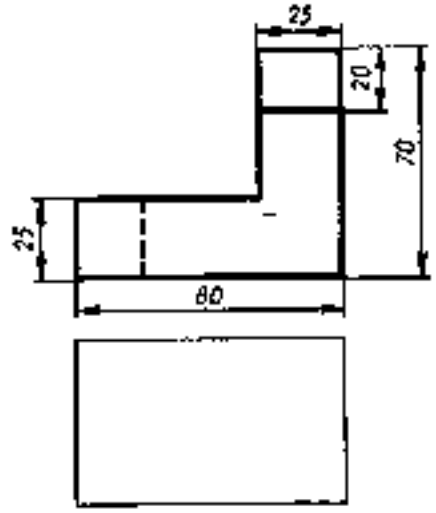


Задание









ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11.

Тема 4. Чертежи в системе прямоугольных проекций.

Проецирование на три плоскости.

Цель работы: проецирование предмета на три плоскости.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

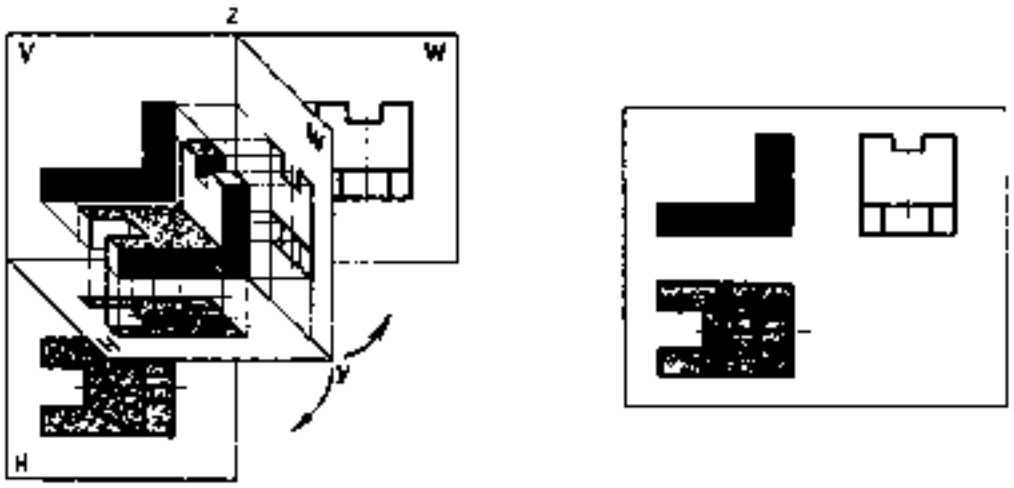
Теоретическая часть

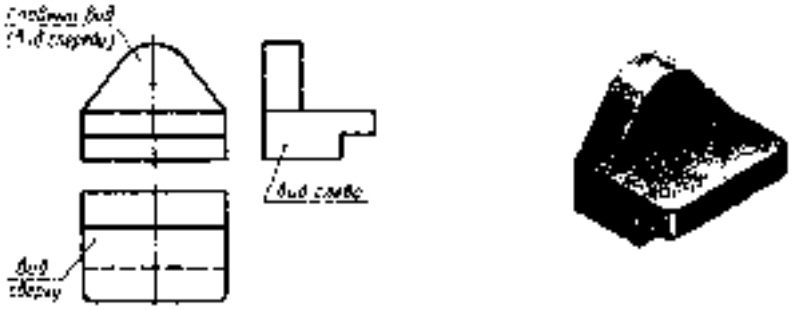
Кроме того, в практике приходится часто строить чертежи очень сложных предметов, где двух проекций оказывается недостаточно для выявления геометрической формы и размеров изображаемого предмета.

Чтобы получить такой чертеж, по которому можно установить единственный образ изображаемого предмета. пользуются не двумя, а тремя плоскостями проекций. Третью плоскость проекций W (читается *«дубль вэ»)* называют профильной, а полученную на нее проекцию — *профильной проекцией предмета* (от французского слова *«профиль»,* что означает *«вид с боку»).*

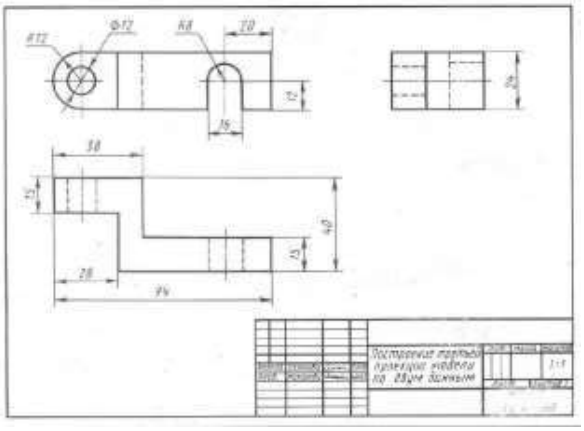
Профильная плоскость проекций — вертикальная. Для построения чертежа предмета ее выбирают так, чтобы она была одновременно перпендикулярна горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций.

На чертеже профильную проекцию всегда располагают на одной высоте с фронтальной, справа от нее. См. пример.





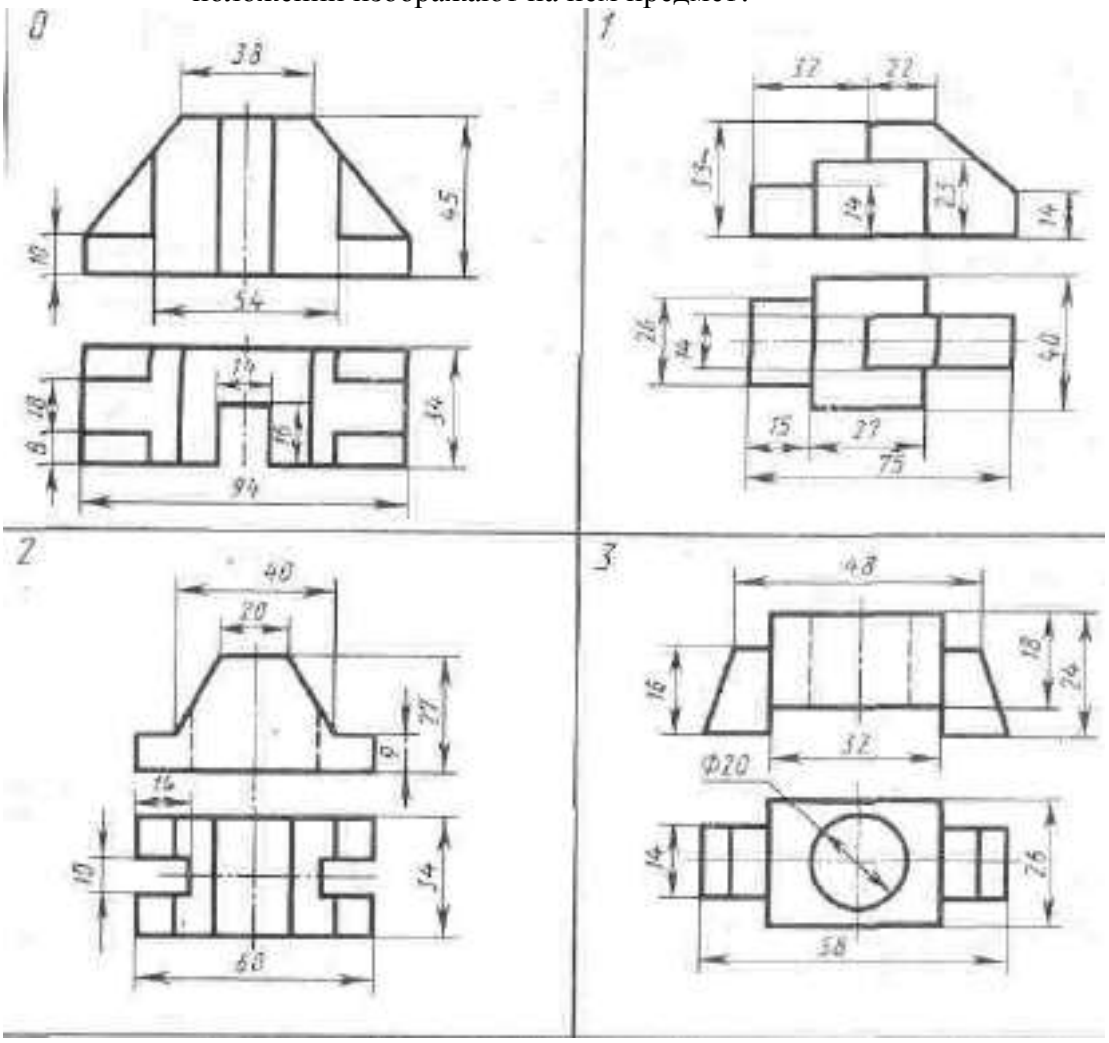
Пример

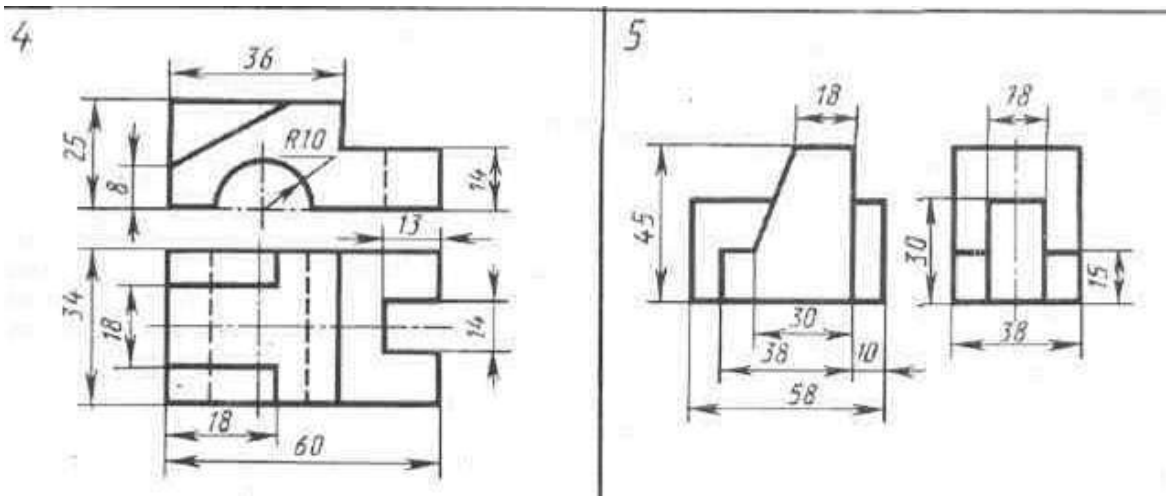


Ход работы:

1. По двум заданным проекциям модели построить третью. Проставить размеры.
2. Ответить на вопросы

    1. Как располагают проекции на чертеже?
    2. Что означает «проекционная связь»?
    3. Какое изображение на чертеже принято за исходное (основное)? В каком положении изображают на нем предмет?





ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12.

Тема 5. Комплексный чертеж.

Выполнение комплексного чертежа

Цель работы: изучение проецирования предмета в прямоугольных проекциях.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Построение третьей проекции геометрического тела по двум данным, базируется на знании основ начертательной геометрии.

По ГОСТ 2.305—68 изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При проецировании предмета на три взаимно перпендикулярные плоскости проекции (фронтальную- V, горизонтальную –H, профильную - W), фронтальная проекция его получается с помощью параллельных проецирующих лучей, проходящих через определенные точки предмета и направленных перпендикулярно плоскости V. Горизонтальная проекция — с помощью лучей, перпендикулярных плоскости H, а профильная проекция - с помощью лучей, перпендикулярных плоскости W. Предмет при этом располагается между глазом наблюдателя и соответствующей плоскостью проекций. Чертеж получается в результате совмещения трех плоскостей проекций в одну. Проецирование какой-либо точки, принадлежащей предмету, осуществляется с помощью линий связи, перпендикулярных соответствующим осям, вокруг которых проходило вращение плоскостей проекции при их совмещении в одну плоскость.

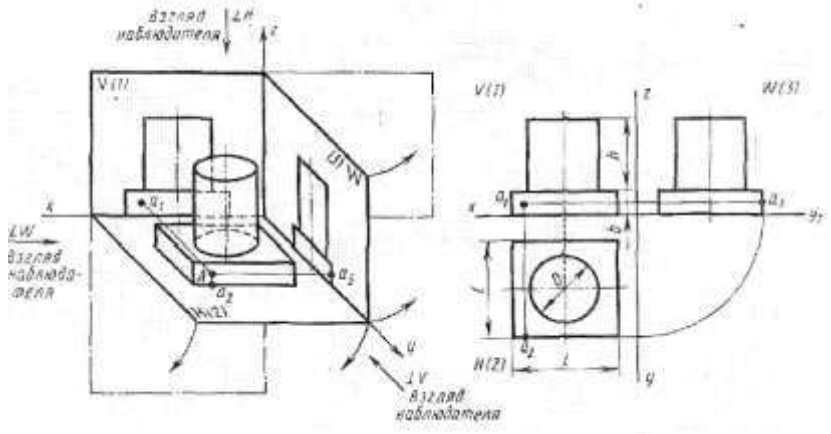


Рисунок 5.1.а) б)

Предмет помещенный в трехгранный угол. Комплексный чертеж

Комплексным чертежом (Рисунок 5.1, *б*) называют изображения предмета на совмещенных плоскостях проекций. При этом горизонтальная проекция (вид сверху) располагается под фронтальной, а профильная (вид слева) — справа от фронтальной и на одном уровне с ней. Нарушать это правило расположения проекций нельзя.

Фронтальную проекцию называют видом спереди, или главным видом. Главный вид, получаемый на фронтальной плоскости проекций, является исходным, он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Остальные проекции располагаются в зависимости от главного вида. Такое расположение проекций называют проекционной связью. Проекционная связь показана на рис. 5.1., *б* и *в* тонкими сплошными линиями, которые называются линиями связи.

При проведении линий связи между горизонтальной и профильной проекциями удобно пользоваться вспомогательной прямой, которую проводят под углом 45° примерно на уровне вида сверху, правее его (рис. 5.2, *б).* Линии связи, идущие от вида сверху, доводят до вспомогательной прямой. Из точек пересечения с нею восставляют перпендикуляры для построения вида слева.

Фронтальную проекцию точки обозначают строчной буквой со штрихом *a′,* горизонтальную - без штриха *a,* профильную - с двумя штрихами *a″* (рис. 5.2, *б).*

Чтобы сократить число изображений, допускается на видах показывать невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями.

Так строят чертежи в прямоугольных проекциях.

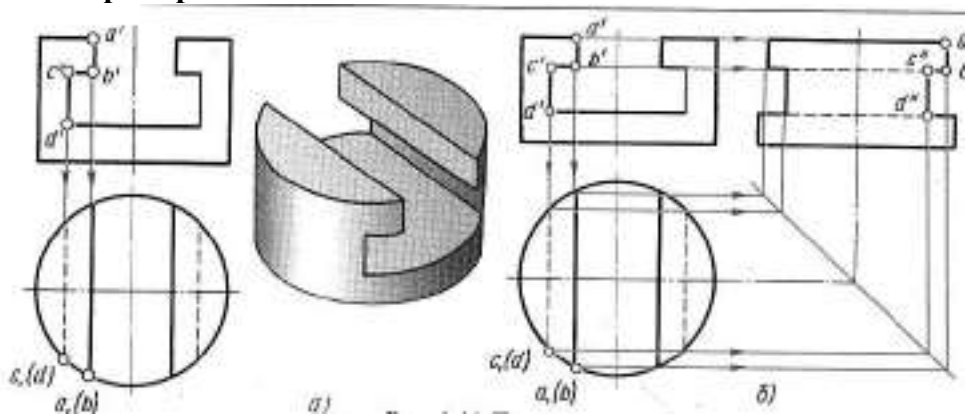
Однако нас интересует не только построение чертежей, но и их чтение, т. е. процесс представления пространственной формы предмета по его плоским изображениям.

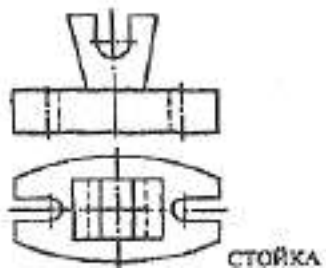
Для того чтобы прочитать чертеж, нужно представить себе, почему получилось на нем то или иное изображение, т. е. подумать, какое тело могло дать такую проекцию. При этом нельзя рассматривать проекции отдельно одну от другой. Необходимо мысленно объединить представления о всех проекциях, данных на чертеже.

Ход работы:

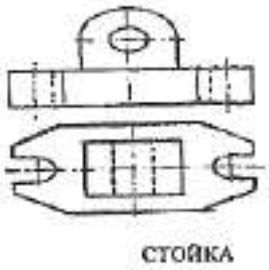
1. Пользуясь данными соответствующего варианта задания по рисунку, построить три проекции (комплексный чертеж), На листе бумаги формата А3 вычертить рамку и основную надпись. Внимательно изучить заданные проекции и построить третью. Определите масштаб изображений, границы расположения всех фигур на чертеже.
2. Ответить на вопросы.
   1.Что называют комплексным чертежом?
   6. Для чего служит «вспомогательная прямая»? Под каким углом ее проводят?
   7. Как строят чертеж предмета в трех проекциях?

Пример выполнения задания.

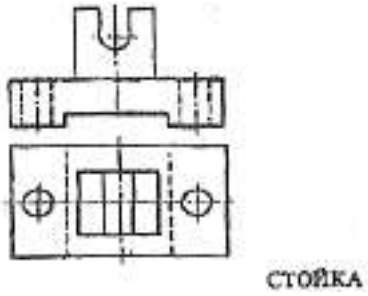




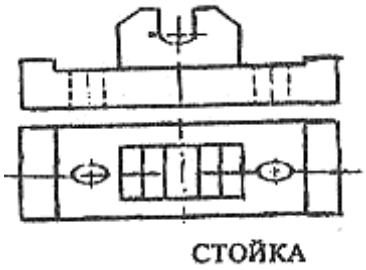
Вариант № 1



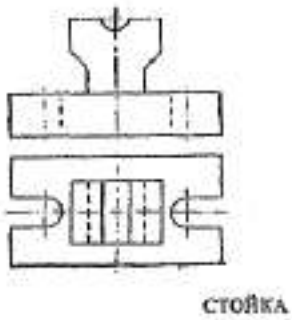
Вариант № 2



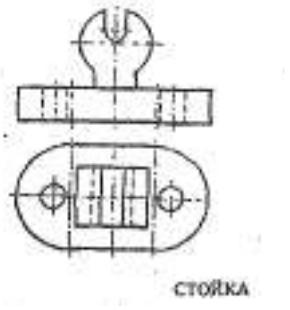
Вариант № 3



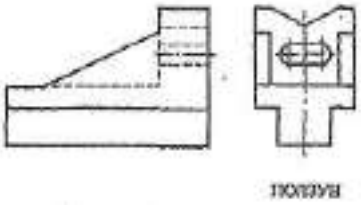
Вариант № 4



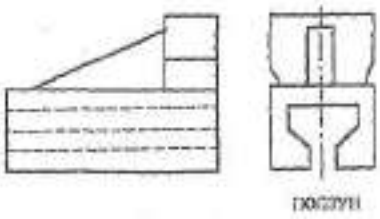
Вариант № 5



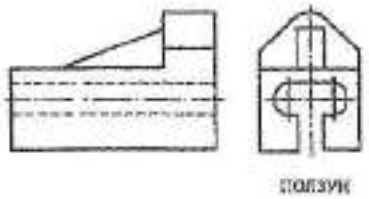
Вариант № 6



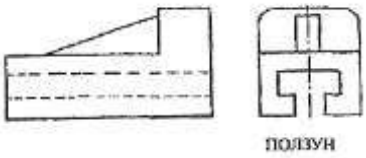
Вариант № 7



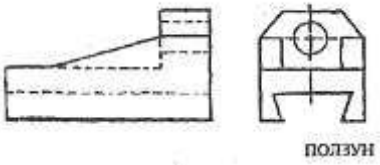
Вариант № 8



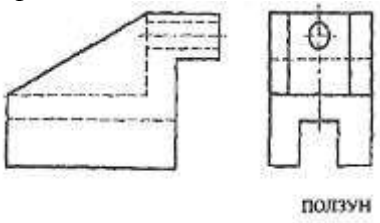
Вариант № 9



Вариант № 10



Вариант № 11



Вариант № 12

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

Тема 5. Комплексный чертеж.

Нахождение проекции точки, лежащей на поверхности предмета.

Цель работы: систематизировать знания по проецированию геометрических тел в прямоугольных проекциях и нахождению проекции точки, лежащей на поверхности предмета.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Рис. 6.1

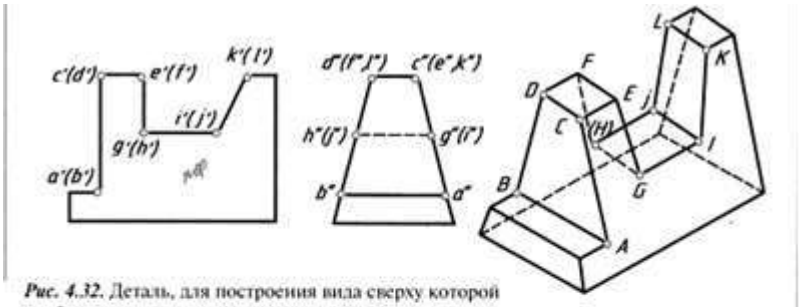


Рис. 4.32. Деталь, для построения вида сверху которой необходимо найти проекции точек

Для построения изображений ряда деталей необходимо уметь находить проекции отдельных точек. Например, трудно вычертить вид сверху детали, приведенной на рис. 6.1, не строя горизонтальных проекций точек А, В, С, В, Е, Г и др.

Задача нахождения проекций точек по одной, заданной на поверхности предмета, решается следующим образом. Сначала находят проекции поверхности, на которой расположена точка. Затем, проведя линию связи к проекции, где поверхность изображается линией, находят вторую проекцию точки.

Рис. 6.2

Третья проекция лежит на пересечении линий связи.

Рассмотрим пример. Даны три проекции детали (рис. 6.1, а). Задана горизонтальная проекция а точки А, лежащей на видимой поверхности. Нужно найти остальные проекции этой точки.

Прежде всего надо провести вспомогательную прямую. Если даны два вида, то место вспомогательной прямой на чертеже выбирают произвольно, правее вида сверху, так чтобы вид слева оказался на нужном расстоянии от главного вида.

Если три вида уже построены (рис. 6.3, а), то место вспомогательной прямой произвольно выбирать нельзя; нужно найти точку, через которую она пройдет. Для этого достаточно продолжить до взаимного пересечения горизонтальную и профильную проекции оси симметрии и через полученную точку k (рис. . 6.3, б) провести под углом 45° отрезок прямой, который и будет вспомогательной прямой. Если осей симметрии нет, то продолжают до пересечения в точке k1 горизонтальную и профильную проекции любой грани, проецирующейся в виде отрезков прямой (рис. 6.3, б).

Проведя вспомогательную прямую, приступают к построению проекций точки (см. рис. 6.2, б):

Фронтальная а' и профильная а" проекции точки А должны располагаться на соответствующих проекциях поверхности, которой принадлежит точка А. Находят эти проекции. На рис. 6.2, б они выделены цветом. Проводят линии связи, как указано стрелками. В местах пересечения линий связи с проекциями поверхности находятся искомые проекции а' и а".

Построение проекций точек В, С, D показано на рис. 6.2, в линиями связи со стрелками. Заданные проекции точек цветные. Линии связи проводят к той

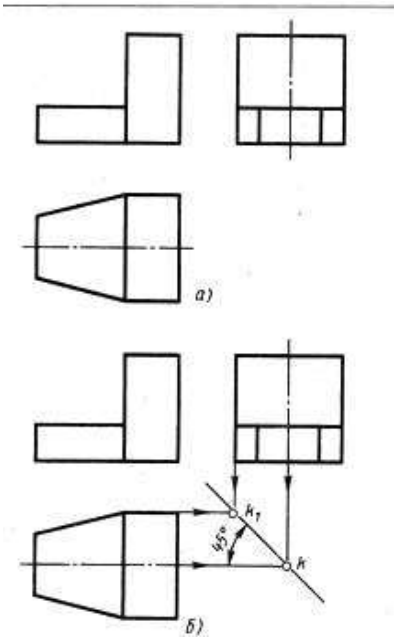
Проекции, на которой поверхность изображается в виде линии, а не в виде фигуры. Поэтому сначала находят фронтальную проекцию с' точки С. Горизонтальная проекция точки С определяется пересечением линий связи.

Если поверхность ни на одной проекции не изображается линией, то для построения проекций точек надо применять вспомогательную плоскость. Например, дана фронтальная проекция а' точки А, лежащей на поверхности конуса (рис. 6.4, а).

Через точку параллельно основанию проводят вспомогательную плоскость, которая пересечет конус по окружности; ее фронтальная проекция — отрезок прямой, а горизонтальная — окружность диаметром, равным длине этого отрезка (рис. 6.4, б). Проведя к этой окружности из точки а' линию связи, получают горизонтальную проекцию а точки А.

Профильную проекцию а" точки А находят обычным способом на пересечении линий связи.

Рис. 6.3



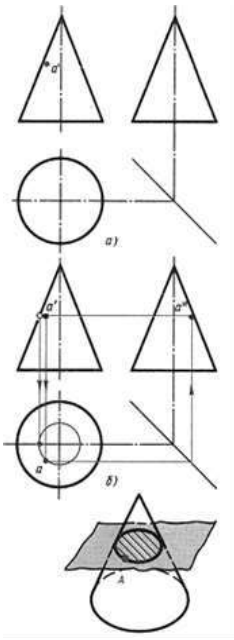


Рис. 6.4

Таким же приемом можно найти проекции точки, лежащей, например, на поверхности пирамиды или шара. При пересечении пирамиды плоскостью, параллельной основанию и проходящей через заданную точку, образуется фигура, подобная основанию. На проекциях этой фигуры лежат проекции заданной точки.

Таким же приемом можно найти проекции точки, лежащей, например, на поверхности пирамиды или шара. При пересечении пирамиды плоскостью, параллельной основанию и проходящей через заданную точку, образуется фигура, подобная основанию. На проекциях этой фигуры лежат проекции заданной точки.

Ход работы

I. Перечертить (см. размеры ниже) в трех прямоугольных проекциях призму, пирамиду, цилиндр, конус и шар и построить недостающие проекции точек.

П. Ответить на вопросы для всех заданий.

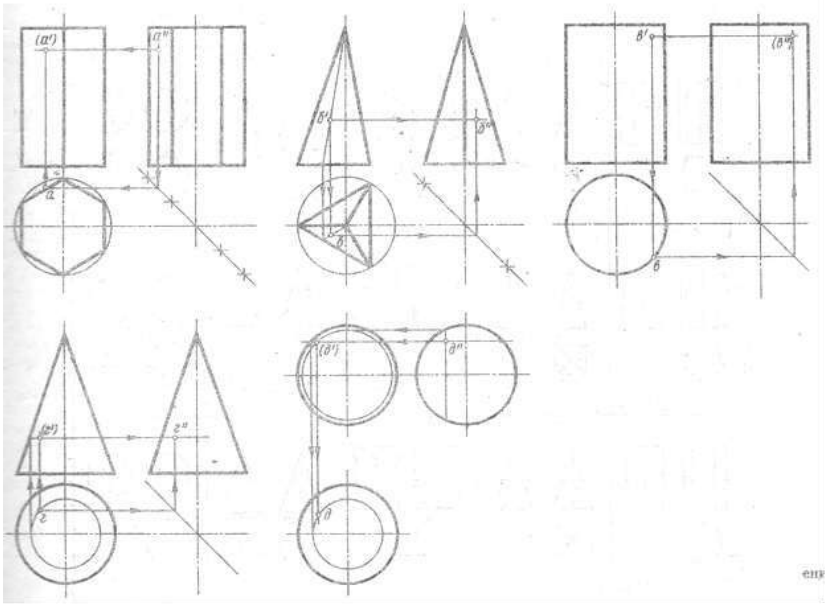
III. Провести раскраску граней призмы и пирамиды.

Рекомендации по выполнению задания. Каждое задание содержит пять геометрических тел: призму, пирамиду, цилиндр, конус и шар. Задание предусматривает их размеры: так призма и пирамиды имеют в основании правильные многоугольники, вписанные в окружность 0 45 мм, и высоту 65 мм; в основании цилиндра и конуса лежат круги Ø 45 мм, а их высоты — по 65 мм; шар имеет размер Ø 45 мм. Задания разнятся между собой формой призм и пирамид, а все фигуры в целом — заданием точек на их поверхностях. Все фигуры прямые (призма, пирамида, цилиндр, конус), т. е. их высоты перпендикулярны основаниям к центрам окружностей и кругов. Задание выполняется в М 1:1.

Разделите поле чертежа формата А3 на пять частей сплошными тонкими линиями. Проведите осевые штрихпунктирные линии; вспомогательные линии, засечки и постоянные прямые безосных чертежей сплошными тонкими линиями. Вычертите призму, пирамиду, цилиндр, конус и шар в трех прямоугольных проекциях согласно заданию. Построение призмы и пирамиды начинайте с видов сверху, как проекций,

обеспечивающих однозначное определение формы тела. При построении вначале используйте сплошные тонкие линии, а убедившись, что проекции фигур соответствуют заданию, обведите линии видимых контуров сплошными основными линиями, а линии невидимых контуров — штриховыми линиями.

В глазомерном масштабе нанести проекции точек А, В, С, Д Е на изображениях фигур. Во всех заданиях проекции точек указаны видимыми.



Пример выполнения задания.

В задании принята следующая система обозначения проекций точек. А — точка в пространстве, так ее обозначают на технических рисунках в аксонометрических проекциях; а — проекция точки А на горизонтальной плоскости проекций (на виде сверху); а'— проекция точки А на фронтальной плоскости проекций (на виде спереди); а" — проекции точки А на профильной плоскости проекций (на виде слева) Если точка видимая и лежит на поверхности, спроецированной в линию, то она указывается буквой без скобок.

Если точка скрыта от глаз наблюдателя какой-либо поверхностью, то она указывается буквой, взятой в скобки. Например, а — видимая проекция точки; (а) — невидимая проекция точки.

Итак, нанеся указанные в задании проекции точек, найдите на каждой фигуре две другие проекции точек. При определении проекций точек используйте линии проекционной связи, которые сохраните на чертеже для удобства контроля.

При построении проекций точек, принадлежащих поверхности пирамиды и конуса, следует применять способ, дающий наибольшую точность: либо «способ образующей», либо «способ секущих плоскостей». Оба способа на примере выполнения задания показаны.

Контрольные вопросы ко всем заданиям:

1. Какой государственный стандарт (назовите его № и название) предусматривает построение прямоугольных проекций и взаимосвязь на чертеже между видами?
2. Назовите фигуры, изображенные вами на чертеже.
3. Сколько видов (как они называются) вы использовали при построении каждой фигуры? Как располагаются приведенные выше виды по отношению друг к другу?
4. Что называется «комплексным чертежом»?
5. Что обеспечивает «постоянная прямая» безосного чертежа и почему она проводится под углом 45° к горизонтали (вертикали)?
6. Почему в производственных чертежах предпочтительно вычерчивание изделий в прямоугольных проекциях?

7. Что называется телом вращения? Какие геометрические тела из вычерченных вами относятся к телам вращения? Какие плоские фигуры обеспечивают получение этих тел вращения?

8. Какие линии чертежа вы применили при выполнении задания? Назовите их. Какой государственный стандарт предусматривает правила выполнения этих линий?

9. Дайте геометрический анализ призмы, выполненной вами в задании:

Сколько у нее вершин, ребер, граней; сколько ребер вертикальных и горизонтальных, параллельных фронтальной, горизонтальной, профильной плоскостям проекций порознь, то же — перпендикулярных?

Сколько граней вертикальных и горизонтальных, параллельных фронтальной, горизонтальной, профильной плоскости проекции порознь, то же— перпендикулярных; во что преобразуется проекция ребра, если оно перпендикулярно плоскости проекции?

Во что преобразуется проекция грани, если она перпендикулярна плоскости проекции?

Будет ли ребро проецироваться на плоскость проекции в натуральную величину, если оно параллельно этой плоскости проекции?

Будет ли грань проецироваться на плоскость проекции в натуральную величину (истинную форму), если она параллельна этой плоскости проекции?

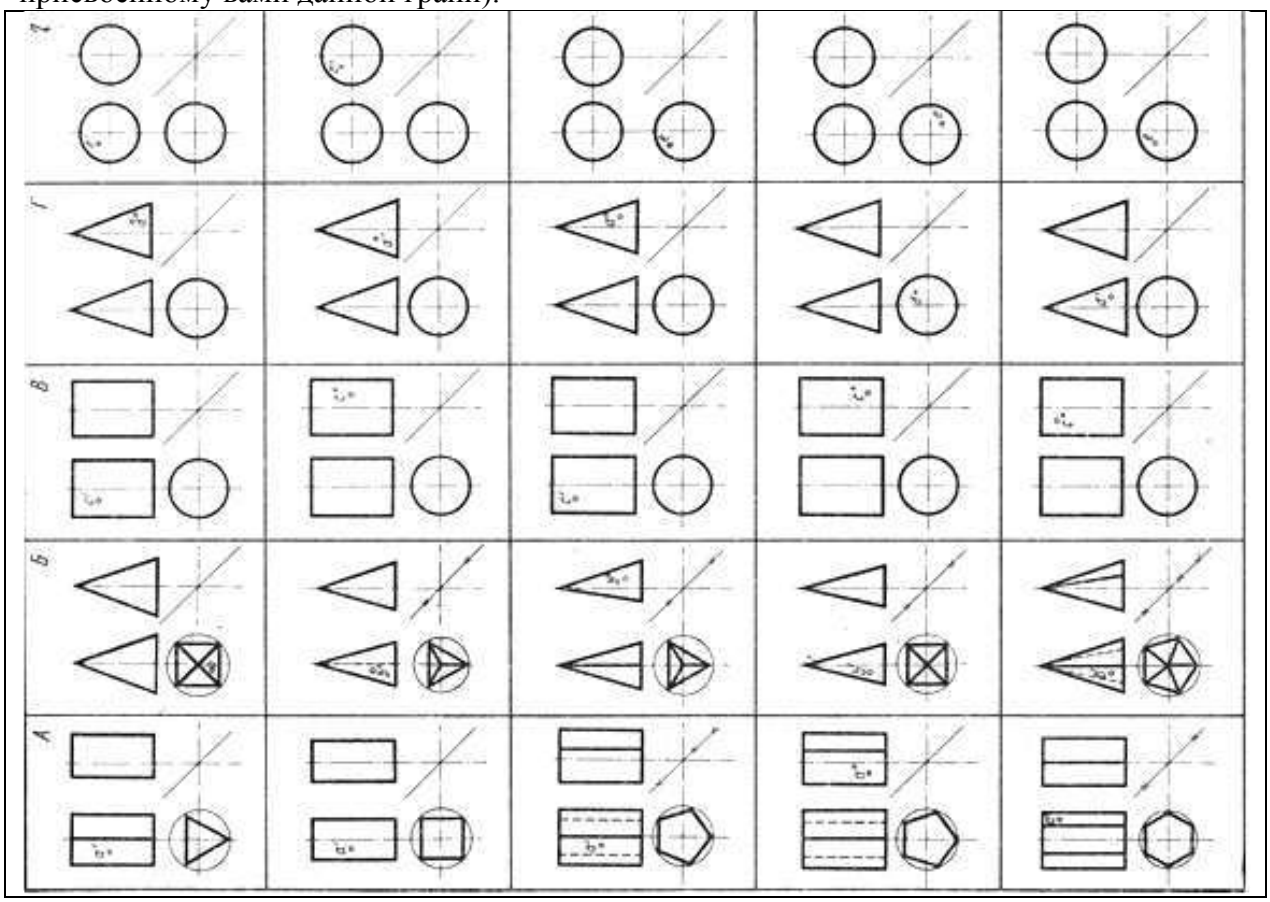
10. Дайте геометрический анализ пирамиды, выполненной вами в задании.

Сколько у нее вершин, ребер, граней?

Какие ребра проецируются на ту или иную плоскость проекций в натуральную величину? укажите это прямо на чертеже надписью: «натуральная величина ребра».

Как определить истинную величину ребра, которое ни на одну из плоскостей проекций не проецируется в натуральную величину?

Цветовая раскраска призмы и' пирамиды. Цветовая раскраска предполагает, что вы присваиваете каждой грани свой цвет. На всех видах раскрасьте видимые грани присвоенными им цветами. Если на изображении грань проецируется в линию, то рядом с черной линией проведите цветную линию (цвет должен соответствовать цвету, присвоенному вами данной грани).



Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14

Тема 6. Аксонометрические проекций плоских фигур.

Построение аксонометрических проекций детали плоских фигур.

Цель работы: изучение проецирования плоских фигур в аксонометрических проекциях, расположенных в различных плоскостях проекций.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Построение изображений плоских многоугольников сводится к построению аксонометрических проекций их вершин, которые соединяют между собой прямыми линиями. В виде примера рассмотрим построение пятиугольника, изображенного на рис. 13.1.

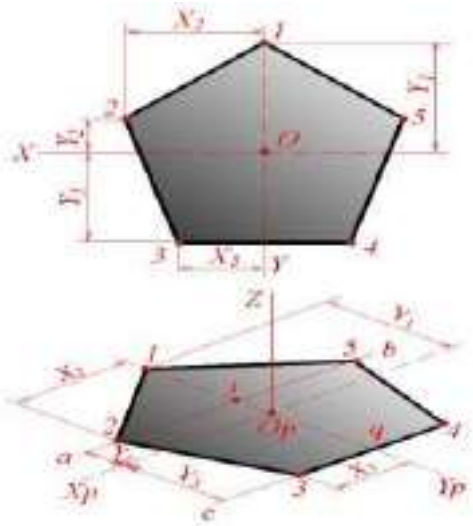


Рис. 13.1

Линии X, Y примем за координатные оси. Проводим изометрические оси X_p и Y_p (рис. 13.1). Для построения изображения точки 1 достаточно на оси Yp отложить отрезок O_p-1, равный по величине координате Y_1. Затем откладываем в ту же сторону от точки O_p отрезок O_p-t, равный координате Y_2, и через точку t проводим прямую ab, параллельную оси X_p. Координаты X_2 вершин 2 и 5 пятиугольника одинаковы по величине, но различны по знакам; поэтому на изометрическом изображении откладываем в обе стороны от точки t отрезки t-2 = t-5 = X_2. Сторона 3-4 пятиугольника параллельна оси X. Отложив от точки q по оси Y_p отрезок q-O_p, равный координате Y_3, проводим прямую cd, параллельную оси X_p, и откладываем на ней отрезки q-3 = q-4 = X_3.

Соединив точки 1, 2, 3, 4, 5 прямыми линиями, получаем аксонометрическую проекцию пятиугольника.

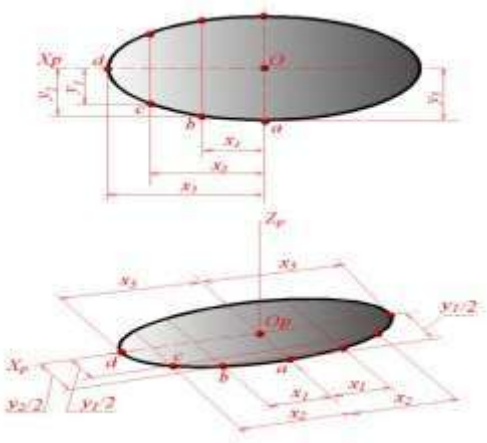


Рис. 34.2

Построение аксонометрических проекций плоской кривой сводится к построению проекций ряда ее точек и соединению их в определенной последовательности. На рис. 34.2 показано построение эллипса, расположенного в плоскости координатных осей X, Y. На эллипсе намечаем ряд точек и определяем их прямоугольные координаты X и Y. Проведя аксонометрические оси, откладываем от точки O_p вдоль оси X_p отрезки, равные по величине координатам X намеченных точек, а вдоль оси Y_p - отрезки, равные по величине половине координат Y (показано построение точек a, b, c, d). Через концы отрезков проводим прямые, параллельные осям X_p, Y_p; на их пересечении получаем аксонометрические проекции соответствующих точек, которые соединяем плавной линией.

ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТИ

Как известно, прямоугольной проекцией окружности, расположенной в плоскости, составляющей угол V (рис. 34.3) с плоскостью проекций P, является эллипс. Большая ось A_pB_p эллипса - проекция диаметра AB, параллельного плоскости P. Из рис. 34.3 очевидно, что отрезок A_pB_p перпендикулярен к проекции C_pN_p, и малая ось D_pE_p эллипса (проекция диаметра DE) совпадает с прямой C_pN_p.

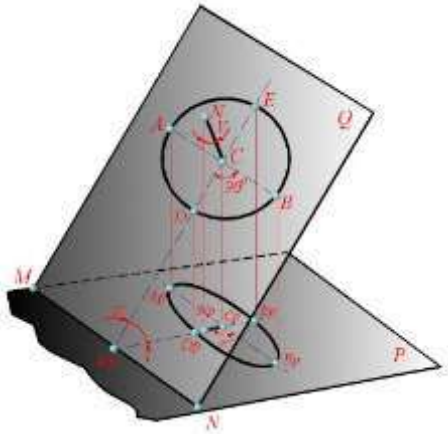
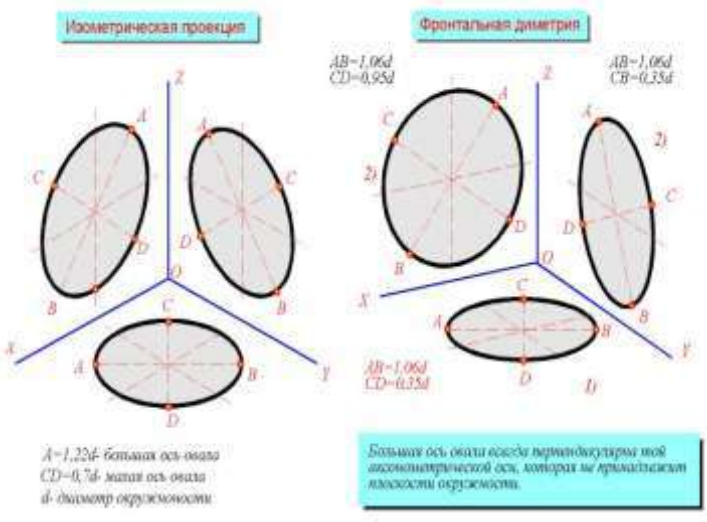


Рис. 34.3

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить изображения окружностей, расположенных в координатных плоскостях XY, XZ, YZ или в плоскостях, им параллельных. В этом случае нормалями к плоскости окружностей являются соответственно оси Z, Y, X. Следовательно, направления больших осей эллипсов, изображающих проекции окружностей, всегда перпендикулярны соответственно осям Z_p, Y_p, X_p (рис. 34.4), а малые оси совпадают по направлению с этими осям. Большие оси соответствуют тем диаметрам изображаемых окружностей, которые параллельны картинной плоскости. Если аксонометрическое изображение выполняется с сокращением по направлениям осей X_p, Y_p, Z_p, то большие оси эллипсов 1, 2, 3 (рис. 34.4) равны диаметру d изображаемых окружностей. В изометрической проекции малые оси эллипсов равны 0,58d. В диметрической проекции малые оси эллипсов 1, 3 (рис.34.4) равны d/3, а малая ось эллипса 2 равна 0,88d.



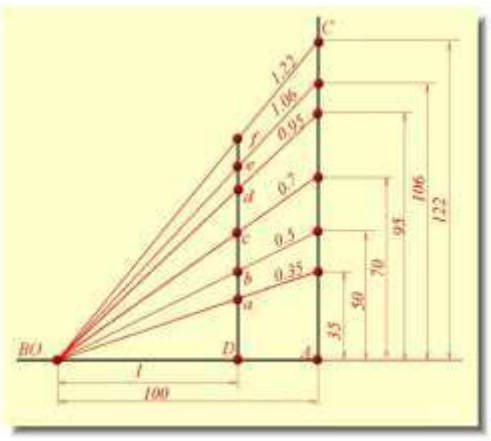


Рис. 34.4

Если изометрическая проекция строится без сокращения по коор- динатным осям, то большие оси эллипсов равны 1,22d, а малые оси эллипсов 1,3 равны 0,35d, ось эллипса 2 равна 0,95d.

ДИАГРАММА УМНОЖЕНИЯ РАЗМЕРОВ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСКАЖЕНИЯ

Задача умножения величины линейных размеров (l) на коэффициенты 1,22, 1,06 и т.д. значительно упрощается, если применить вместо арифметических подсчетов графические построения с помощью диаграммы (рис. 34.6).

Проведя две взаимно перпендикулярные прямые АВ и АС, на одной из них, например на АВ, от точки А откладывают 100 мм. Затем на АС от той же точки А откладывают 35, 50, 70, 95, 106, 122 мм. Полученные точки соединяют с точкой О.

Если от точки О по горизонтали отложить размер l, то взятые по вертикали отрезки Da, Db, ..., Df равны соответственно 0,35 l; 0,5 l; ...; 1,22 l.

На наклонных линиях диаграммы наносят значения коэффициентов, которым эти линии соответствуют.

Использование диаграммы значительно упрощается, если ее выполнить на миллиметровой бумаге.

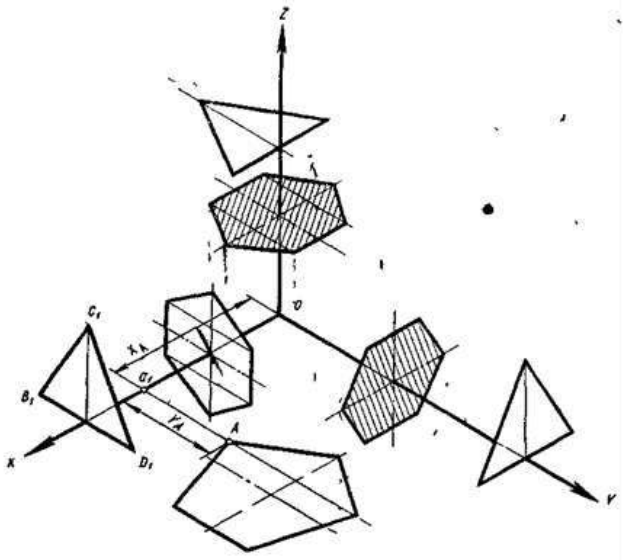


Рис.5.2

Изометрическую проекцию какой-либо плоской фигуры : треугольника (например, равностороннего треугольника, как показано на рис. 5.2), пятиугольника, шестиугольника и др., можно построить по точкам — вершинам (т. е. построением изометрических проекций вершин). На чертежах чаще встречаются плоские фигуры расположенные или на плоскости проекций H, V и W, или на плоскостях, параллельных им. В этом случае построение изометрии фигуры несколько упрощается, так как одна из координат всех вершин фигуры будет одинакова (равна нулю или какой-либо постоянной величине). Так, у равностороннего треугольника A1B1C1 расположенного в плоскости, параллельной плоскости W (плоскости ZOY) с основанием, лежащим на плоскости H, координаты X всех вершин одинаковы, а координаты Z вершин основания равны нулю. Если оси координат XO, YO, ZO проходят через точку пересечения осей симметрии фигуры (например, правильного заштрихованного шестиугольника), то координаты X, Y или Z вершин, будут все одинаковы, а координаты ZX, Y их — попарно равны. Фигура, расположенная на какой-либо плоскости проекции (например, пятиугольник на плоскости H), строится в изометрии по вершинам, каждая из вершин—по двум координатам X и Y. Так, например, вершина A этого пятиугольника строится следующим образом. От точки O по направлению оси XO откладывается координата XA. Из конца отрезка Oa_1 откладывается по направлению, параллельному оси YO, вторая координата YA. На конце ее получаем искомую изометрическую проекцию точки A.

Окружности, расположенные в плоскостях, параллельных плоскостям проекций H, V, W, изображаются в аксонометрических проекциях в виде эллипсов. Во всех случаях изображения окружностей в виде эллипса малая ось эллипса должна быть перпендикулярна большой оси. Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости H, то эллипс должен иметь: большую ось AB — горизонтальную, малую ось CD — вертикальную (рис. 5.3, з, г). Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости V (рис, 5.3, з, д), то большая ось эллипса должна быть проведена под углом 90° к оси YO. Если окружность расположена в плоскости, параллельной плоскости W (рис. 5.3, з), то большая ось эллипса располагается под углом 90° к оси XO. Если считать, что окружности вписаны в квадраты, а изометрические проекции квадратов являются ромбами, то большие оси всех указанных трех эллипсов будут направлены по большим диагоналям этих ромбов (рис. 5.3,з). При построении изометрической проекции предмета без сокращения по осям X, Y, Z длина большой оси эллипса берется равной 1,22 диаметра изображаемой окружности (рис. 5.3, г, д). Длина малой оси эллипса равна 0,7 этого диаметра (рис. 5.3, г и д).

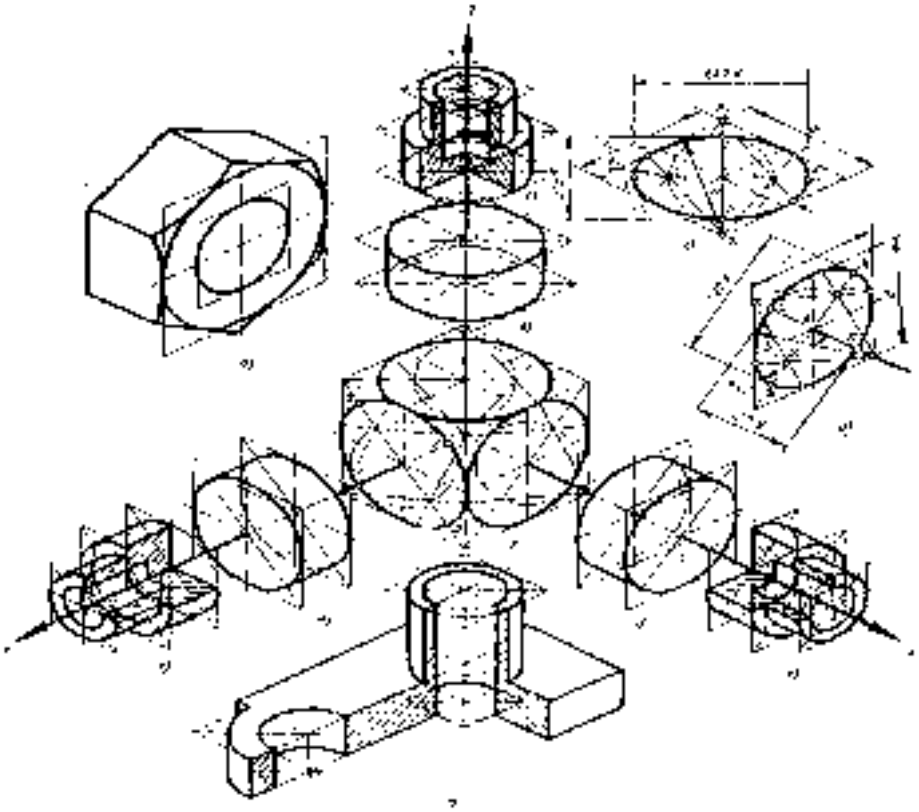


Рис.5.3

Взамен эллипсов по ГОСТу 3453-59 рекомендуется, применять овалы, очерченные дугами окружностей. Способ построения овалов в изометрии можно видеть на рис. 5.3, г, д. Построение овала по большой и малой его осям производят таким образом (рис. 5.3, г): 1)проводят две оси — горизонтальную и вертикальную и две изометрические оси OX и OY; 2)из точки O по осям OX и OY откладывают отрезки, равные радиусу данной окружности; 3)через концы этих отрезков проводят прямые, параллельные осям OX и OY, до взаимного пересечения; 4)из центров O_1 и O_2 радиусами, равными R, проводят дуги окружностей овала, проходящие касательно сторонам ромба; 5)из точки O радиусом OC, равным половине длины малой оси овала, проводят дугу окружности. В точке пересечения этой дуги с большой осью овала получают центры O_3 и O_4 дуг малого радиуса $R_{1овала}$; 6)соединяют прямыми точки O_3 и O_4 с точками O_1 и O_2; получают точки сопряжений дуг овала — точки m и m_1; 7)из центров O_3 и O_4 проводят дуги радиусами R_1 , равными расстоянию O_3m.Упрощенный метод построения овалов в изометрии представлен на рис. 5.3, а, б, в.1.Проводят вертикальную и горизонтальную оси. Точки их пересечения O.2.Из этой точки O проводят две вспомогательные концентричные окружности радиусами, равными половине длины большой и малой осей.3.Точки O_1 соединяют прямыми с точками n.

4.Из точек n, как из центров, радиусами, равными Dn, проводят дуги окружности.

5.Эти дуги сопрягают дугами радиусов r, равных O1m, проведенных из центра O1. Рис. 5.3, в, ж, и иллюстрирует построение овалов у цилиндров и заготовки- шестигранной гайки (рис.5.3, а). На рис. 5.3, б, е, к показано построение овалов у полой детали — стакана и выполнены разрезы стакана со штриховкой. Внизу показана полая деталь — корпус (рис. 5.3, л) с разрезом, выполненным по осям отверстий. При построениях части эллипса или овала, при вычерчивании в аксонометрических проекциях моделей или деталей необходимо предварительно выполнить построение целого эллипса (овала), как показано на рис. 5.3

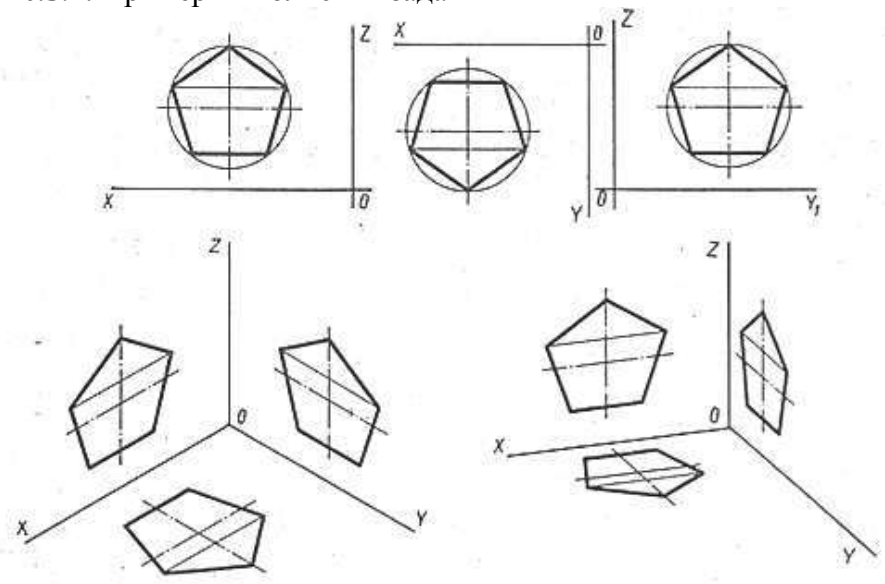
Ход работы:

1. При выполнении заданий 1-3 рекомендуется построить изображения плоских фигур в натуральную величину по размерам, указанным в табл. 5.1-5.3. Затем нужно установить взаимосвязь этого изображения и аксонометрических осей, т. е.

«привязать» изображение плоской фигуры к аксонометрическим осям X, Y и Z. Эта «привязка» показана на рис. 5.7, 5.8 и 5.9. Она позволит правильно вести построение плоской фигуры в выбранной плоскости (V, H или W). В ортогональных проекциях три одинаковые плоские фигуры изображены одной проекцией каждая. Они располагаются в трех плоскостях проекций на одинаковых расстояниях от осей проекций (рис. 5.4).

2. Ответить на вопросы
    1. Какими фигурами изображаются во фронтальной диметрической проекции окружности, расположенные на плоскостях, перпендикулярных осям *x* и y_1.
    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 осям *x, y, Z?*
    5. Какими фигурами на практике заменяют эллипсы, изображающие окружности в изометрической проекции?
    6. Из каких элементов состоит овал?
    7. Чему равны диаметры окружностей, изображенных овалами, вписанными в ромбы, если стороны этих ромбов равны 40 мм?
    8. Какие проекции называют аксонометрическими? Назовите их виды.
    9. Что называют коэффициентом (показателем) искажения?
    10. Укажите коэффициенты искажения по направлениям осей в прямоугольной изометрии, в диметрии.
    11. Укажите направления и величины осей эллипсов как изометрических и диметрических проекций окружностей, вписанных в квадраты граней куба, ребра которого параллельны координатным осям.

Рис.5.4. Пример выполнения задания



Задание 1.

Построить треугольник в изометрии и диметрии в плоскостях проекций V, H, W по размерам, указанным в табл. 5.1 (рис. . 5.7).

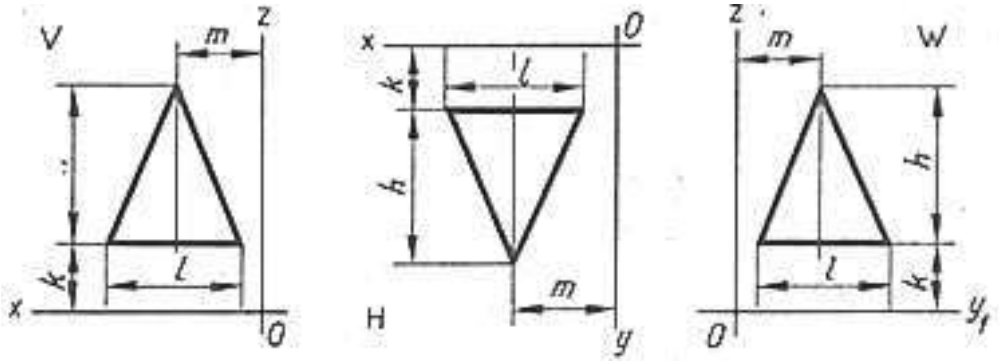


Рис. 5.7

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
h	30	25	35	38	32	24	30	36	33	38	30	25	34	37	32	35	33	34
l	20	36	26	30	24	20	26	28	24	32	26	30	22	26	22	24	20	26
m	18	25	20	22	20	20	18	20	22	21	20	23	16	20	21	20	18	20
k	10	12	5	4	6	10	8	5	7	4	10	15	6	4	8	5	7	6

Задание 2.

Построить шестиугольник в изометрии и диметрии в плоскостях проекций V, H, W по размерам, указанным в табл. 5.2(рис. 5.8).

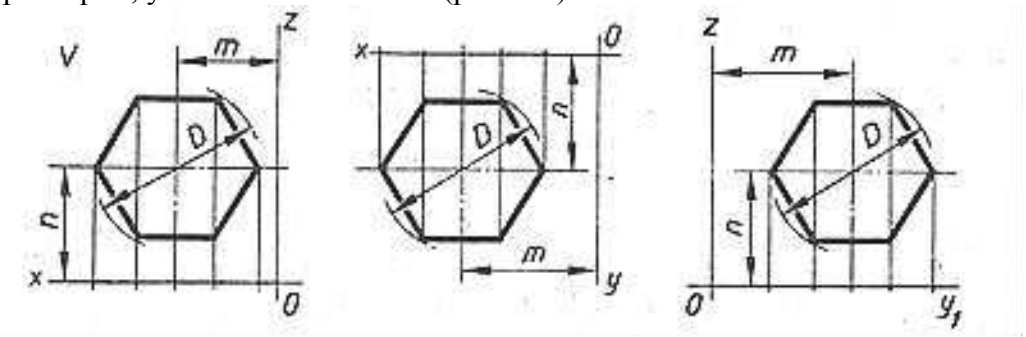


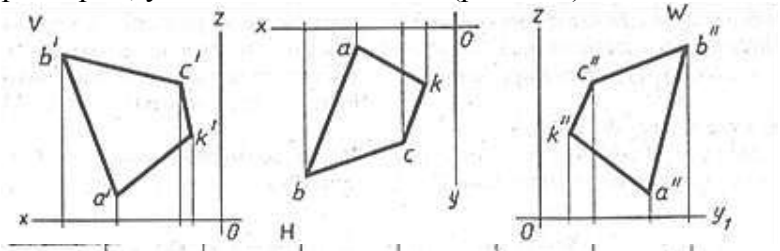
Рис. 5.8

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
D	40	35	42	38	36	44	48	34	45	32	50	46	52	54	47	41	56	51
m, *n*	25	20	27	25	24	30	32	26	27	22	30	26	31	30	28	23	32	30

Табл.5.2

Задание 3.

Построить четырехугольник в изометрии и диметрии в плоскостях проекций V, H, W по размерам, указанным в табл. 5.3 (рис. 5.9)



№ варианта	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Оси	XY_1	ZY	ZY_1	ZY	ZY_1	ZY	ZY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY
A	25	8	15	5	20	4	30	6	30	7	35	4	28	4	32	10	40	5
B	35	40	25	30	30	25	45	35	50	48	46	40	32	35	44	34	46	48
C	15	30	8	25	15	30	20	25	20	26	20	30	16	30	20	28	30	35
K	10	20	5	15	5	20	7	10	10	15	10	10	8	10	7	15	15	10

№ варианта	10		11		12		13		14		15		16		17		18	
Оси	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY	XY_1	ZY
A	38	5	42	10	25	7	15	45	36	4	25	46	42	10	30	15	20	40
B	42	40	35	30	34	40	40	35	42	10	38	10	37	35	40	25	36	10
C	15	25	25	35	20	35	25	14	20	40	15	20	25	40	20	45	10	35
K	7	10	15	4	8	20	5	8	6	15	8	40	6	5	4	30	15	5

Табл.5.2

Задание 4.

Построить окружность ⌀50 в изометрии и диметрии. Координаты центра окружности взять произвольно. При выполнении упражнений следует помнить, что направление малой оси эллипса, изображающего окружность, всегда совпадает с направлением оси координат, перпендикулярной плоскости, в которой лежит изображаемая окружность. Большая ось проводится перпендикулярно направлению малой оси эллипса.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15

Тема 6. Аксонометрические проекции.

Аксонометрические проекции трехмерных тел.

Цель работы: Изучение проецирования трехмерных тел в аксонометрических проекциях.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Построение аксонометрических проекций начинают с проведения аксонометрических осей.

Оси фронтальной диметрической проекции располагают, как показано на рис. 4.3, *а:* ось *x* — горизонтально, ось *z* — вертикально, ось *y* — под углом 45° к горизонтальной линии.

Угол 45° можно построить при помощи чертежного угольника с углами 45, 45 и 90°, как показано на рис. 4.3,-б:

Положение осей изометрической проекции показано на рис. 4.3, *г.* Оси *x* и *y* располагают под утлом 30° к горизонтальной линии (угол 120° между осями). Построение осей удобно проводить при помощи угольника с углами 30, 60 и 90° (рис. 4.3, *д).*

Чтобы построить оси изометрической проекции с помощью циркуля, надо провести ось *z,* описать из точки *O* дугу произвольного радиуса; не меняя раствора циркуля, из точки пересечения дуги и оси *z* сделать засечки на дуге, соединить полученные точки с точкой *O.*

При построении фронтальной диметрической проекции по осям *x и z* (и параллельно им) откладывают действительные размеры; по оси *y* (и параллельно ей) размеры сокращают в 2 раза, отсюда и название «диметрия», что по-гречески означает «двойное измерение».

При построении изометрической проекции по осям *x, y, z* и параллельно им откладывают действительные размеры предмета, отсюда и название «изометрия», что по-гречески означает «одинаковое измерение».

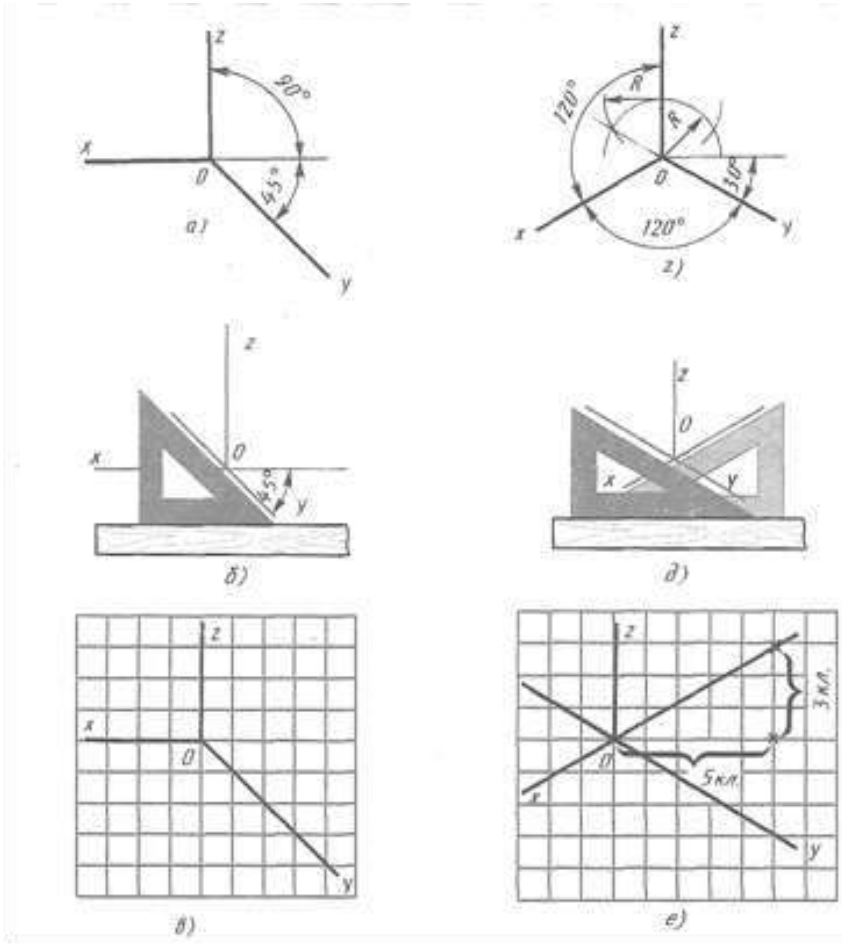
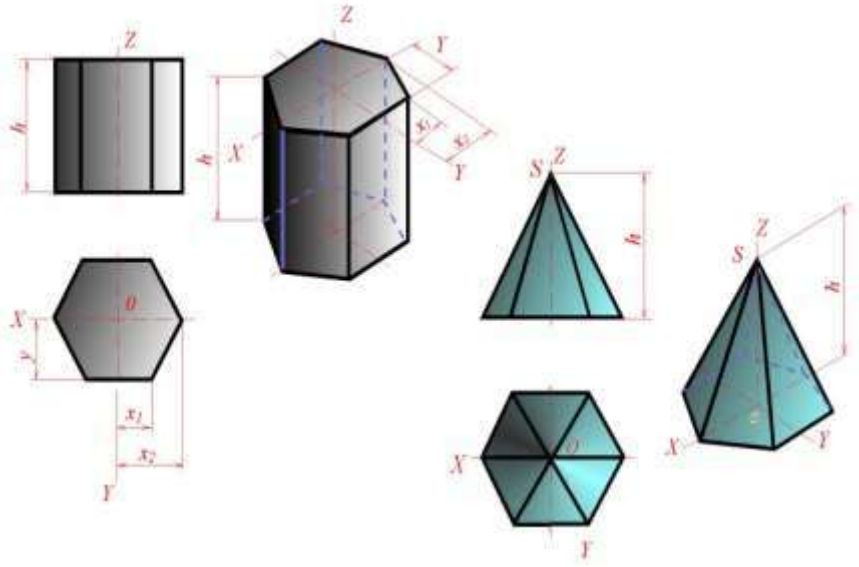


Рис. 4.3

Построение проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. Для призмы удобнее начинать с построения вершин полностью видимого основания. На рис. 35.1 показана шестиугольная призма, высота которой совпадает с осью Z, а верхнее основание расположено в плоскости осей X и Y.



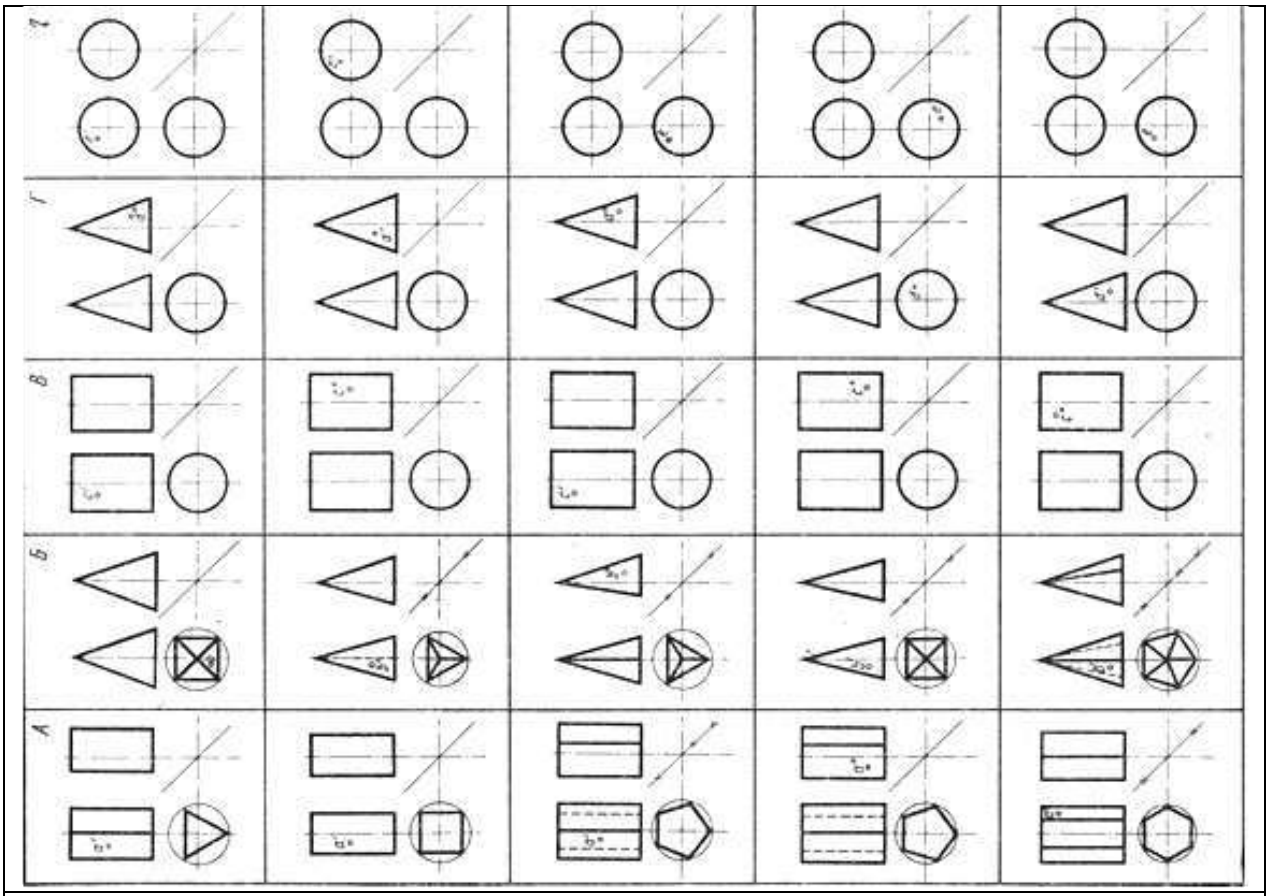
Изометрическая проекция этого основания строится точно так же, как проекция пятиугольника на рис. 34.1. Ход построения ясен из рис. 35.1.

Рис. 35.1

Так как длина всех боковых ребер призмы равна высоте призмы h, то для построения нижнего основания из вершин верхнего основания проведены прямые, параллельные оси Z_p, и на них отложены отрезки, равные h. Концы отрезков соединены прямыми линиями. Построение аксонометрической проекции пирамиды, изображенной на рис. 35.1, следует начать с построения основания, а затем из точки O_p отложить на оси Z_p высоту пирамиды и полученную вершину пирамиды S_p соединить с вершинами основания.

Ход работы

1. Выполнить чертежи по заданию.
2. Ответить на вопросы
    1. Назовите общие этапы построения для фронтальной диметрической и изометрической проекций.



Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16

Тема 6. Аксонометрические проекции.

Построение аксонометрических проекций детали.

Цель работы: изучение проецирования предмета в аксонометричес ких проекциях.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Если предмет с отнесенными к нему осями прямоугольных координат расположить перед плоскостью проекций и проецировать параллельными лучами на одну плоскость, которую в этом случае называют картинной, то получают аксонометрическую проекцию.

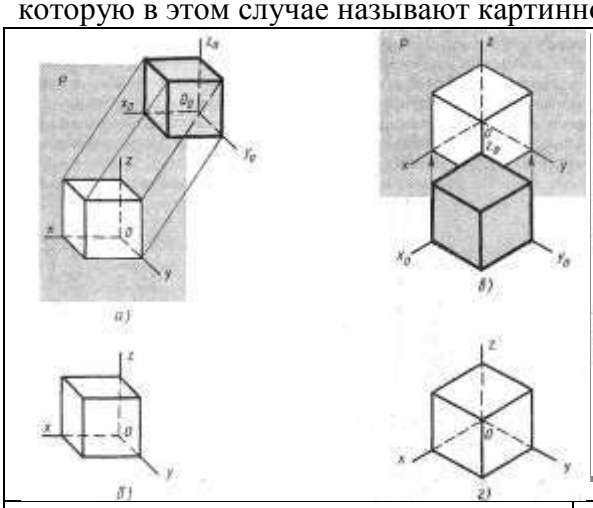


Рисунок 4.1. Образование аксонометрических проекций:
а и *б* фронтальной диметрической *в* и *г* – изометрической

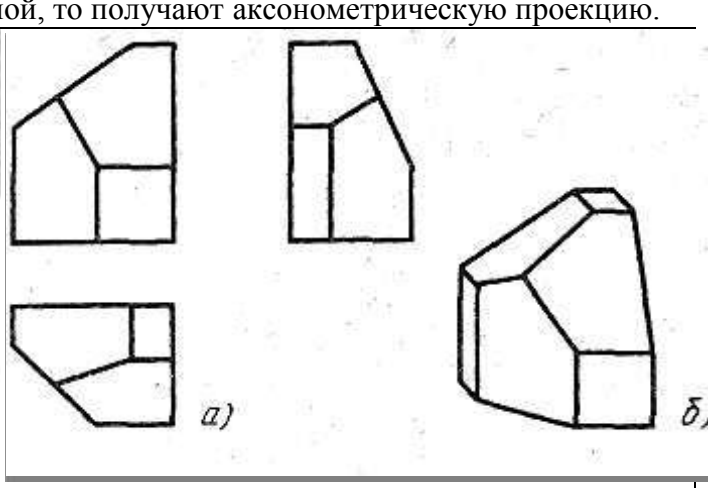


Рис. 4.2. Параллелепипед со срезами

На рис. 4.1 показаны куб, отнесенные к нему оси прямоугольных координат x0, y0, z0, плоскость проекций P и аксонометрическое изображение куба.

Аксонометрия — слово греческое, в переводе означает измерение по осям.

При построении аксонометрических проекций размеры откладывают вдоль осей x, y, z.

Аксонометрические проекции отличаются наглядностью. Это видно из сравнения чертежа (рис. 4.2, а) и аксонометрической проекции (рис. 4.2, *б*) предмета. Поэтому аксонометрические проекции применяют в тех случаях, когда требуется наглядность.

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 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. 4.1, *а* и *б* показано положение осей этой проекции и изображение куба в косоугольной фронтальной диметрической проекции.

Если расположить куб так, чтобы его грани были наклонены к плоскости P под одинаковыми углами (см. рис. 4.1, е), и проецирование производить перпендикулярными к плоскости лучами, то получится изометрическая проекция (сокращенно изометрия). На рис. 4.1, в и г показаны изометрия куба и положение осей x, y, z этой проекции.

Построить фронтальную диметрическую и изометрическую проекции детали, три вида которой приведены на рис. 4.4

Порядок построения проекций следующий (рис.4.4).

1. Проводят оси. Строят переднюю грань детали, откладывая действительные величины высоты — вдоль оси *z*, ширины — вдоль оси x (рис. 4.5, *а).*

2. Из вершин полученной фигуры параллельно оси *y* проводят ребра, уходящие вдаль. Вдоль них откладывают толщину детали: для фронтальной диметрической проекции — сокращенную в 2 раза; для изометрии — действительную (рис. 4.5, *б).*

3. Через полученные точки проводят прямые, параллельные ребрам передней грани (рис. 4.5. *в).*

4. Удаляют лишние линии, обводят видимый контур и наносят размеры (рис. 4.5, *г).* Сравните левую и правую колонки на рис. 4.5. Что общего и в чем различие данных на них построений?

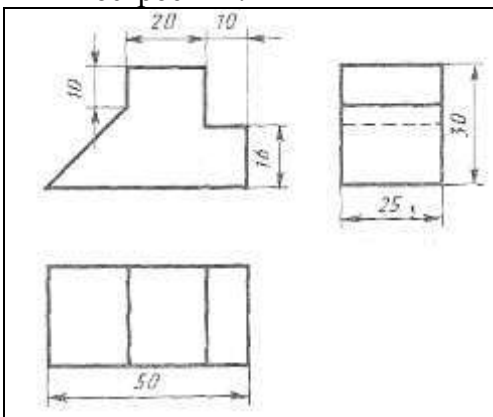


Рисунок 4.3.Комплексный чертеж детали.

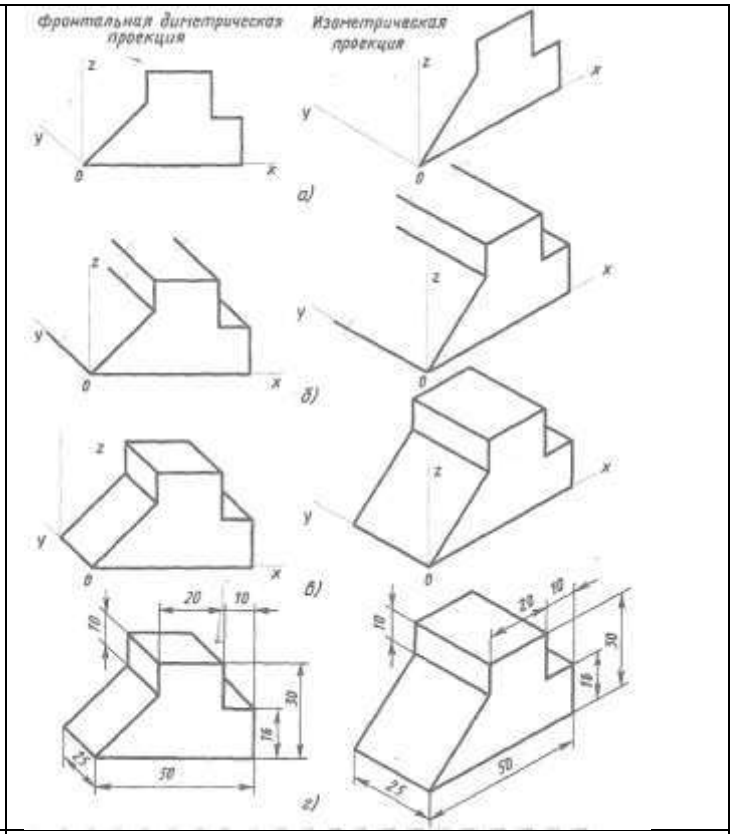
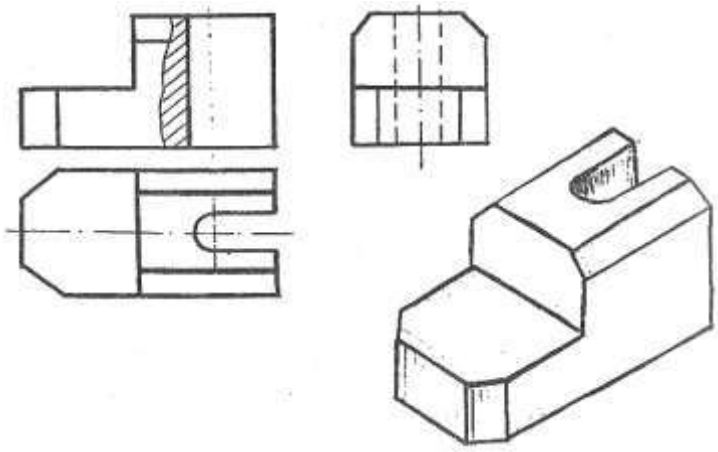


Рис. 4.4. Построение аксонометрических проекций.

Из сопоставления этих рисунков и приведенного к ним текста можно сделать вывод о том, что порядок построения фронтальной диметрической и изометрической проекций в общем одинаков. Разница заключается в расположении осей и длине отрезков, откладываемых вдоль оси *y.*

Пример выполнения задания



Задание см. из практической работы №11

Ход работы:

1. Пользуясь полученным комплексным чертежом детали, построить аксонометрическую проекцию данной детали. На листе бумаги формата А4 вычертить рамку и основную надпись. Определите масштаб изображений, границы расположения детали, построить аксонометрическую проекцию. Построение выполняется сначала в тонких линиях, затем обвести чертеж. Толщину линий соблюдать строго в соответствии с их назначением. Заполнить основную надпись наименование листа определяется заданием.
2. Ответить на вопросы.
    1. Как располагают оси фронтальной диметрической и изометрической проекций? Как их строят?
    2. Какие размеры откладывают вдоль осей фронтальной диметрической и изометрической проекций и параллельно им?
    3. Вдоль какой аксонометрической оси откладывают размер уходящих вдаль ребер предмета?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17.

Тема 8. Техническое рисование.

Технический рисунок.

Цель работы: изучение способов построения технического рисунка и его оформления.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

При конструировании машин нередко, приходится быстро делать наглядные изображения деталей с расчетом, чтобы вид и форма их достаточно ясно представлялись как автору - конструктору, так и его сотрудникам. Подобные изображения применяются и в учебном процессе, обычно — изображения с натуры. Эти наглядные изображения выполняются «от руки», «на глаз» ’и процесс их изготовления называется техническим рисованием.

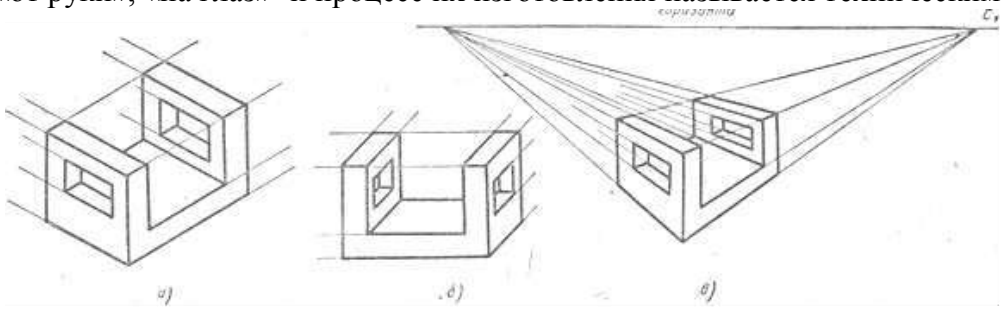


Рис.8.1

Для приобретения навыков в техническом рисовании необходимо проделать ряд упражнений в проведении на глаз линий, делении отрезков и прямых углов, на части и др. Обычно технический рисунок детали представляет ее изображение в изометрической проекции (рис. 8.1, а); реже — во фронтальной (рис. 8.1, б) или диметрической. Рисунки в перспективе (центральной проекции) ввиду их сложности построения и значительных искажений (рис. 8.1, в) в машиностроении применяются реже. Упражнения в проведении прямых линий отрабатываются на нелинованной бумаге мягким карандашом. Особенно важно научиться быстро и точно проводить прямые линии под углами 30 и 45° к горизонтали. Такие линии в большом количестве встречаются в изометрической и фронтальной проекциях. На рис. 8.2, а-г показан процесс построения этих углов и проведения параллельных прямых без применения чертежных инструментов.

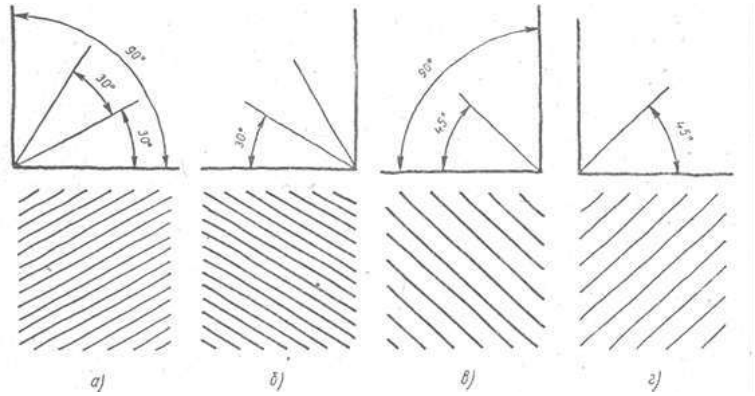


Рис.8.2

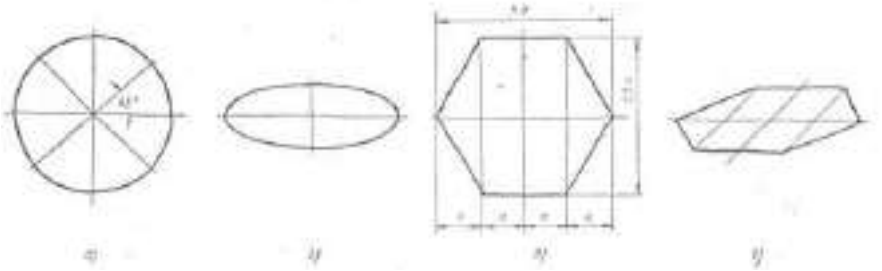


Рис.8.3

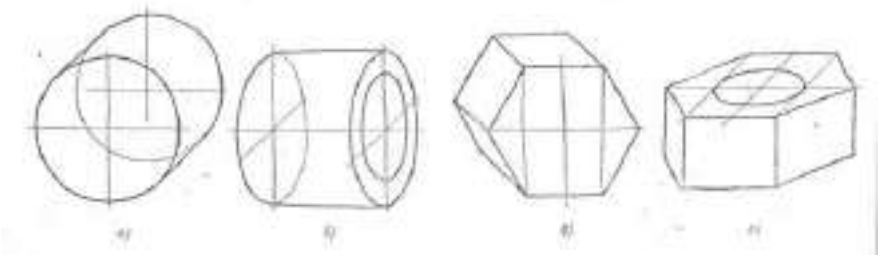


Рис.8.4

Изображения во фронтальной проекции требуют упражнений в проведении от руки окружностей и овалов. Для изображения окружности предварительно намечают две взаимно перпендикулярные (вертикальная и горизонтальная) оси; через центр проводят под углом 45° к горизонтали еще две взаимно перпендикулярные линии. На концах осей и этих линий откладывают (на глаз) одинаковые отрезки, равные радиусу окружности (рис. Рис.8.3, а). Эллипс выполняется от руки после предварительного проведения его главных осей (рис. 8.3, б). Рисование фигур, например правильного шестиугольника (рис. 8.3, в), очень часто встречается при изображении гаек и других подобных деталей. Здесь рисунок надо начинать также с проведения вертикальной и горизонтальной линий симметрии. На горизонтальной линии симметрии откладывают четыре равных отрезка а, на вертикальной линии приблизительно 3,5 таких же отрезка. Это легко позволит наметить на рисунке вершины и стороны шестиугольника. Изображение такого же шестиугольника в горизонтальной плоскости с сокращением по оси У О размеров можно видеть на рис. 8.3, г. Проделав ряд упражнений по рисованию фигур, можно перейти к рисованию геометрических тел. Рисунки 8.4, а—г показывают использование приемов рисования окружности, эллипса и шестигранника при зарисовке разных тел. Более основательно надо изучить рисование эллипсов в изометрии. Если эллипс изображает окружность, расположенную в горизонтальной плоскости (рис. 8.5, а), то он рисуется от руки с использованием длин осей, с таким примерно соотношением: длина большой оси приблизительно 5 равным отрезкам а, длина малой приблизительно 3 равным отрезкам а. рис.8.5,а-в

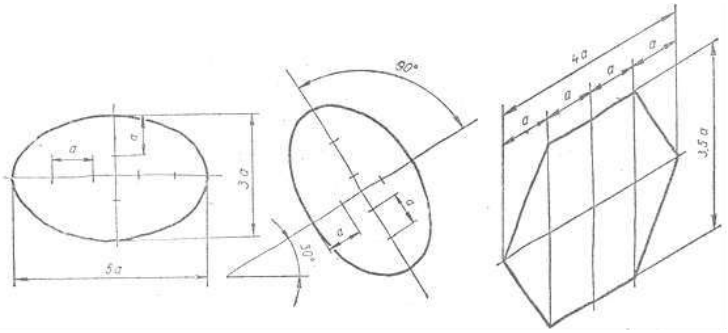


Рис.8.5

Если эллипс расположен в профильной плоскости (рис. 8.5, б), то предварительно на «глаз» проводят направление его малой оси под углом 30° к горизонтали, затем - направление большой оси под углом 90° к малой. Откладывая по направлению осей отрезки а, намечают контур эллипса. Рисунок правильного шестигранника (рис. 8.5, в) надо начинать также с проведения осей симметрии. На горизонтальной оси откладывают четыре равных отрезка, а на вертикальной приблизительно 3,5 таких отрезка. Это поможет наметить вершины и стороны шестиугольника. Рис. 8.6,а б представляют технические рисунки двух цилиндров, основания которых — эллипсы. Рисунок заготовки шестигранной гайки, где имеются зарисовки шестигранников (с помощью отрезков а) и эллипса, показан на рис. 8.6, в.

Рисунок модели или детали машины начинается обычно с построения его габаритного очертания «клетки» (в данном примере габаритная «клетка», является прямоугольным параллелепипедом), выполняемой от руки тонкими линиями. Затем мысленно расчленяют деталь на отдельные геометрические формы, постепенно зарисовывая все элементы (части) детали. Рис.8.6,а-в

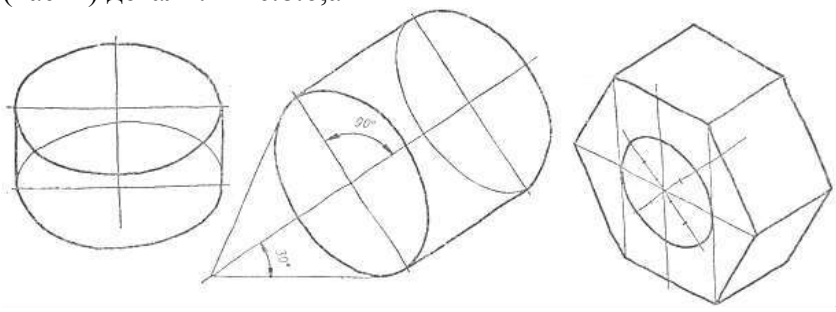


Рис. 8.6

Зарисовывая деталь с натуры, надо внимательно всматриваться не только в форму, но и сравнивать размеры отдельных ее элементов, развивать чувство пропорциональности.

Пример выполнения работы.

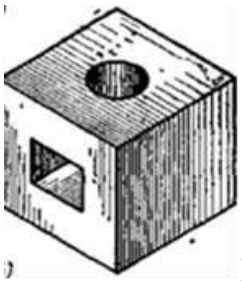


Рис.8.7

Технический рисунок, как и наглядное изображение, получает рельефность благодаря применению штриховки. Рис.8.7.

Ход работы:

1. Выполнить технический рисунок. Выявить объём детали с помощью штриховки. Выполняя упражнения по рисованию геометрических тел, нужно придать рисунку рельефность, т. е. выявить форму геометрического тела с помощью светотени. Можно рассмотреть различные способы выявления формы: тоном, шраффировкой, штриховкой.

При выполнении графической работы по техническому рисованию — по двум заданным видам детали выполнить технический рисунок — нужно помнить, что наглядность технического рисунка детали зависит от выбора положения детали по отношению к аксонометрическим осям. Технический рисунок детали Б выполняется с вырезом четверти, а детали А — без выреза. Форма детали выявляется с помощью светотени.

2. Ответить на вопросы

1. Что такое технический рисунок?
2. Как сделать технический рисунок рельефным?
3. По каким принципам строят технический рисунок, как?
4. Для чего нужен технический рисунок?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18

Тема 9.Развертки.

Выполнение комплексного чертежа усеченного геометрического тела.

Цель работы: Изучение проецирования усеченного геометрического тела в прямоугольных и аксонометрических проекциях; построение развертки.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Для изготовления кожухов машин, ограждений станков, вентиляционных устройств, трубопроводов необходимо из листового материала вырезать их развертки.

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

Чтобы построить развертку поверхности многогранника, нужно определить натуральную величину граней, а вычертить на плоскости последовательно все грани. Истинные размеры ребер граней, если они спроецированы не в натуральную величину, находят способами вращения или перемены плоскостей проекции

Рассмотрим построение разверток поверхности некоторых простейших тел.

Развертка поверхности прямой призмы представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — прямоугольников и двух равных между собой многоугольников оснований. Для примера взята правильная прямая шестиугольная призма (рис. 7.1, *а).* Все боковые грани призмы — прямоугольники, равные между собой по ширине *а* и высоте *Н;* основания призмы — правильные шестиугольники со стороной, равной *а.* Так как истинные размеры граней нам известны, нетрудно выполнить построение развертки. Для этого на горизонтальной прямой последовательно откладывают шесть отрезков, равных стороне основания *а* шестиугольника, т. е. *6а.* Из полученных точек восставляют перпендикуляры, равные высоте призмы *Н,* и через конечные точки перпендикуляров проводят вторую горизонтальную прямую. Полученный прямоугольник (Н х *6а)* является разверткой боковой поверхности призмы. Затем на одной оси пристраивают фигуры оснований — два шестиугольника со сторонами, равными *а.* Контур обводят сплошной основной линией, а линии сгиба — штрихпунктирной с двумя точками.

Подобным образом можно построить развертки прямых призм с любой фигурой в основании.

Развертка поверхности правильной пирамиды представляет собой плоскую фигуру, составленную из боковых граней — равнобедренных или равносторонних треугольников и правильного многоугольника основания. Для примера взята правильная четырехугольная пирамида (рис. 7.1, б). Решение задачи усложняется тем, что неизвестна величина боковых граней пирамиды, так как ребра граней не параллельны ни одной из

плоскостей проекций. Поэтому построение начинают с определения истинной величины наклонного ребра sa. Определив способом вращения (см. рис. 7.1, в) истинную длину наклонного ребра sa, равную s'a (рис. 7.1, б), из произвольной точки О, как из центра, проводят дугу радиусом s'a.

На дуге откладывают четыре отрезка, равные стороне основания пирамиды, которое спроецировано на чертеже в истинную величину. Найденные точки соединяют прямыми с точкой О. Получив развертку боковой поверхности, к основанию одного из треугольников пристраивают квадрат, равный основанию пирамиды.

Развертка поверхности прямого кругового конуса представляет собой плоскую фигуру, состоящую из кругового сектора и круга (рис. 7.1, в). Построение выполняют следующим образом. Проводят осевую линию и из точки, взятой на ней, как из центра, радиусом Rx, равным образующей конуса a', очерчивают дугу окружности. В данном примере образующая, подсчитанная по теореме Пифагора, равна приблизительно 38 мм

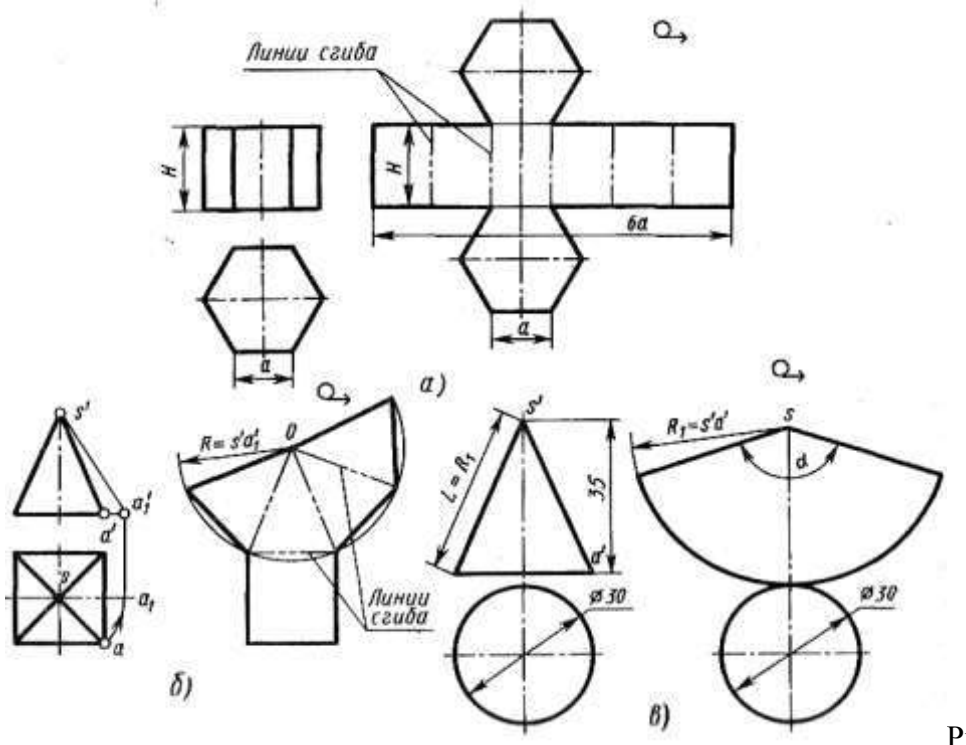
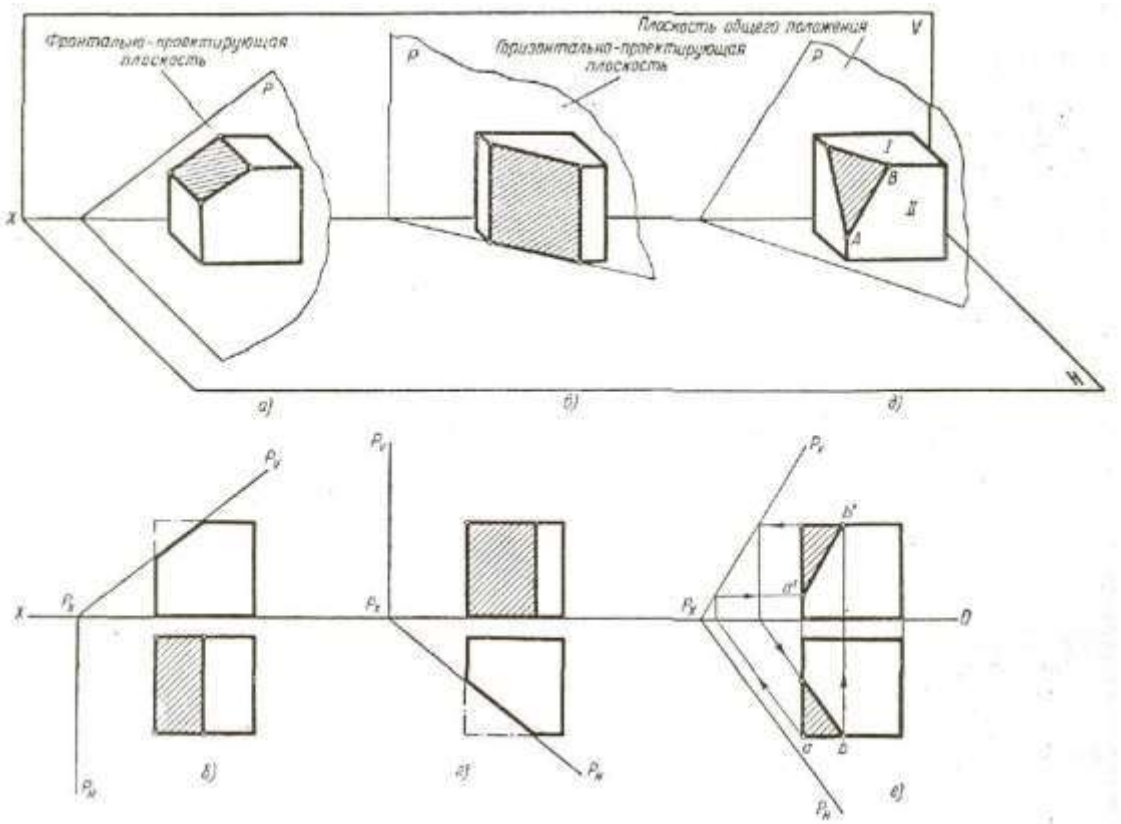


Рис.7.1

Этот угол строят симметрично относительно осевой линии с вершиной в точке *s*. К полученному сектору пристраивают круг с центром на осевой линии и диаметром, равным диаметру основания конуса.

Решение задач построения прямоугольных и аксонометрических проекций усеченных тел, а также построение истинного вида сечения и разверток имеют значение для усвоения основ проекционного черчения. Здесь нужно применять весь изученный материал.



Рассмотрим пример плоского сечения геометрического тела – куба, стоящего на горизонтальной плоскости проекций Н. На рис. а) куб усечен фронтально – проектирующей плоскостью Р. Фигурой сечения является прямоугольник. Для большей наглядности фигура сечения может быть заштрихована.

Рассмотрим рисунок б). При построении двух проекций такого сечения следует иметь в виду, что фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом секущей плоскости Pv. Горизонтальная проекция фигуры сечения ограничена справа прямой, по которой плоскость Р пересекается с плоскостью верхнего основания куба. Горизонтальную проекцию фигуры сечения, как сказано, можно покрыть штриховкой.

На рис. в) представлено сечение куба горизонтально-проектирующей плоскостью Р. Фигура сечения тоже прямоугольник, но иного вида и расположения.

На рис г) произведено построение проекций этого сечения. Горизонтальная проекция фигуры сечения совпадает с горизонтальным следом Рн секущей плоскости. Фронтальной проекцией сечения будет прямоугольник, одной стороной которого является линия пересечения плоскости передней грани куба. Если секущая плоскость Р не проектирующей, а плоскостью общего положения рис. *д*), то, как видно, в данном частном случае фигура сечения может получиться в форме треугольника. Проекции такой фигуры сечения, рис. *е*), строят по точкам – вершинам треугольника. Эти точки находятся при помощи вспомогательных прямых.

Истинный вид фигуры сечения можно определить любым способом: вращения , совмещения или перемещения плоскостей проекции.

Сущность способа вращения. плоскости проекции при данном преобразовании остаются неизменными, а истинную величину отрезка или фигуры получают путем вращения фигуры А и В вокруг неподвижной оси до нужного положения вращения производят вокруг осей, неперпендикулярных к плоскостям проекции. Для удобства ось вращения выбирают проходящий через одну из точек отрезка (в нашем примере через точку А). Тогда эта точка при вращении отрезка не будет изменять своего положения, так как она лежит на оси вращения. Вращение выполнено вокруг оси перпендикулярной к горизонтальной плоскости проекции. Радиусом вращения являются горизонтальная

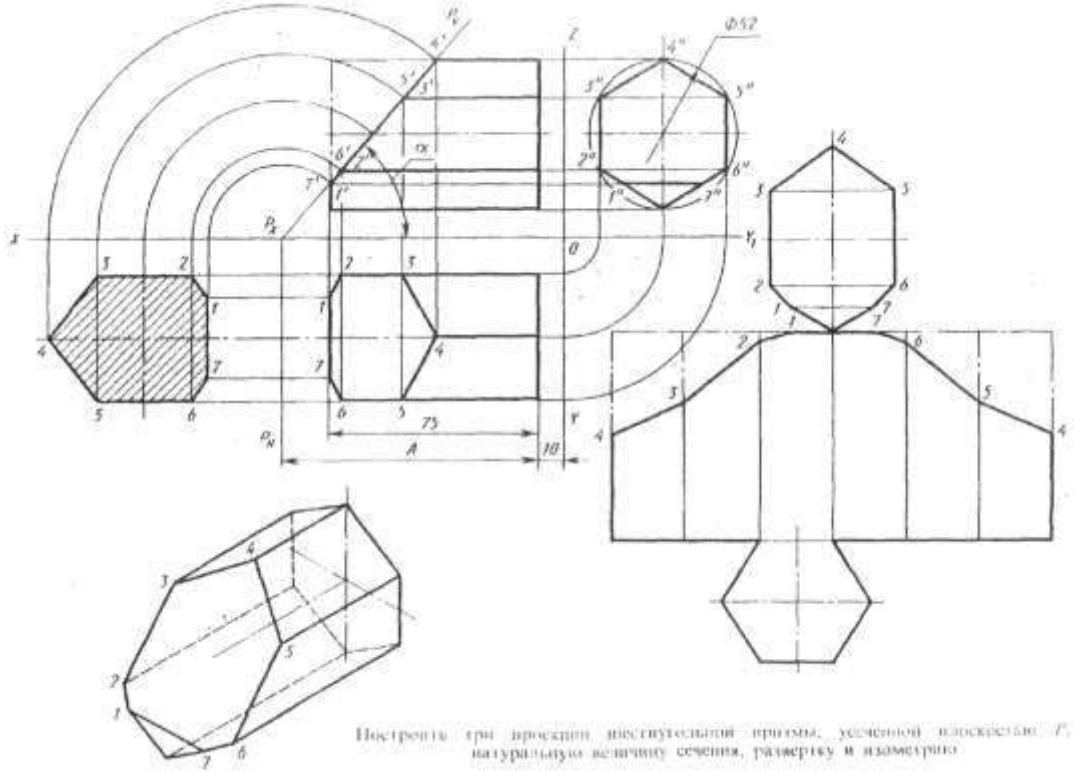
проекция ab отрезка AB. С помощью циркуля вращаем отрезок ab до положения ab_1. Тогда отрезок AB станет параллельным фронтальной плоскости проекции и спроецируется на неё без искажения. Фронтальная проекция в точки B определяется следующим образом. При вращении проекции точки b на горизонтальной плоскости проекции по окружности фронтальная проекция b точки B будет перемещаться по прямой, перпендикулярной к оси вращения до положения b_1. Затем соединяют точки b_1^1 и a^1. Истинная величина отрезка определена.

Развертку боковой поверхности с основанием и фигурой сечения призмы производят следующим образом.

Проводят горизонтальную прямую, которую принимают за развертку шестиугольника основания призмы. На ней откладывают друг за другом длины сторон шестиугольника. Истинные длины этих сторон имеются на горизонтальной проекции основания (см. лист задания). Развертку боковой поверхности строят таким образом, чтобы была показана наружная сторона каждой грани. Длину ребер откладывают по развертке, беря их истинную величину на фронтальной или профильной проекции усеченной призмы. Линию сгиба (ребра) на развертке показывают тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками. В заключение, к боковой поверхности пристраивают фигуру нижнего основания – шестиугольник и фигуру сечения.

Ход работы:

1. На листе формата А3 вычертить рамку и основную надпись. Выполнить три проекции заданного геометрического тела (комплексный чертеж). Линии связи и оси проекций сохранить. Построить истинное сечение развертку усеченного тела и изометрическую проекцию. Построить развертку и аксонометрическую проекцию Обвести чертеж. Толщину линий соблюдать строго в соответствии с их назначением. Заполнить основную надпись. Наименование листа определяется заданием.
2. Ответить на вопросы.



Контрольные вопросы:

1. Что называют разверткой поверхности?

2. Какие поверхности называют развертывающимися и какие неразвертывающимися?

3. Укажите последовательность графических построений разверток поверхностей многогранников.

4. Способы построения разверток.

5. Построение разверток цилиндрических, конических поверхностей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №19

Тема 10. Эскиз детали.

Выполнение эскиза детали.

Цель работы: систематизировать знания по оформлению и выполнению эскиза.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

На каждое изделие, подлежащее изготовлению, первоначально составляют эскиз, представляющий собой конструкторский документ временною характера, по которому составляют рабочий чертеж, в соответствии с ГОСТ 2.109 73.

Эскиз выполняется от руки на глаз, с проекционной связью между видами. Эскиз должен содержать минимальное число видов, разрезов, сечений, но достаточное для полного и ясного представления о предмете и его элементах. На эскизе наносят шероховатость поверхностей, от установленных базовых поверхностей указывают размеры, необходимые для изготовления детали. Заполняют основную надпись, указывая в ней материал, из которого сделана деталь. Рассмотрим, в качестве примера, крышку сальника на рис.8.1 и8.2.

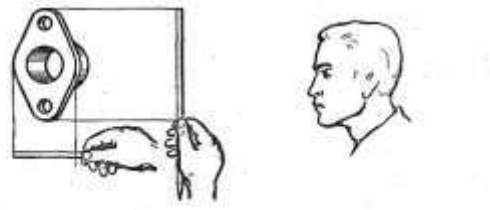


Рис.8.1 определяют размер на глаз - глазомерный масштаб.

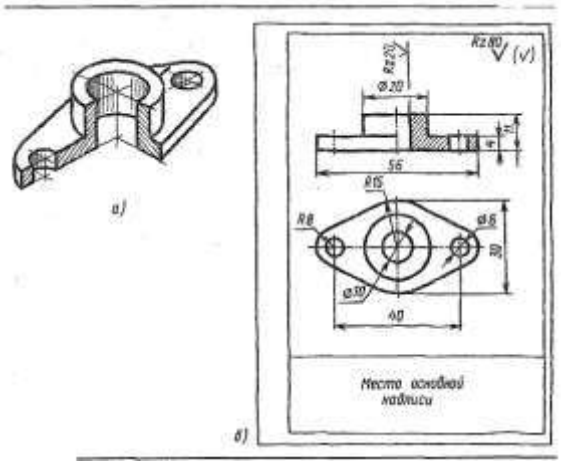


Рис.8.2а-изображение крышки,
б - эскиз.

Для выполнения эскиза выбирают главную - наиболее насыщенную элементами часть детали в рабочем положении, а также необходимое число видов, разрезов и сечений. После этого тонкими линиями (мягким карандашом) наносят на эскизе выбранные изображения с последующей обводкой линии контура. Последовательность выполнения эскиза показана на рисунке, где направление проецирования на фронтальную плоскость проекций (главный вид) отмечено стрелкой.

Не следует допускать необоснованного уменьшения числа изображений, т.к. это может привести к неопределенности формы. Например, две проекции предмета не

показывают истинную форму предмета, т.е. без третьей проекции нельзя конкретно указать, какой из трех предметов (а, б или в) спроецирован. Указывая размеры, следует избегать излишнего их количества, так как это затемняет чертеж, затрудняет его чтение.

Не допускается повторения размера (в явном или скрытом виде). Выполняя изображения, следует соблюдать проекционную связь между ними (без нанесения линий связи), отсутствия которой усложняет чтение чертежа.

Должно быть правильно установлено наименование детали и материал, из которого она изготовлена. Качество эскиза считается тем выше, чем более по внешнему виду он приближается к чертежу. Порядок выполнения листа.

На листе в клетку начертить рамку чертежа и основную надпись по всем требованиям выполнения чертежей. По готовой детали (или заданной аксонометрической проекции) начертить эскиз и нанести размеры.

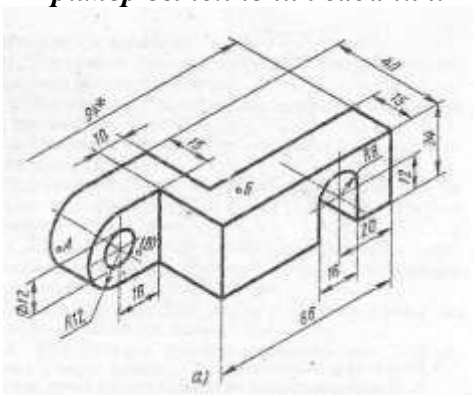
Ход работы:

1. На листе в клетку выполнить рамку и основную надпись по всем требованиям выполнения чертежей. По заданной аксонометрической проекции начертить эскиз и нанести размеры. Эскиз должен содержать минимальное число изображений. Размеры не повторять.
2. Ответить на вопросы.

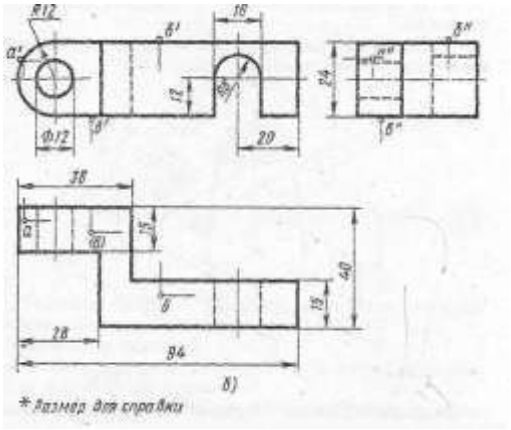
Контрольные вопросы:

1. Чем эскиз отличается от чертежа?
2. На какие этапы делится работа по составлению эскиза?
3. Чем руководствуются при выборе положения детали для зарисовки главного вида?
4. Каков порядок зарисовки изображений детали?
5. Как определить, где и какие размеры нанести на эскизе?

Пример выполнения задания.

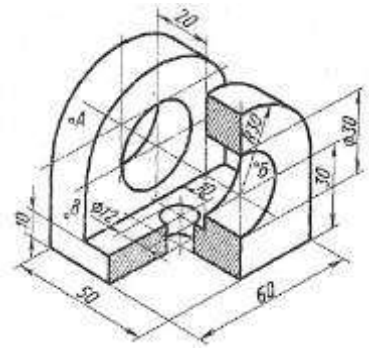


а) Аксонометрия детали

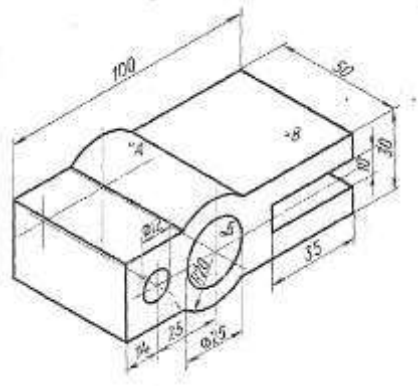


б) Эскиз детали.

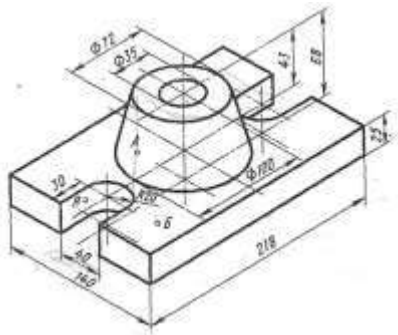
Варианты заданий к работе.



Вариант №1
Масштаб 1:1.

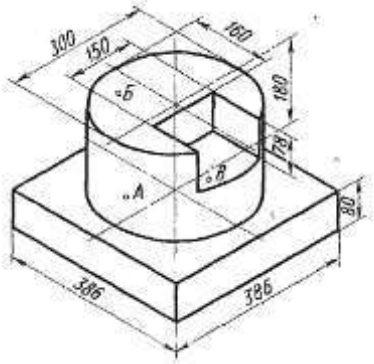


Вариант №2
Масштаб 1:1.



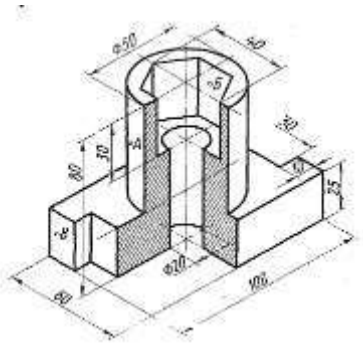
Вариант №3
Масштаб 1:2,5.

Наименование: Ушко двойное
Материал –
Ст3 ГОСТ 380-71



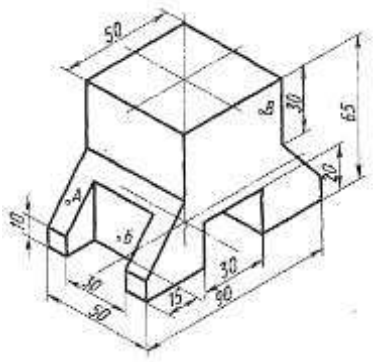
Вариант №4
Масштаб 1:2,5.
Наименование детали Плита
Материал КЧ-30 ГОСТ 1215-79

Наименование: Вилка.
Материал: Ст2 ГОСТ 380-71



Вариант №5
Масштаб 1:1. Наименование: Корпус; Материал - СЧ12 ГОСТ 1412-79

Наименование: Подпятник.
Материал – Ст3-ГОСТ 380-71



Вариант №6
Масштаб 1:2,5.
Наименование: Стойка.
Материал Ст3 ГОС380-71

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №20.

Тема 10. Эскиз детали.

Выполнение эскиза детали по описанию.

Цель работы: Систематизировать знания по оформлению и выполнению эскиза.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Для однозначного решения заданий следует понимать некоторые термины «длина», «ширина», «высота», они связаны с плоскостями проекций, как это показано на рис..1.

Ход работы:

1. На листе в клетку выполнить рамку и основную надпись по всем требованиям выполнения чертежей. По описанию детали выполнить эскиз и нанести размеры. Эскиз должен содержать минимальное число изображений. Размеры не повторять.
2. Ответить на вопросы.
    1. Каков порядок зарисовки изображений детали?
    2. Как определить, где и какие размеры нанести на эскизе?

Задание 1 Описание детали

«Стакан». Деталь в своей основе имеет форму цилиндра 0 80 мм и длиной 96 мм. Снизу соосно с осью цилиндра внутри сделано равностороннее шестигранное глухое отверстие с расстоянием между противоположными гранями 52 мм и глубиной 80 мм. Сверху в донышке соосно с осью цилиндра выполнено сквозное цилиндрическое отверстие диаметром 28 мм.

Задание 2. Описание детали

«Втулка». Деталь в своей основе имеет форму цилиндра 0 80 мм и длиной 96 мм. Соосно с осью цилиндра внутри сделано сквозное цилиндрическое отверстие ⌀ 40 мм. Соосно с осью цилиндра внутри расточена цилиндрическая поверхность ⌀ 58 мм так, что расстояния от торцов основного наружного цилиндра с двух сторон равны 15 мм. Симметрично оси основного цилиндра, перпендикулярно фронтальной плоскости проекции, выполнено сквозное прямоугольное отверстие с размерами вдоль оси цилиндра 52 мм и симметрично оси цилиндра 32 мм. Расстояние от узких граней прямоугольного отверстия до торцов основного цилиндра 22 мм.

Задание 3. Описание детали «Клапан». Деталь в своей основе имеет форму ступенчатую, состоящую из цилиндров и параллелепипеда, имеющих единую ось (соосны). Расположите ось детали горизонтально и рассматривайте деталь слева направо. Слева

цилиндр ⌀ 24 мм и длиной 70 мм. Левый торец цилиндра имеет фаску 5 × 45°. Затем идет цилиндр-бортик ⌀ 40 мм и длиной 8 мм, За бортиком идет прямоугольный параллелепипед длиной 30 мм, шириной 16 мм и высотой 32 мм. Заканчивается деталь цилиндром диаметром 13 мм и длиной 38 мм. На правом торце цилиндра диаметром 13 мм снята фаска 1×45°. Общая длина детали 146 мм.

Задание 4. Описание детали

«Стержень». Деталь в основе своей формы имеет ступенчатый цилиндр. Расположите ось детали горизонтально и рассматривайте ее слева направо. Слева цилиндр ⌀ 30 мм и длиной 20 мм. На всей длине этого цилиндра с двух сторон симметрично сняты лыски, расстояние между которыми 24 мм, грани-лыски параллельны фронтальной плоскости проекции; Затем идет цилиндр-бортик ⌀ 55 мм и длиной 10 мм. За бортиком — цилиндр ⌀ 30 мм и длиной 100 мм. Заканчивается деталь цилиндром ⌀ 20 мм и длиной 40 мм. Справа (с торца) цилиндра ⌀ 20 мм снята фаска 2×45°. На расстоянии 20 мм от правого торца перпендикулярно оси и фронтальной плоскости проекции просверлено сквозное отверстие ⌀ 5 мм. Общая длина детали 170 мм.

Задание 5.Описание детали «Шкворень запорный». Деталь в своей основе имеет форму ступенчатого тела вращения. Расположите ось детали горизонтально и рассматривайте ее слева направо. Начинается деталь полусферой R15 мм. Затем идет цилиндр ⌀ 30 мм и длиной 15 мм. Параллельно фронтальной плоскости проекций через полусферу и цилиндр сняты две лыски (грани). Расстояние между лысками 20 мм й расположены они симметрично оси детали. Через центр полусферы перпендикулярно лыскам просверлено сквозное цилиндрическое отверстие ⌀10 мм. После полусферы и цилиндра идет цилиндр ⌀ 50 мм и длиной 10 мм. За этим цилиндром — цилиндр ⌀ 30 мм и длиной 85 мм. Со стороны правого торца прорезан шлиц шириной 10 мм и глубиной 30 мм. Грани шлица параллельны фронтальной плоскости проекций и симметричны оси детали. Налево от правого торца на, расстоянии 15 мм через ось цилиндра перпендикулярно граням шлица просверлено сквозное цилиндрическое отверстие ⌀ 10 мм. Общая длина детали 115 мм.

Задание 6. Описание детали «Подшипник». В основании детали заложен прямоугольный параллелепипед длиной 86 мм, шириной40 мм и высотой 18 мм. Симметрично передней грани основания 86 мм×18 мм над основанием находится прямоугольный параллелепипед длиной 38 мм, высотой 50 мм и шириной 40 мм. Над верхним параллелепипедом находится полуцилиндр R 19 мм и длиной 40 мм. Снизу параллельно ширине детали симметрично передней грани сделан прямоугольный паз длиной 38 мм и шириной 6 мм. Соосно с осью полуцилиндра сделано сквозное отверстие ⌀ 18 мм. Сверху вниз в основании просверлены два цилиндрических отверстия ⌀ 15 мм. Оси отверстий имеют следующие координаты: симметрично ширине и на расстоянии между осями 62 мм симметрично оси симметрии передней грани. Общая длина детали 86 мм, ширина 40 мм, высота 87 мм.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №21.

Тема 11. Взаимное пересечение поверхности тел.

Выполнение взаимного пересечения поверхности тел.

Цель работы: Выполнение эскиза детали.

Цель работы: изучение построения линий перехода при взаимном пересечении геометрических тел, развитие умения построения комплексных чертежей пересекающихся тел.

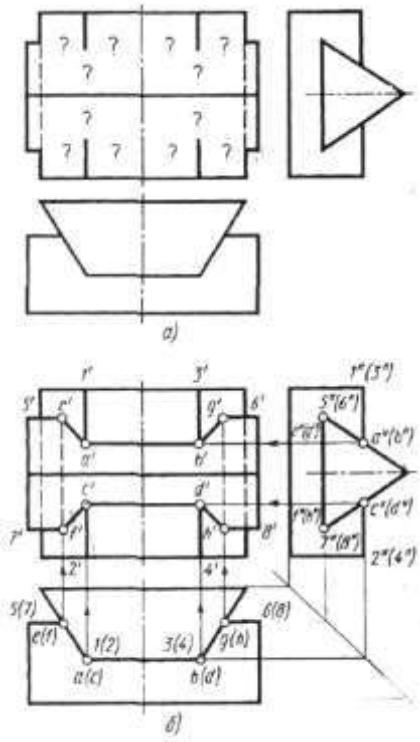
Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

при пересечении различных поверхностей образуются линии перехода, их построение требует значительной точности. Если грани и ребра двух призм взаимно

перпендикулярны, то линии пересечения призм строятся по общему правилу. Сначала нужно представить в воображении конфигурацию линий. Построение фронтальной проекции на рисунке не закончено; проекция линий пересечения на ней не показана. Требуется построить проекции линии пересечения на всех изображениях чертежа

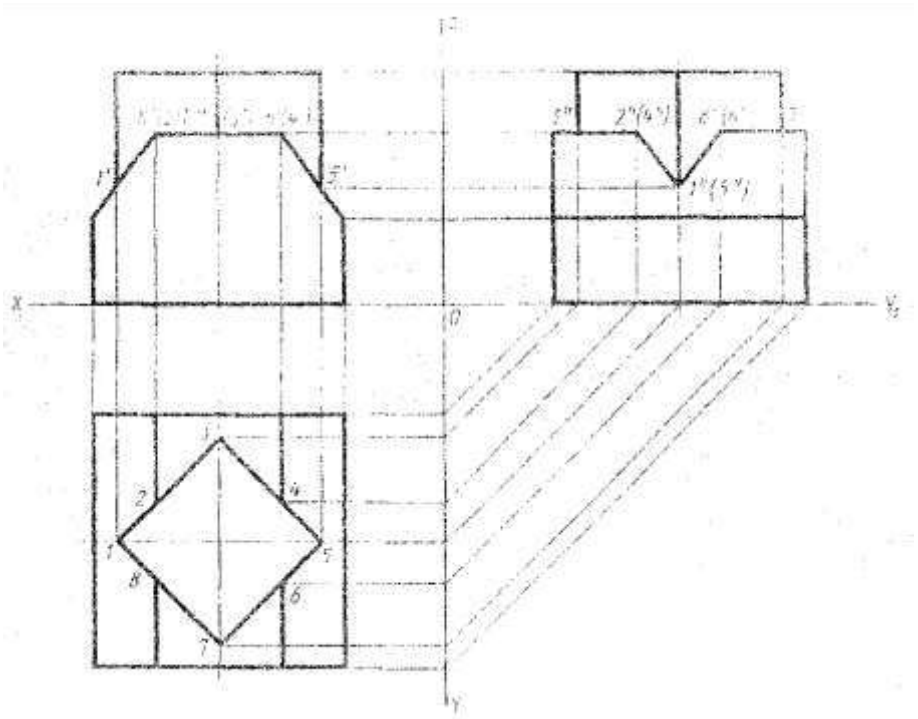


Рассматривая горизонтальную и профильную проекции, можно установить, что боковые грани вертикально расположенной призмы горизонтальной плоскости проекций; проекция линии пересечения на эту плоскость совпадают с проекциями боковых граней, т.е. с отрезками прямых линий. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с профильной проекцией треугольной призмы. Никаких дополнительных линий на этих проекциях не будет. Следовательно, решение задачи сводится к построению фронтальной проекции линии пересечения. Для этого нужно найти точки пересечения ребер одной призмы с гранями другой. При решении задачи, сначала определяют ребра каждой из призм, которые не пересекают граней другой. Затем, рассматривая профильную и горизонтальную проекции, видим, что ребра 1-2 и 3-4 пересекают наклонные грани треугольной призмы.

Места пересечения – точки встречи ребер 1-2 и 3-4 с контуром профильной проекции треугольной призмы, т.е. a″, b″, c″, d″, видны на чертеже. Проекции невидимых точек заключены в скобки.

Горизонтальные проекции a, b, c, d точек A, B, C, D расположены на горизонтальных проекциях ребер 1-2 и 3-4. Проекции ребер изображаются в виде точек. Фронтальные проекции – точки a′, b′, c′, d′ определяют при помощи линий связи. Далее устанавливают, что ребра 5-6 и7-8 треугольной призмы Пересекают грани четырехугольной. Горизонтальные проекции точек пересечения e, f, g, h видны на чертеже. Фронтальные проекции точек E, F, G, H находят, проводя линии связи к проекциям соответствующих ребер. Чтобы получить линию пересечения, нужно соединить полученные точки прямыми линиями. Соединяют те точки, которые находятся на одних и тех же гранях каждой призмы. Затем нужно последовательно соединить точки a′, b′, g′, h′, d′, c′, f′, e′ . Отрезки e′f′ и g′h′ - линии пересечения на фронтальной проекции – невидимы, т.к. закрыты наклонными гранями треугольной призмы, поэтому их обводят штриховой линией.

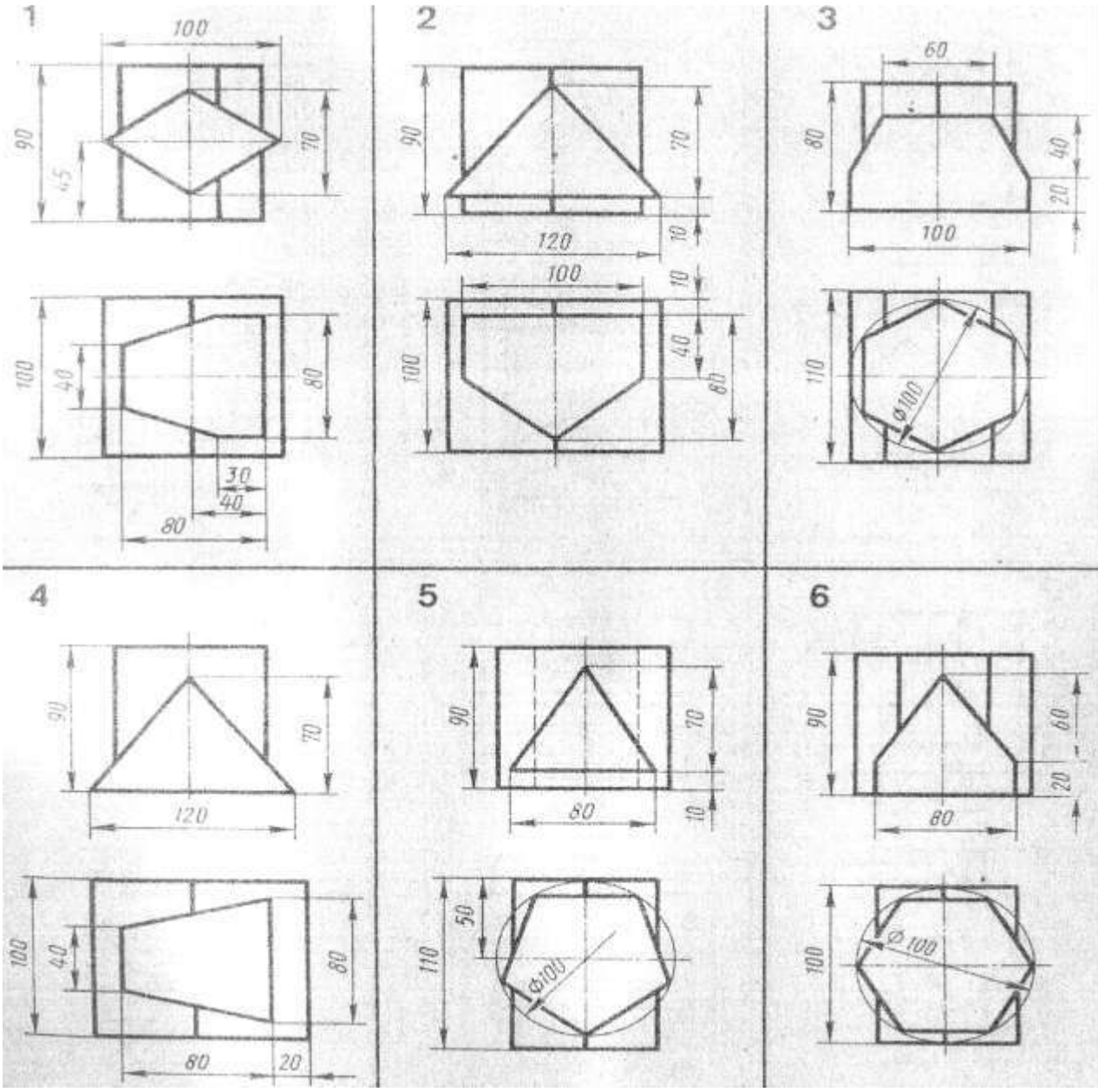
При пересечении с телом вращения количества точек пересечения бывает недостаточно, в этом случае получают дополнительные точки, применяя способ вспомогательных секущих плоскостей. Этот способ заключается в том, что поверхность каждого тела пересекают вспомогательной плоскостью, образующей фигуры сечений, контуры которых пересекаются. Точки, полученные при пересечении контуров сечений, являются точками пересечения линий (см. пример пересечения многогранника с телом вращения).



Пример выполнения задания

Ход работы:

1. На формате А3 выполнить рамку и основную надпись. Выполнить три проекции пересекающихся между собой под углом 90º призмы, при этом обе оси параллельны фронтальной плоскости проекций. Одна из осей призмы перпендикулярна горизонтальной плоскости проекции, а вторая – ей параллельна. В основании обеих призм лежат правильные многоугольники, вписанные в окружности. Каждое задание содержит комплексный чертеж фигуры, состоящей из трех изображений: видов спереди (главный), сверху и слева. При этом два вида (сверху и слева) имеют явные и полные изображения, а вид спереди (главный) содержит основные контурные линии, но не содержит линии взаимного пересечения. Основная задача – это построение на виде спереди линий взаимного пересечения. Задание выполняется в масштабе 1:1. Построение линий взаимного пересечения двух призм сводится к определению точек пересечения ребер одной призмы с гранями другой, т.е. к задаче на пересечение прямой с плоскостью. Линией пересечения двух призм в общем случае может быть пространственная ломаная линия. При определении видимости отдельных частей линии пересечения руководствуются правилом: видимые линии получаются в пересечении видимых граней. Если хотя бы одна из пересекающихся граней невидимая, то и линия на ней невидимая. Линии построения можно на чертеже сохранить.
2. Ответить на вопросы
    1. Опишите общий алгоритм построения линий пересечения поверхностей.
    2. Назовите основные способы построения линий пересечения поверхностей.
    3. Опишите способы секущих плоскостей и сферических посредников при определении линии пересечения поверхностей.
    4. Какие точки линии пересечения поверхностей называют главными (опорными)?
    5. Сформулируйте основные действия, применяемые при построении линии пересечения поверхностей.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №22.

Тема 12. Сечения.

Выполнение сечения.

Цель работы: Освоение и закрепление умений и навыков по выполнению сечений и нанесению размеров.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир, готовальня.

Теоретическая часть

Сечение — изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Штриховка частей предмета, расположенных в секущей плоскости, осуществляется так же, как и в случае разреза. В качестве секущей плоскости допускается применять цилиндрическую поверхность, развертываемую потом в плоскость.

Сечения являются составной частью разреза. В случае, когда они изображаются самостоятельно, сечения подразделяют на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения — те, которые располагаются вне изображения предмета (рис.10.1). Наложенные

сечения — те, которые совмещаются с соответствующим видом предмета (рис.10.2). Вынесенные сечения являются предпочтительными. Их располагают в разрыве между частями одного и того же вида на продолжении линии сечения (следа секущей плоскости, рис.10.1, б) или в любом месте поля чертежа.

Контуры сечений, входящих в состав разреза, и вынесенных сечений изображают сплошными толстыми (основными) линиями, контур наложенных сечений — сплошными тонкими линиями, при этом контур изображения на месте наложенного сечения не прерывают.

Секущие плоскости выбирают таким образом, чтобы получить нормальные поперечные сечения.

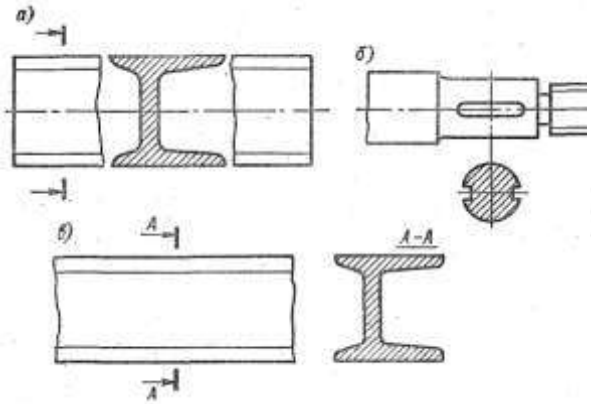
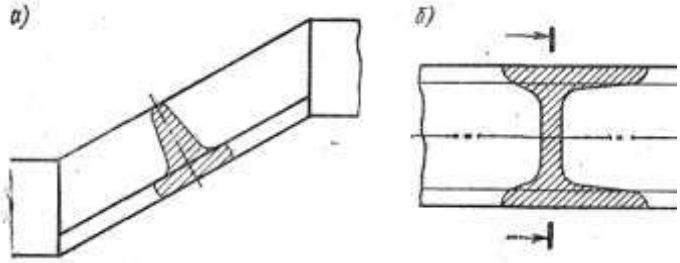
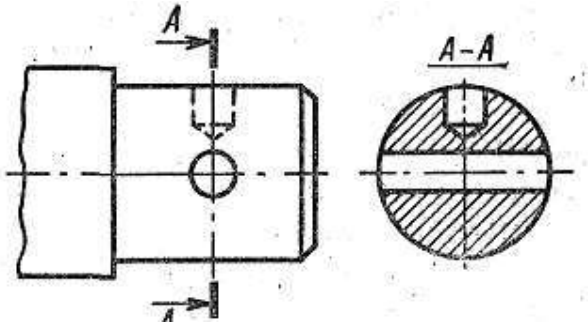


Рис.10.1. Расположение вынесенных сечений



Рис, 10.2. Наложенные сечения!
а) - симметричное; *б)*- несимметричное

Если секущая плоскость проходит через **ось** вращения цилиндрического, конического, сферического углублений, сквозного отверстия, то контуры отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Обозначение сечений подобно обозначению разрезов и состоит из следов секущей плоскости и стрелки, указывающей направление взгляда, а также буквы, проставляемой с наружной стороны стрелки (рис.10.3). Вынесенное сечение не надписывают и секущую плоскость не показывают, если линия сечения совпадает с осью симметрии сечения, а само сечение расположено на продолжении следа секущей плоскости (см. рис.10.1, *б)* или в разрыве между частями вида. Для симметричного наложенного сечения секущую плоскость также не показывают. Если сечение несимметричное и расположено в разрыве (см. рис.10.1, а) или является наложенным (см, рис.10.2, *б),* линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Сечение допускается располагать с поворотом, изображая над сечением ⟲ или по старым ГОСТам словом *«повернуто».* Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линии сечений обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение. В случаях, если сечение получается состоящим из отдельных частей, следует применять разрезы.

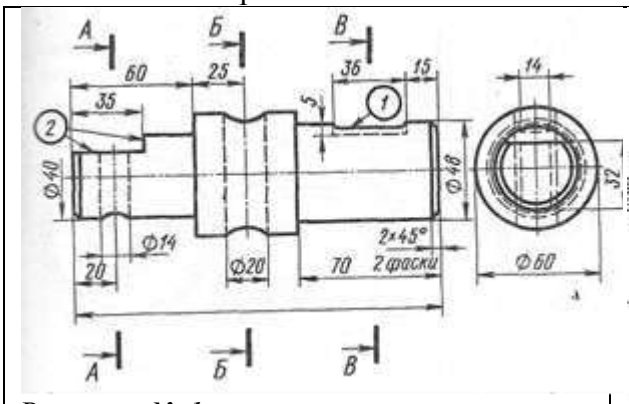


Сечение по типу разреза

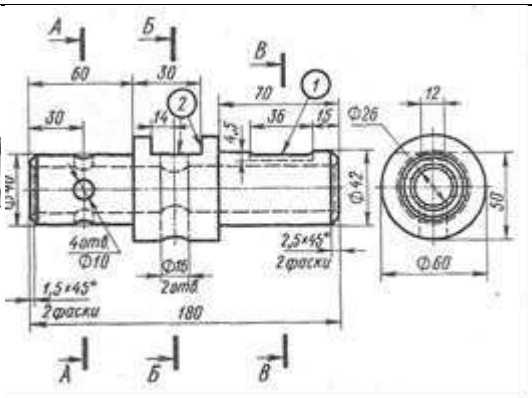
Ход работы:

1. На листе формата А3 выполнить рамку и основную надпись по всем требованиям выполнения чертежей. По заданию выполнить сечение и нанести размеры. Эскиз должен содержать минимальное число изображений. Размеры не повторять.

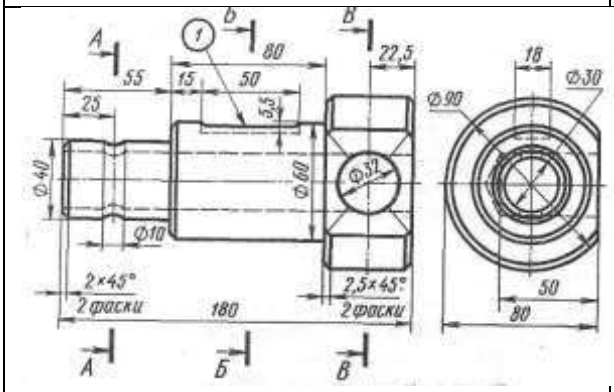
2. Ответить на вопросы.



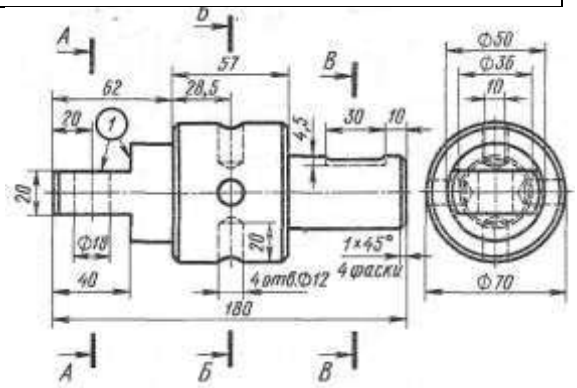
Вариант № 1
Выполнить 3 вынесенных сечения *А — А, Б—Б, В~В.* Наименование :Вал;
Материал-Ст 50
ГОСТ 1050-74..



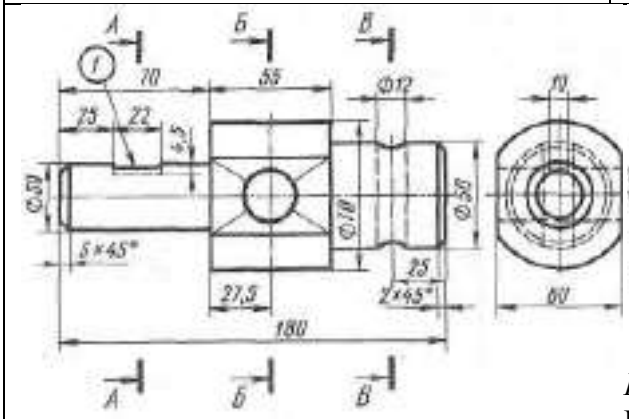
Вариант № 1
Выполнить 3 вынесенных сечения *А — А, Б—Б, В~В.* Наименование :Вал;
Материал-Ст 50
ГОСТ 1050-74..



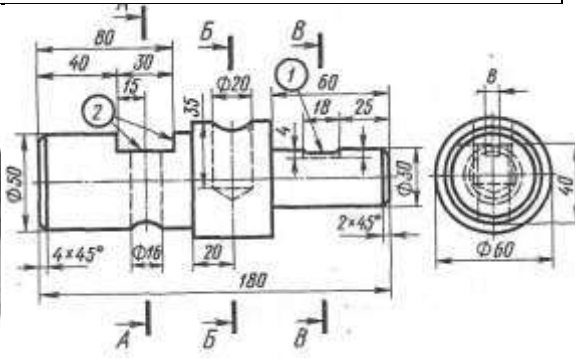
Вариант № 3
Выполнить три вынесенных сечения *А — А, Б—Б, В—В.* Наименование детали — Вал. Материал-сталь 45 ГОСТ 1050-74.



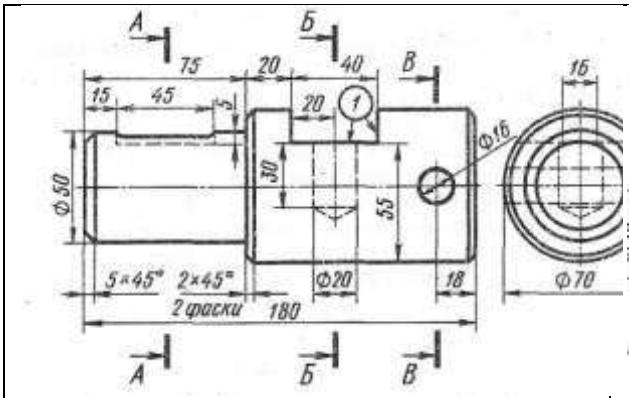
Вариант №4
Выполнить три вынесенных сечения *А — А, Б—Б, В~В.* Наименование детали — Вал Материал-Ст4
ГОСТ 380-71.



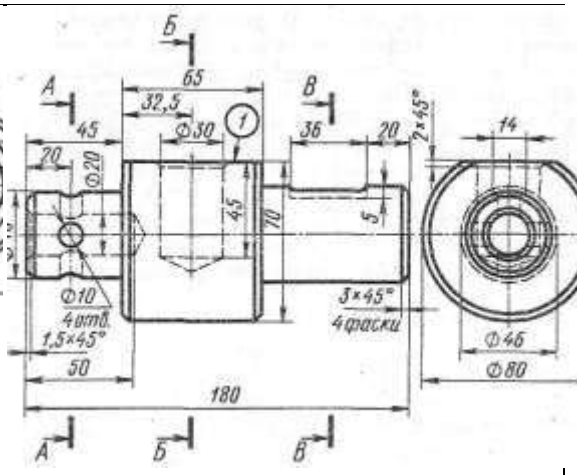
Вариант № 5
Выполнить три вынесенных сечения *А-А, Б-Б, В-В.* Наименование: Вал Материал-Ст40
ГОСТ 380-71.



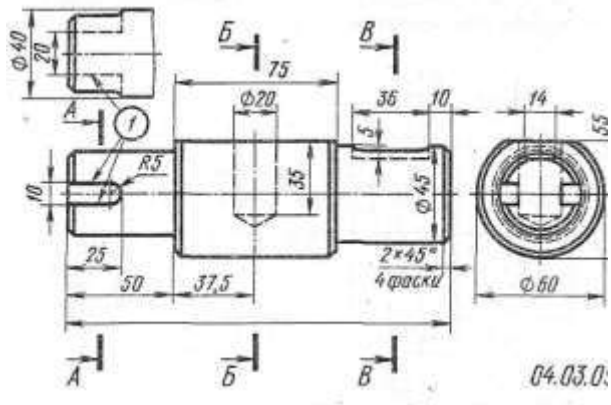
Вариант №6
Выполнить три вынесенных сечения *А-А, Б-Б,В-В.* Наименование : Вал. Материал-СтЗ ГОСТ 380-71.



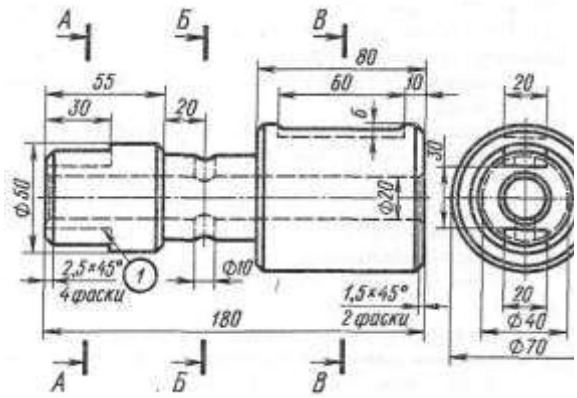
Вариант № 7
Выполнить три внесенных сечения *А-А, Б-Б, В-В*. Наименование: Вал. Материал - Ст4 ГОСТ 380-71.



Вариант №8
Выполнить три внесенных сечения *А-А, Б-Б, В-В*. Наименование: Вал. Материал-Ст5 ГОСТ 380-71.



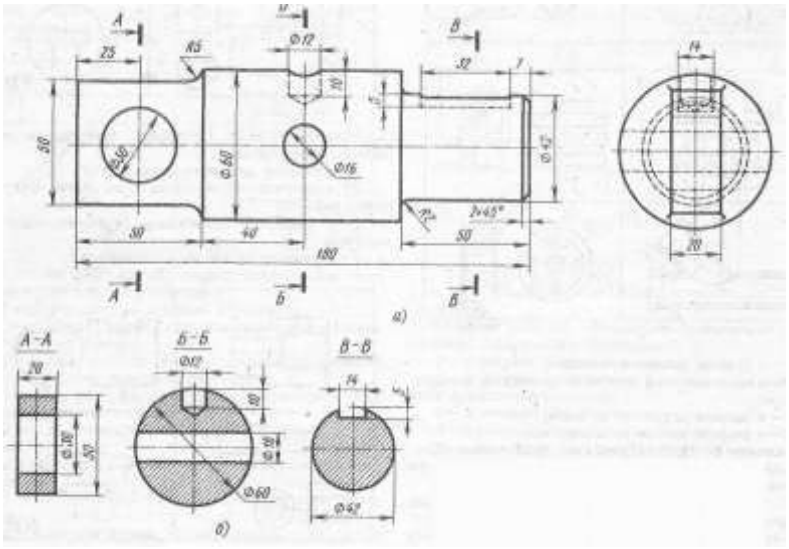
Вариант № 9
Выполнить три вынесенных сечения *А-А, Б-Б, В-В*. Наименование: Вал. Материал-сталь 6 ГОСТ 380-71.



Вариант № 10
Выполнить три вынесенных сечения *А-А, Б-Б,В-В*. Наименование: Вал. Материал -сталь 50 ГОСТ 1050-74.

Контрольные вопросы.

1. Какое изображение называют сечением?
2. Для чего применяют сечения?
3. Как подразделяются сечения в зависимости от их расположения
4. Линиями какой толщины обводят контур наложенного и вынесенного сечения?
5. Как и для чего штрихуют сечения?
6. Показывают ли в сечении то, что расположено за секущей плоскостью?
7. В каких случаях сечение сопровождают надписью? Какие буквы используют для этого?
8. Как изображают линию сечения? Каково начертание разомкнутой линии?
9. Как обозначают несколько одинаковых сечений, относящихся к одному предмету?
10. Где по отношению к обозначению сечения указывают символ ⟲ при выполнении сечения с поворотом?



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №23.

Тема 13. Разрезы.

Выполнение разреза.

Цель работы: Освоение и закрепление умений и навыков по выполнению разрезов и соединению их с видом; выполнение аксонометрической проекции с вырезом ей четверти.

Перечень используемого оборудования

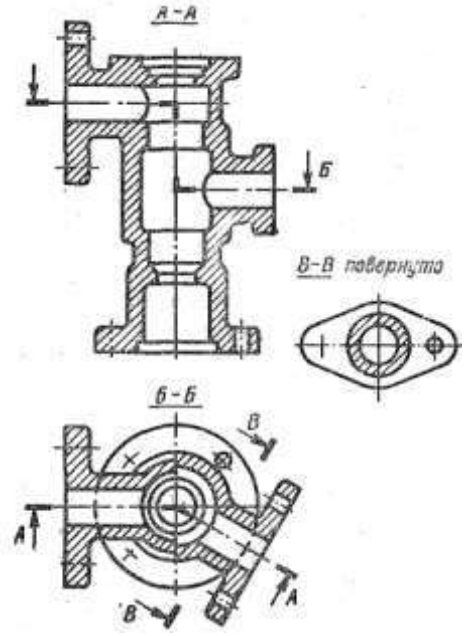
Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменение других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Все части предмета, пересекаемые плоскостью, заштриховывают, пустоты не штрихуют.

Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости и от числа секущих плоскостей.

В зависимости от положения секущей плоскости разрезы бывают горизонтальными(секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций), вертикальными (секущая плоскость перпендикулярна плоскости проекций) и наклонными (секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью угол, отличный от .прямого).



Вертикальный разрез называется *фронтальным,* если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильным,* если секущая, плоскость параллельна профильной плоскости проекции.

Разрезы бывают *продольными,* если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (разрез *А—А* на рис. 11.1) и поперечными, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета (разрез *Б— Б* на рис. 11.1. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы бывают простыми (11.2), образованными одной секущей плоскостью, и сложными, образованными несколькими секущими плоскостями. Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны (разрез Б—Б на рис. 11.1), и

Рис. 11.1.
Разрезы различных типов

ломаными, если секущие плоскости пересекаются (разрез А—А на рис. 11.1). При ломаном разрезе секущие плоскости условно повертываются до совмещения в одну плоскость.

Угол между плоскостями—тупой. Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном ограниченном месте, называется *местным* (на виде сверху — рис. 11.3). На разрезах допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета.

Фронтальные, горизонтальные и профильные разрезы обычно располагают на месте соответствующих основных видов.

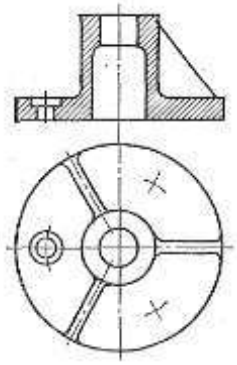


Рисунок 11.2
Простой фронтальный разрез.

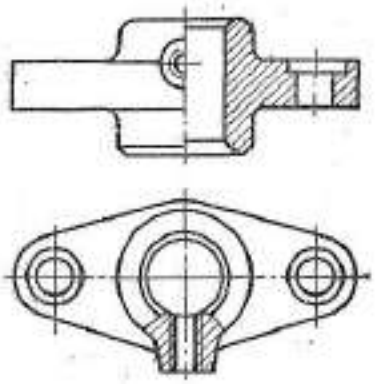


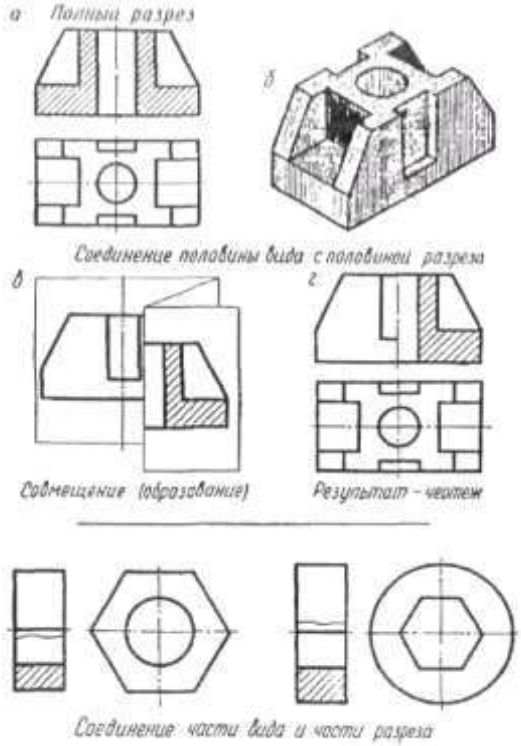
Рисунок 11.3
Соединение вида и разреза

При обозначении разреза указывают положение секущей плоскости, а сам разрез отмечают двумя прописными буквами русского алфавита (через тире), подчеркнутыми сплошной тонкой линией. Положение секущей плоскости указывают разомкнутой линией. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки наносят на расстоянии 2—3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения. Около стрелок, с их внешней стороны ставят одну и ту же букву, обозначающую разрез. Если разрез повернут относительно соответствующего вида, его обозначение дополняют словом *«повернуто»* (разрез *В—В* на рис. 11.1.), которое не подчеркивают или по новому ГОСТу значком ⟲ .

Простые горизонтальные, фронтальные и профильные, разрезы не обозначают, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии и соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи (рис. 11.2.).

Местный разрез обычно также не обозначают. Его отделяют от вида сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Часть вида и часть разреза допускается соединять, разделяя их тонкой волнистой линией. Если при этом соединяются полови-на вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (см. рис. 11.3.). Соединять таким образом части несимметричной фигуры не допускается. Если часть предмета представляет собой тело вращения, допускается разделять вид и разрез не всего предмета, а его части — штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей с осью симметрии этой части тела вращения.



Таким образом, соединение на чертеже половины вида с половиной разреза дает возможность сохранить полное представление о наружной и внутренней форме детали.

Экономить время на выполнение чертежа, т.к. сокращаются затраты на нанесение штриховки, вычерчивание линий невидимого контура.

Построение разрезов в аксонометрии

Для выявления внутренней формы детали, вычерченной в аксонометрии, в некоторых случаях применяют разрезы, которые условно можно назвать вырезами. При этом используют две секущие плоскости, совпадающие с плоскостью симметрии (рис. 11.4).

Рисунок 11.4.Порядок построения соединения половины вида с половиной разреза.

Рисунок 11.5.
Построение выреза в аксонометрии.

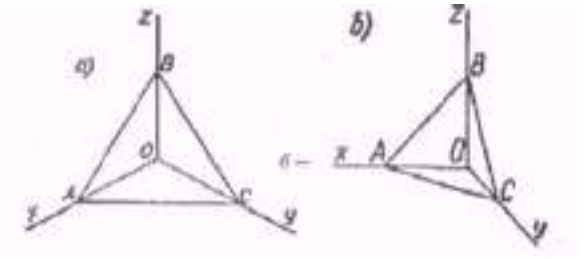


Рисунок 11.6. Положение осей.
а) - в изометрической проекции
б) во фронтальной диметрической проекции

Направление штриховки в вырезах.

Для этого строят оси аксонометрии. На каждой оси от точки 0 откладывают произвольные, но равные между собой отрезки. Соединив последовательно точки АВС между собой, получают равносторонний треугольник. Линии штриховки проводят параллельно сторонам этого треугольника. Чтобы определить направление штриховки во фронтальной диметрии, также строят треугольник. Только в этом случае по оси Y откладывают половину отрезка, построенного на осях X и Z. См. рис. 11.6.
Последовательность построения наглядного изображения детали с вырезом. (Рис. 11.7.)

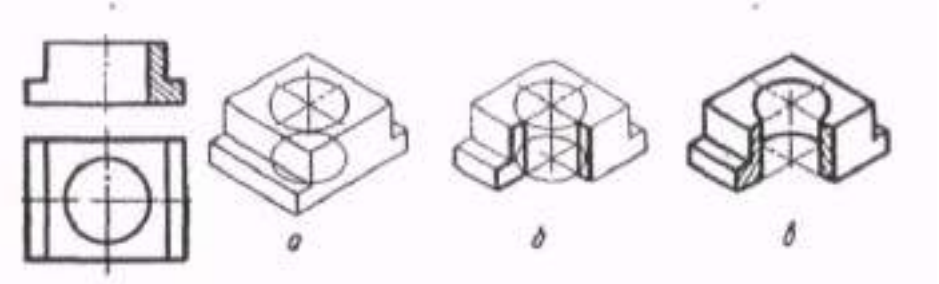
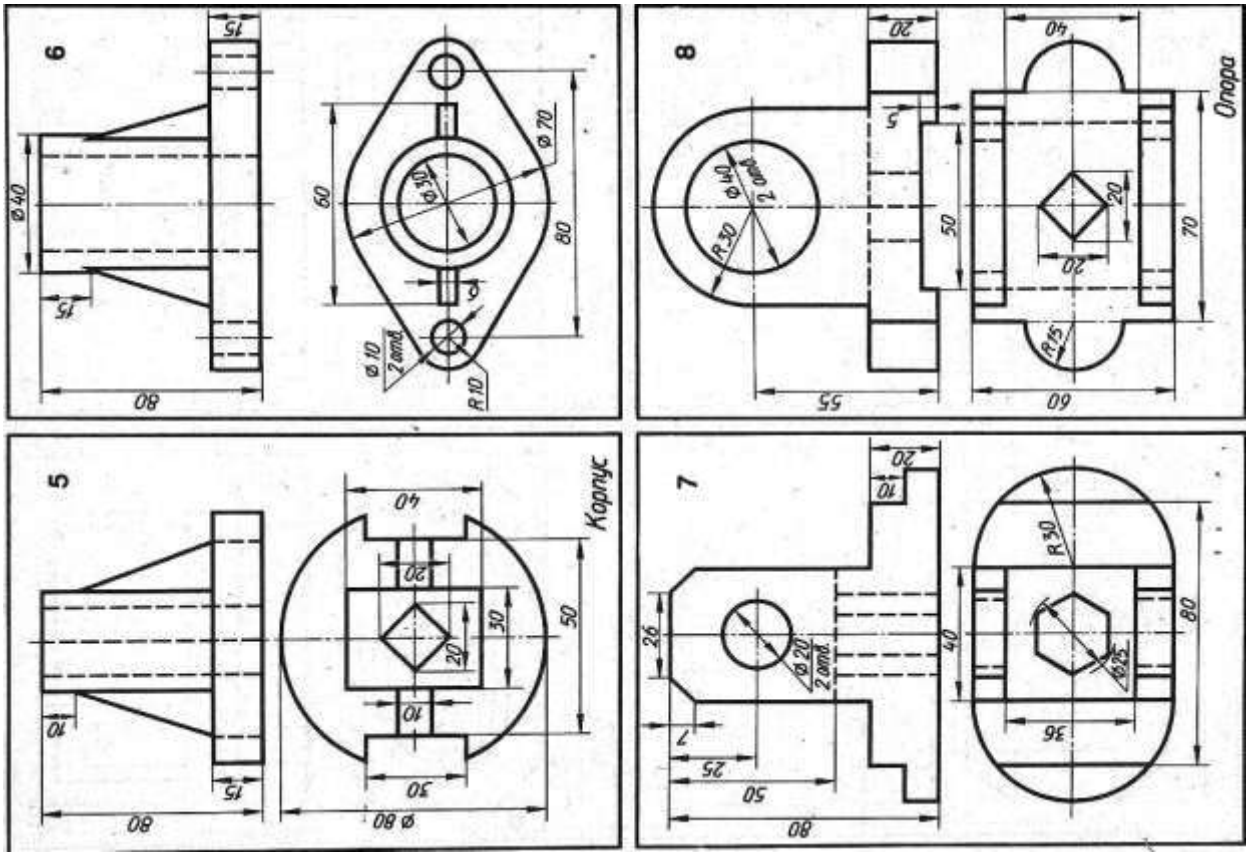
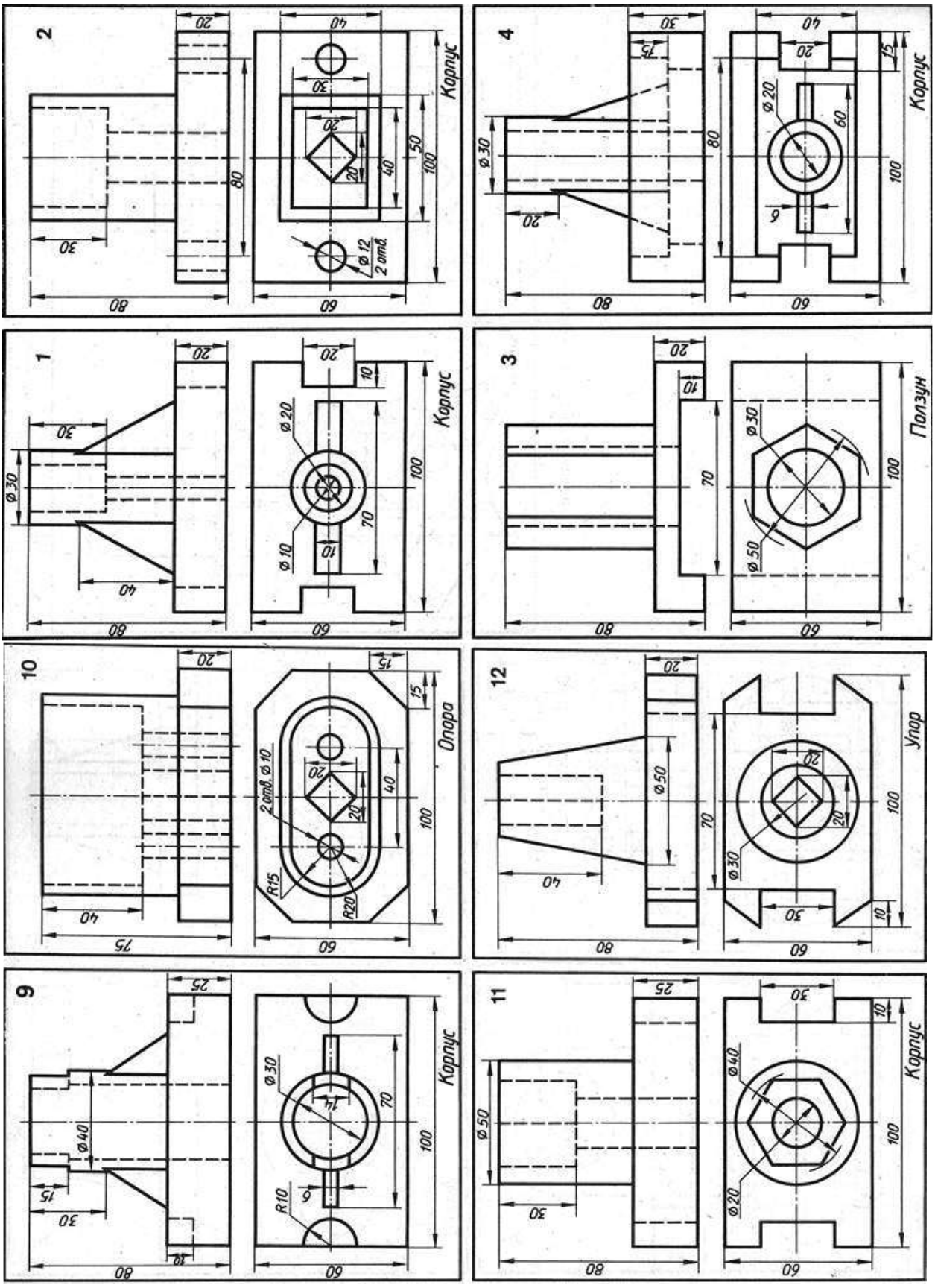


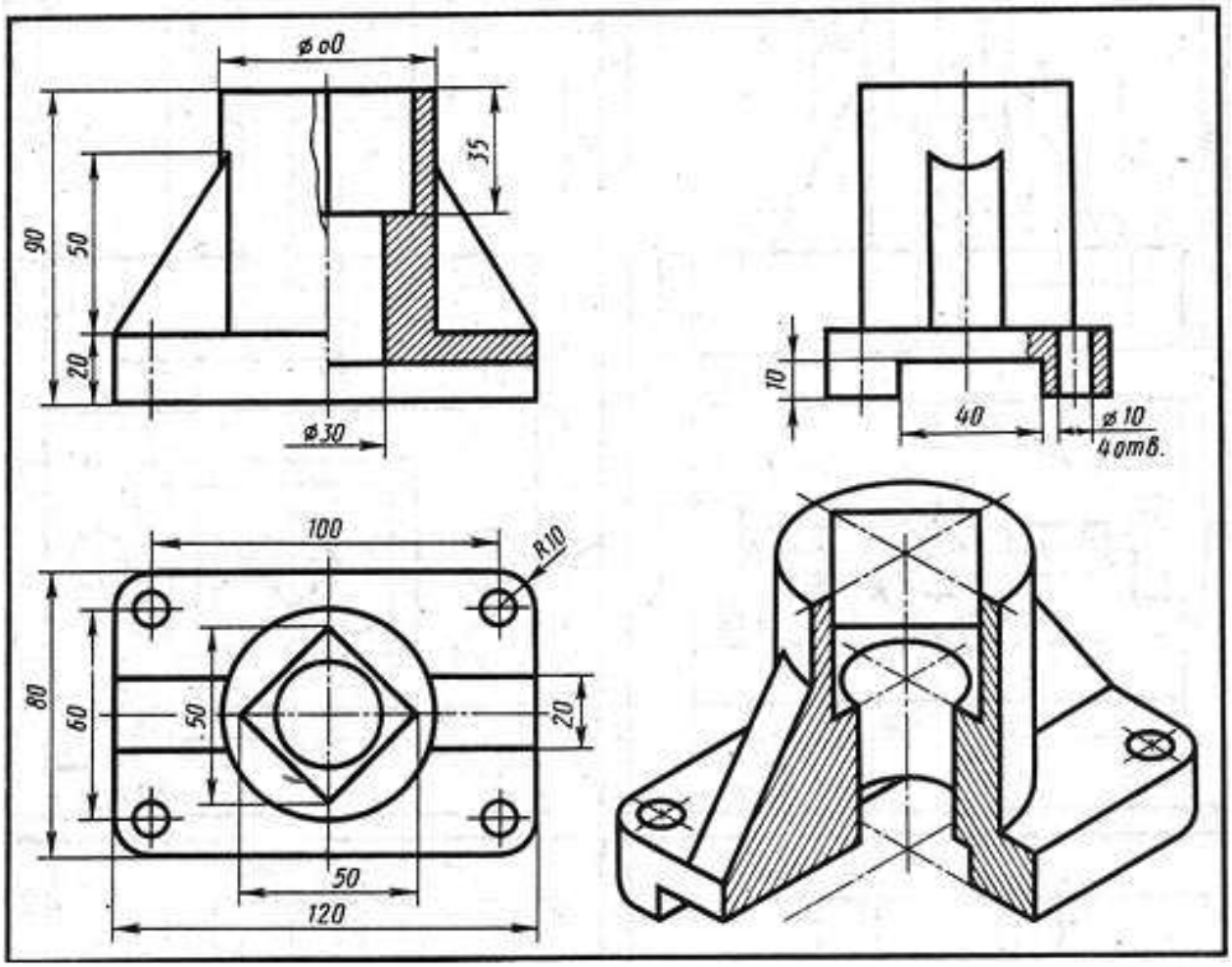
Рис. 11.7. Последовательность построения наглядного изображения детали с вырезом.

Ход работы:

1. Условия задания предусматривают перечерчивание приведенных в заданиях видов, а затем выполнения на них соединения половины вида с половиной разреза. Дополнительно по комплексному чертежу построить аксонометрическое изображение детали с вырезом её четверти. Нанесение размеров на чертеже обязательно. Пример графического задания и его решения на рисунке. Чертеж выполняется на формате А3.
2. 



Пример выполнения задания.



Контрольные вопросы.

1. Для чего применяются на чертежах разрезы?
2. Какие изображения называются разрезами?
3. Как измениться изображение, если вместо вида детали дать ее разрез?
4. Изменяются ли виды сверху и слева, если главный вид заменить ее разрезом?
5. Какой разрез называют простым?
6. В зависимости от чего разрезы делятся на вертикальные, горизонтальные и наклонные?
7. Какой разрез называют фронтальным?
8. Какой разрез называют профильным?
9. Какой разрез называют горизонтальным?
10. Какой разрез называют наклонным?
11. Какой разрез называют продольным и какой поперечным?
12. В каких случаях рекомендуется соединять часть вида и часть разреза?
13. Какой линией разделяют часть вида и часть разреза?
14. В каких случаях рекомендуется соединять половину вида и половину разреза?
15. Какой линией разделяют половину вида и половину разреза?
16. Нужно ли показывать на половине вида внутренние очертания предмета? и почему?
17. В чем особенность нанесения размеров на изображении, состоящем из половины вида и половины разреза?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №24.

Тема 13. Разрезы.

Выполнение сложных разрезов.

Цель работы: Развитие и закрепление умений и навыков по выполнению сложных

разрезов.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Сложным называют разрезы при двух и более секущих плоскостях. В зависимости от положения секущей плоскости сложные разрезы подразделяют на ступенчатые (рис.12.1) и ломаные (рис.12.2). Ступенчатым называется сложный разрез, когда секущие плоскости параллельны, но нее секущие плоскости совмещаются в плоскости чертежа. Ломаным называется сложный разрез, когда секущие плоскости пересекаются.

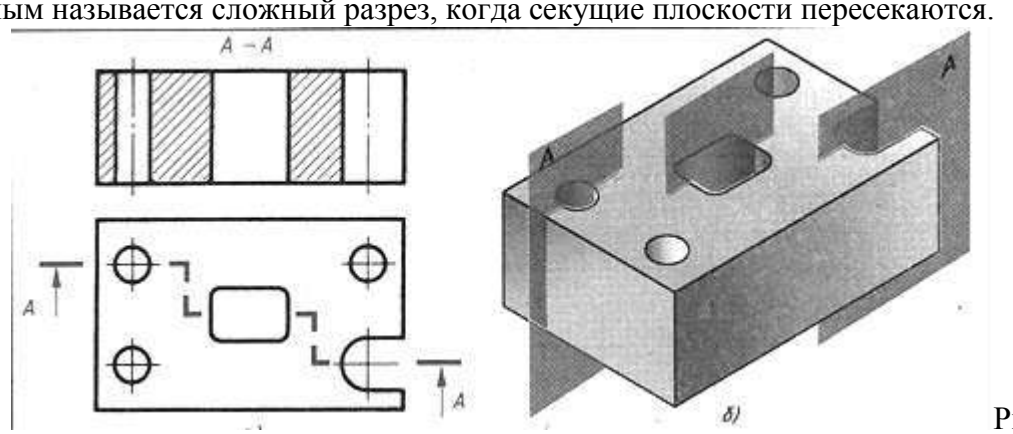


Рис.12.1

а)

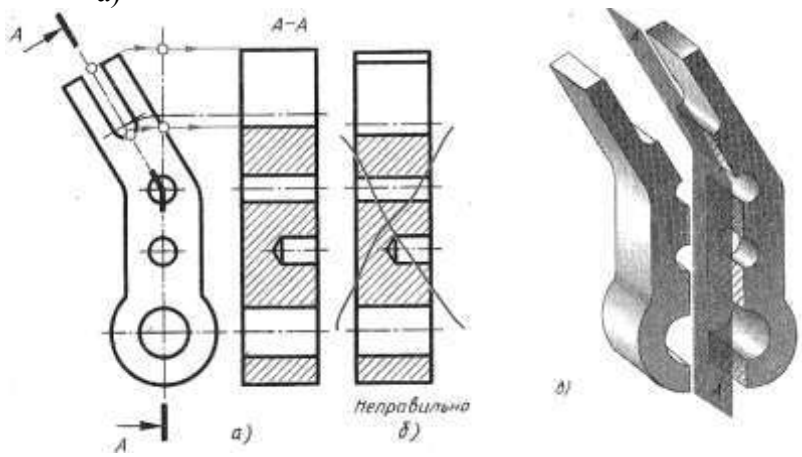


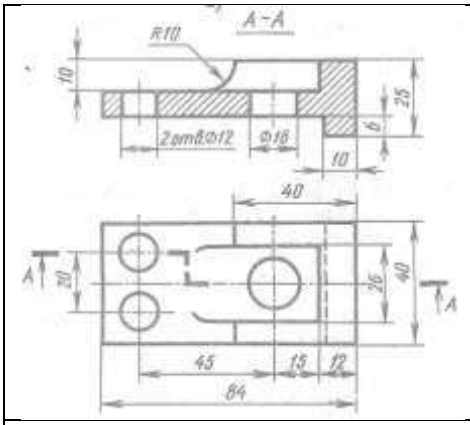
Рисунок 12.2.
Сложный разрез (ломаный)

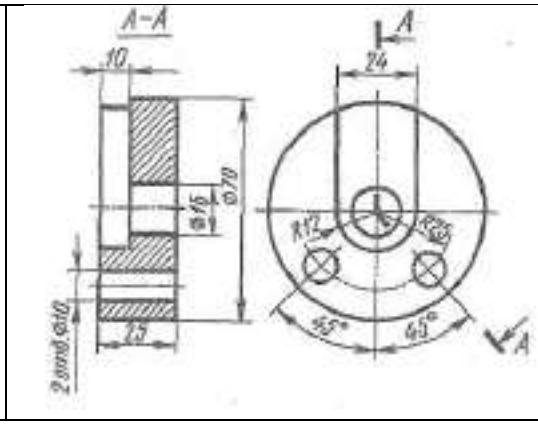
При построении ломаных разрезов, наклонную секущую плоскость условно поворачивают до совмещения с другой секущей плоскостью. При повороте плоскости наклонная часть детали изобразится на разрезе без искажения, т.е. в натуральную величину (рис. 12.2 а). Без поворота плоскости разрез проецируется как показано на рис.12.2 б и деталь представляется в искаженном виде.

Положение секущей плоскости при сложных разрезах всегда отмечают разомкнутой линией со штрихами (начальными, конечными и в местах перегибов) На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда и наносят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Над разрезом делают надпись по типу А-А (только двумя буквами).

Ход работы:

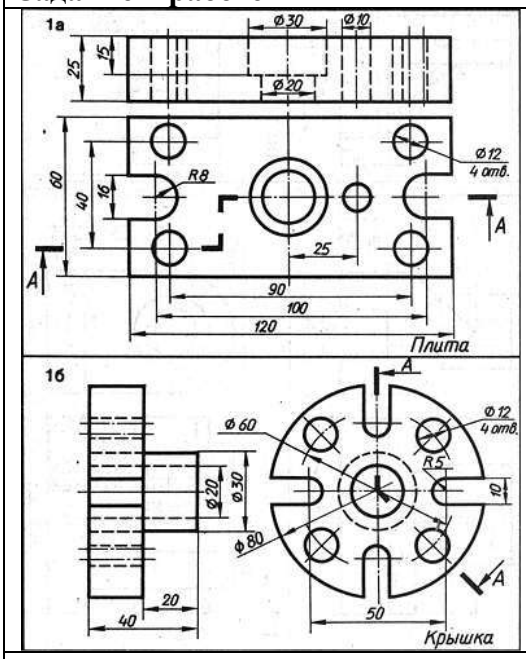
1. Работа выполняется на формате А3.Условия задания предусматривают перечерчивание одного вида и замена другого вида ступенчатым и соответственно ломаным разрезом. Нанесение размеров на чертеже обязательно.
2. Ответить на вопросы.



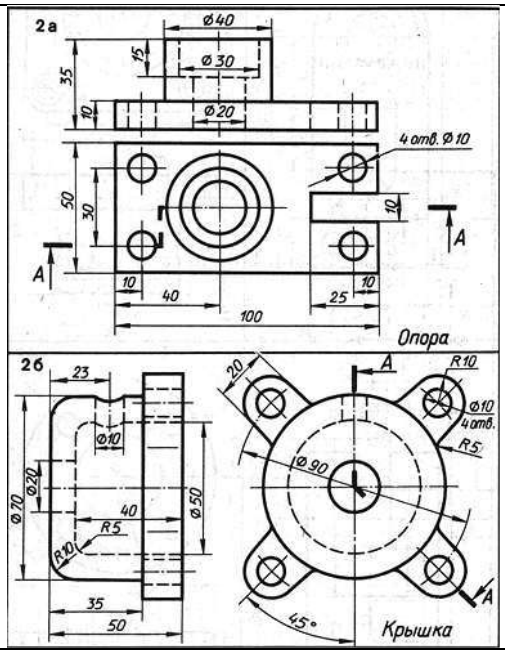


Пример решение задания

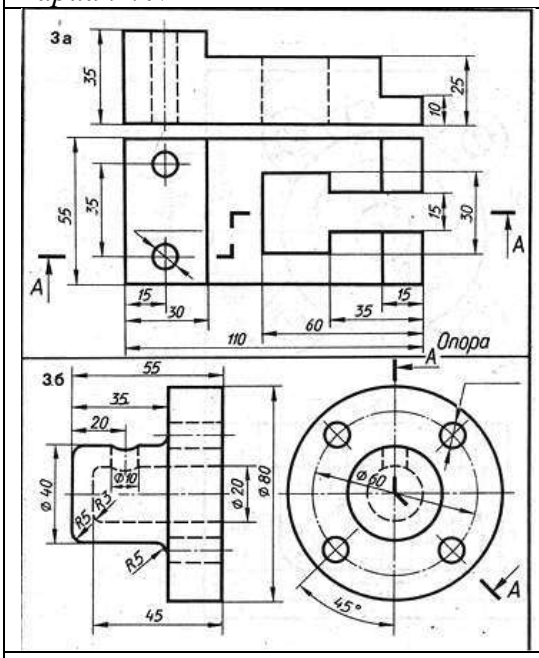
Задание к работе



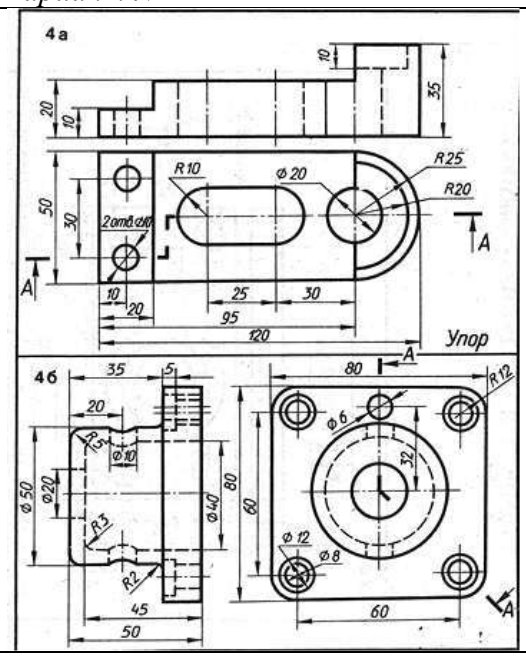
Вариант № 1



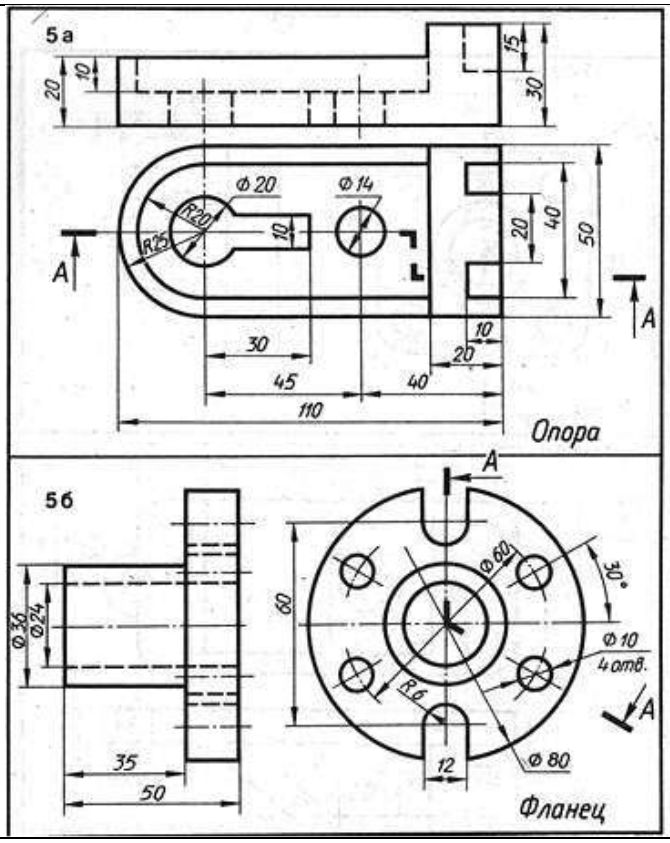
Вариант №2



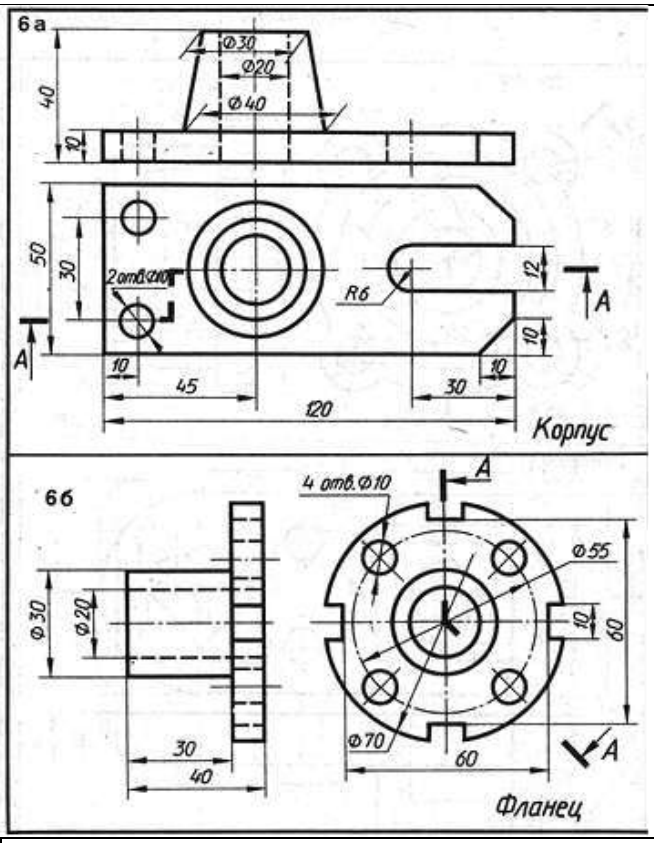
Вариант № 3



Вариант №4



Вариант №5



Вариант №6

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается сложный разрез от простого?
2. Как применяются сложные разрезы?
3. Как подразделяются сложные разрезы в зависимости от положения секущих плоскостей?
4. Как обозначают сложные разрезы?
5. Всегда ли сложные разрезы надо обозначать?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №25.

Тема 14. Чертежи деталей.

Выполнение рабочего чертежа детали.

Цель работы: Закрепление умения читать эскизы и совершенствование умения выполнять чертежи; проставление размеров и шероховатостей.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

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

Рабочий чертеж детали сопровождается основной надписью. Рабочий чертеж должен содержать:

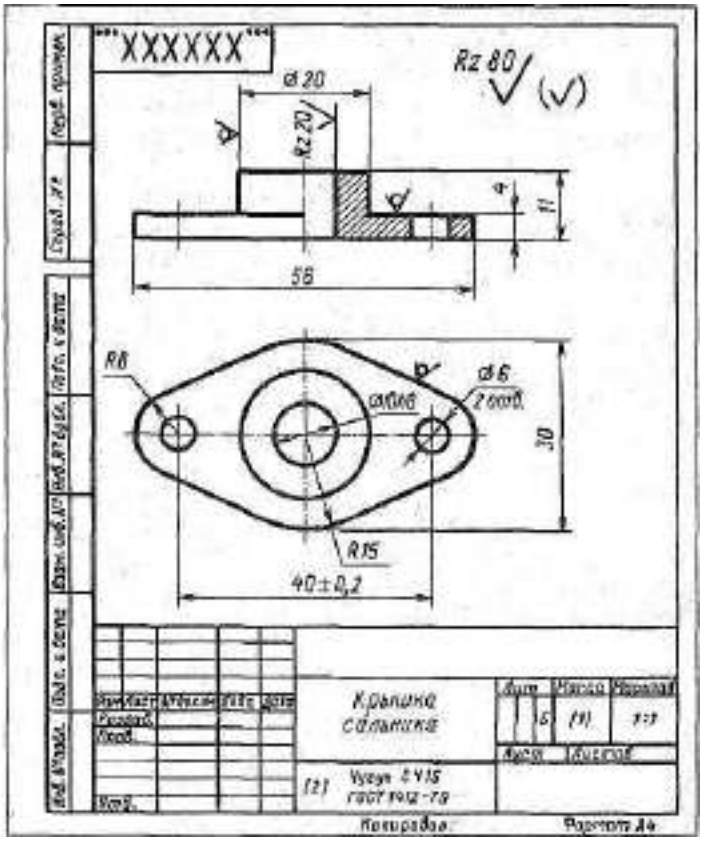
- минимальное, но достаточное число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали; необходимые размеры с их предельными отклонениями; шероховатость поверхностей;
- обозначение предельных отклонений формы и расположения поверхностей;
- сведения о материале, термической обработке, покрытии, отделке;

Технические требования.

На чертеже применяются условные обозначения, установленные ГОСТом (знаки, линии, буквенные и буквенно-цифровые обозначения без разъяснений и без указания номера стандарта). Исключения составляют обозначения, в которых предусмотрено указывать номер стандарта.

Не предусмотренные условные обозначения, установленные ГОСТом, допускается применять с разъяснениями на поле чертежа.

Пример выполнения задания



Ход работы:

Чертеж оформляется на листе формата А3 с основной надписью и рамкой. В графе 1 (см. пример оформления графической работы) основной надписи указывают расчетную или фактическую массу изображенного на чертеже изделия в килограммах. Допускается выражать массу изделия и в других единицах измерения, оговаривая, например, 15 т или 0,25 т.

В графе 2 указывают установленное стандартом обозначение материала: его полное или сокращенное наименование, марку (если она установлена) и номер стандарта или технических условий, например:

Сталь 45 ГОСТ1050-74, Ст 3 ГОСТ380-71 и т.п.

Если деталь изготовляют из сортового материала определенного профиля и размера, то в обозначении должен быть указан не только материал, но и сортамент с его характерными размерами и номером стандарта на него, например".

Полоса 5х50 ГОСТ 103-76 Ст 3 ГОСТ 535-79

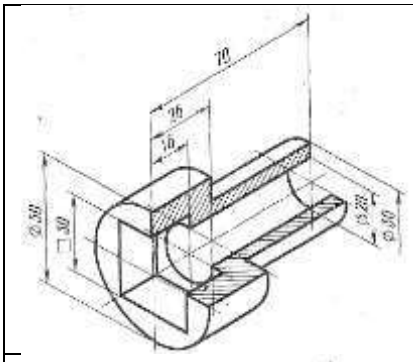
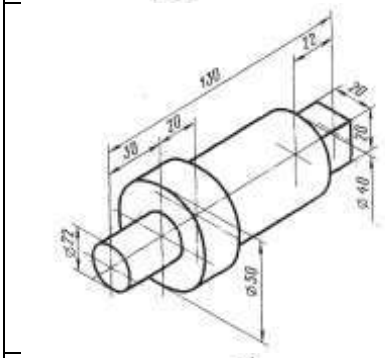
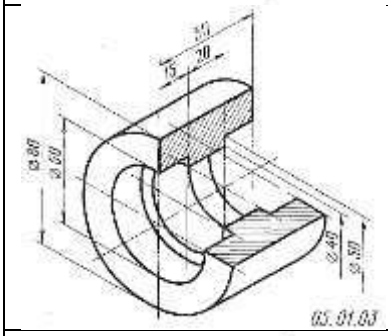
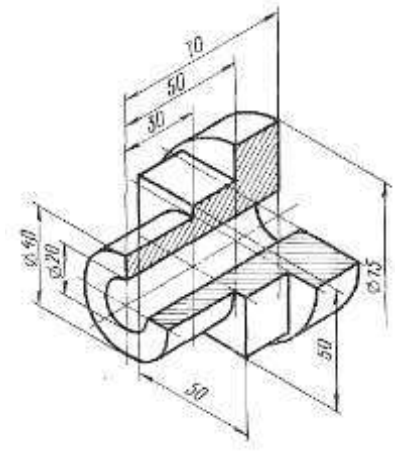
В основной надписи чертежа детали указывают только один вид материала. Если предусматриваются заменители материала, то их указывают в технических требованиях чертежа.

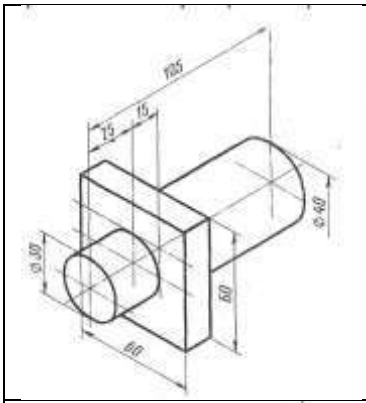
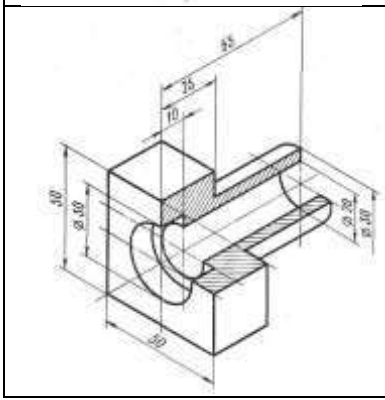
По аксонометрической проекции детали выполнить ее чертеж в наименьшем, но достаточном для выявления формы количестве изображений (виды, разрезы, сечения) в масштабе 1:1. Нанести размеры и обозначения: шероховатостей поверхностей.

После того, как будет решено, какое минимальное число изображений по методу

прямоугольного проецирования (виды, разрезы, сечения), нужно вычертить для расшифровки формы детали, желательно ввести конструктивные элементы, как-то: фаски (скошенные кромки на стержне и отверстии) и проточки (на стержне — кольцевой желобок, в отверстии — кольцевая выточка). И фаски, и проточки имеют размеры, рекомендованные в таблицах государственных стандартов. После вычерчивания изображений по методу прямоугольного проецирования нанести размеры и особенно тщательно обозначения шероховатости поверхностей. В заключение вычерчивается и заполняется основная надпись.

Варианты заданий к работе.

	Вариант №1 Наименование детали— Втулка. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050—74. Параметры шероховатости поверхностей: цилиндрической 0 20 мм—-Ra 1,25 мкм; цилиндрической 0 30 мм — Ra 0,63 мкм; остальных Rz 40 мкм..
	Вариант №2 Наименование детали-Ось. Материал — сталь 20Х ГОСТ 4543—71. Параметры шероховатости поверхностей: цилиндрической ⌀ 22 мм —-Ra 1,25 мкм; цилиндрической ⌀ 40 мм — Ra 0,63 мкм; остальных —-Rz 40 мкм.
	Вариант №3 Наименование детали — Обойма. Материал —СЧ 12 ГОСТ 1412—79. Параметры шероховатости поверхностей; цилиндрической ⌀ 50 мм — Ra 0,63 мкм; цилиндрической ⌀ 80 мм — Ra 2,5 мкм; остальных — Rz 20 мкм.
	Вариант №4 Наименование детали-Втулка. Материал —Ст6 ГОСТ 380—71. Параметры шероховатости поверхностей: цилиндрической ⌀ 20 мм — Ra 2,5 мкм; цилиндрических ⌀ 40 и 75 мм — Ra 1,25 мкм; торцовых — Rz 20 мкм; остальных — Rz 40 мкм.

	Вариант №5 Наименование детали —Ось. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050—74. Параметры шероховатости поверхностей: цилиндрических ⌀ 30 и 40 мм — Ra 25 мкм; остальных —Ra 2,5 мкм.
	Вариант №6 Наименование -Втулка. Материал-сталь 50 ГОСТ 1050—74. Параметры шероховатости поверхностей: цилиндрической ⌀ 20 мм—-Ra 0,2 мкм; цилиндрической ⌀ 30 мм внутренняя) — Ra 2,5 мкм; цилиндрической ⌀ 30 мм наружная) — Rz 20 мкм; остальных — Rz 40 мкм

Контрольные вопросы:

1. Какие условности позволили вычертить деталь в минимальном числе изображений по методу прямоугольного проецирования?
2. Чему равны габаритные размеры детали?
3. В каком случае шероховатость поверхности обозначается знаком ?
4. Какой государственный стандарт устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах?
5. Как наносится размер фаски, если ее угол равен 45° и если угол не равен 45°?
6. Как понимать обозначение шероховатости поверхности *Rz* 80, помещенное в правом верхнем углу чертежа?
7. Какой государственный стандарт устанавливает правила нанесения размеров на чертежах?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №26.

Тема 15. Резьба и резьбовые соединения.

Выполнение расчета и чертежа резьбовых соединений.

Цель работы: Рассчитать и выполнить чертеж болтового, шпилечного и винтовых соединений.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Соединение деталей в изделии может быть разъемным и неразъемным. Разъемное соединение позволяет многократно выполнять разборку и последующую сборку при этом целостность деталей, входящих в соединение не нарушается.

К разъемным соединениям относятся: резьбовые, шпоночные, зубчатые, на шлицах, штифтовые, клиновые. Среди разъемных соединении наибольшее распространение получили резьбовые соединения, к ним относятся: болтовые (Рис.15.1), шпилечные, винтовые.

Детали этих соединений - винты, болты, шпильки, гайки и шайбы имеют

установленную стандартом форму размеры и условные обозначения. Пользуясь этими обозначениями, можно отыскать размеры крепёжных деталей в соответствующих таблицах стандартов. С изображением крепёжных деталей приходится сталкиваться на сборочных чертежах. Болт, шпильки и винты на чертежах показывают не рассеченными. Гайки и шайбы также показывают не рассеченными. На этих чертежах болты, шпильки, винты вычерчивают по относительным размерам и упрощенно. Это значит, что величину отдельных элементов определяют в зависимости от наружного диаметра резьбы (d). Длина болта зависит от толщины соединяемых деталей. Болтовое соединение выполняется упрощенно, это заключается в следующим: фаски на головках болтов гаек, и стержне не изображают.

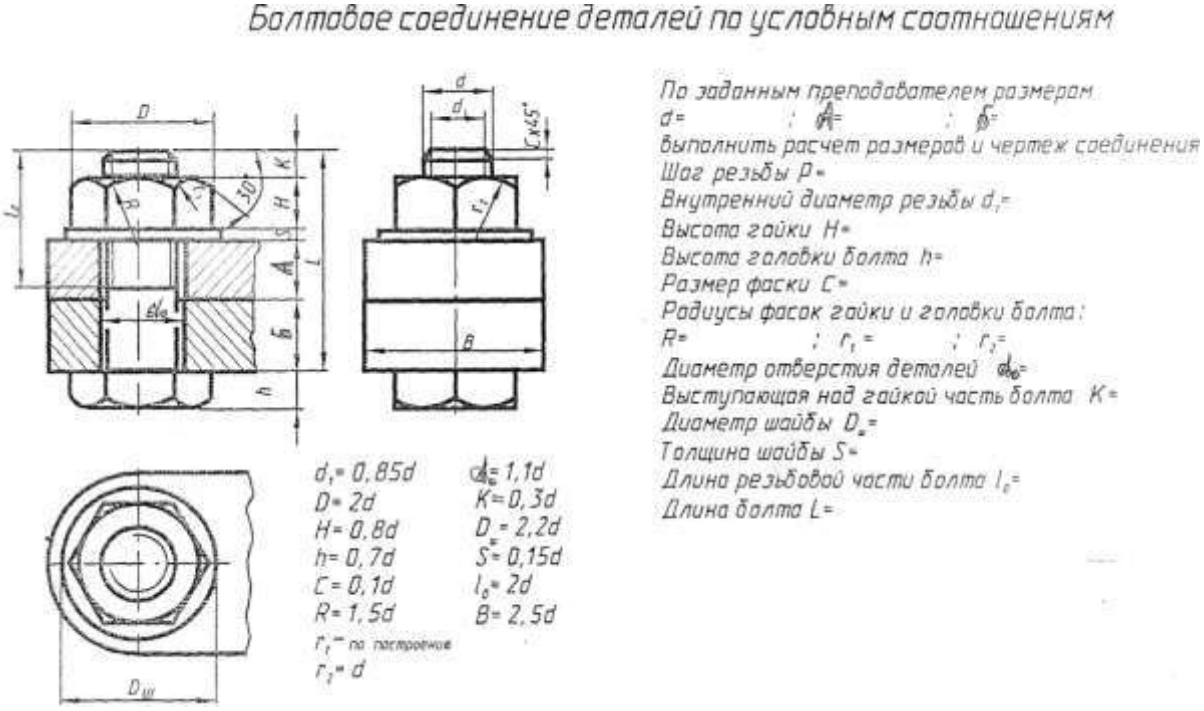


Рис.15.1

Зазор между стержнем болта и отверстия в соединенных деталей не показывают. Резьбу условно изображают по всей длине стержня. На видах перпендикулярных осей резьбы, резьба изображаемся одной окружностью соответствующей диаметру резьбы. Размеры крепежных деталей на сборочных чертежах не наносит. Необходимые данные записывают в спецификацию. В спецификации для болтов указывают диаметр и тип резьбы, длину стержня и номер стандарта например: болт Ml2x1,25x60 ГОСТ 7748 76 означает болт с метрической резьбой 12мм, шаг 1,25 (мелкий), длина болта 60мм. Для гайки М16 означает гайка с метрической резьбой, диаметр 16мм.

Шпилечное соединение (Рис.16.1) состоит из шпильки, гайки и шайбы. Шпилька представляет собой стержень, имеющий резьбу на обоих концах. Одним концом шпилька на всю длину резьбы вкручивается в глухое отверстие, на другой конец навинчивается гайка. Гайку, шайбу, шпильку изображают без фасок. Линию, определяющую границу резьбы на нижнем конце шпильки, всегда проводят на уровне поверхности детали, в которую она ввернута. Резьбу условно изображают по всей длине шпильки. Относительные размеры подсчитывают по тем же формулам, что у болтового соединения. Длина ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала изделия:l_1=d - для остальных бронзовых и латунных изделий, l_1=1.25d- для чугунных

l_1=2d - для деталей из легких сплавов

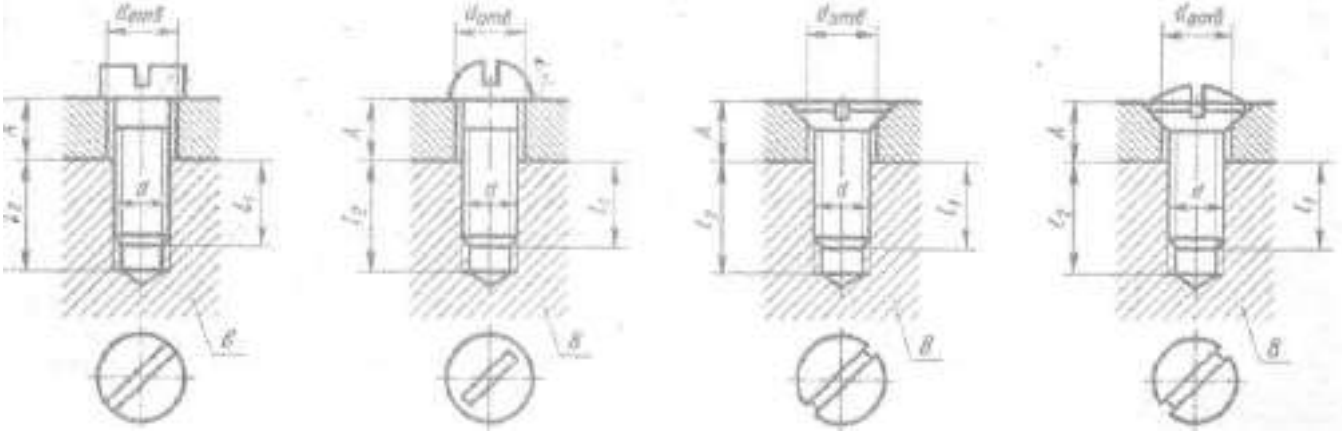
Обозначение шпилька М 10х60 обозначает, что шпилька имеет метрическую резьбу диаметром 10мм, длина 60мм (до ввинчиваемого конца).

Рис.16.1

Винтовые соединения. (Задание выдается как самостоятельная работа)

Основной деталью винтового соединения является винт. Винтом называют цилиндрическим стержень на одном конце которого нарезана резьба, на другом имеется головка.

Винты бывают двух видов: крепежные, установочные. Некоторые виды установочных винтов не имеют головки (ГОСТ 1476-75). Их цилиндрическая часть обычно заканчивается резьбой. Такие винты применяют для разъемного соединения деталей без гаек. Винты установочные служат для регулировки зазоров и фиксации деталей при сборке.



Формы и размеры винтов стандартизированы в зависимости от формы головки. Винты различают на:

винты с шестигранной головкой ГОСТ1481-75
винты с квадратной головкой ГОСТ1482-75
винты с цилиндрической головкой ГОСТ 1491-72
винты с полукруглой головкой ГОСТ 17473-72
винты с полупотайной головкой ГОСТ 17474-72
винты с потайной головкой ГОСТ 17478-72

Ход работы:

1. Рассчитать и вычертить чертежа резьбовых соединений. По условным

соотношениям и по справочным данным таблицы. Каждая работа состоит из трёх самостоятельных заданий на расчет и вычерчивание резьбовых соединений.

2. Ответить на вопросы.

Задание	А				Б						В					
	Соединение болтом				Соединение шпилькой						Соединение винтом с цилиндрической головкой					
	d	$d_{отв}$, мм	A, мм	$Б$, мм	d	$d_{отв}$, мм	A, мм	B (материал детали)	l_1, мм	l_2, мм	d	$d_{отв}$, мм	A, мм	B (материал детали)	l_1, мм	l_2, мм
05.03.01	М24	26	24	36	М10	11	20	Алюминий	34	28	М12	12,5	14	Алюминий	33	38
05.03.02	М10	11	30	37	М18	20	26	Сталь	23	18	М14	14,5	16	Чугун	20	24
05.03.03	М18	20	28	40	М12	13	18	Чугун	21,5	18	М4	4,5	5	Бронза	6	8
05.03.04	М20	22	26	34	М22	24	25	Алюминий	67	58	М6	6,5	7	Сталь	6	8
05.03.05	М24	26	22	44	М14	15	20	Сталь	18	14	М8	8,5	9	Алюминий	22	26
05.03.06	М10	11	22	40	М30	32	30	Бронза	37	30	М10	10,5	12	Чугун	15	18
05.03.07	М16	17	20	40	М20	22	28	Алюминий	60	52	М12	12,5	14	Бронза	12	15,5
05.03.08	М20	22	18	45	М24	26	25	Сталь	30	24	М14	14,5	16	Сталь	14	18
05.03.09	М27	29	16	42	М16	17	15	Бронза	20	16	М4	4,5	5	Алюминий	19	22
05.03.10	М30	32	15	43	М27	29	18	Чугун	44	38	М5	5,5	6	Чугун	10	12

Задание	Г						Д						Е					
	Соединение винтом с полукруглой головкой						Соединение винтом с потайной головкой						Соединение винтом с полупотайной головкой					
	d	$d_{отв}$, мм	A, мм	B (материал детали)	l_1, мм	l_2, мм	d	$d_{отв}$, мм	A, мм	B (материал детали)	l_1, мм	l_2, мм	d	$d_{отв}$, мм	A, мм	B (материал детали)	l_1, мм	l_2, мм
05.03.01	М4	4,5	5	Сталь	6	8	М14	14,5	16	Чугун	20	24	М6	6,5	7	Алюминий	19	22
05.03.02	М10	10,5	12	Алюминий	28	34	М4	4,5	5	Бронза	6	8	М8	8,5	9	Чугун	12	14,5
05.03.03	М8	8,5	9	Чугун	12	14,5	М6	6,5	7	Сталь	6	8	М10	10,5	12	Бронза	10	13
05.03.04	М6	6,5	7	Бронза	6	8	М10	10,5	12	Алюминий	28	34	М4	4,5	5	Сталь	6	8
05.03.05	М5	5,5	6	Сталь	6	8	М6	6,5	7	Чугун	10	12	М5	5,5	6	Алюминий	19	22
05.03.06	М4	4,5	5	Алюминий	19	22	М10	10,5	12	Бронза	10	13	М8	8,5	9	Чугун	12	14,5
05.03.07	М12	12,5	14	Чугун	18	21,5	М14	14,5	16	Сталь	14	18	М10	10,5	12	Бронза	10	13
05.03.08	М8	8,5	9	Бронза	8	10,5	М4	4,5	5	Алюминий	19	22	М4	4,5	5	Сталь	6	8
05.03.09	М6	6,5	7	Сталь	6	8	М5	5,5	6	Чугун	10	12	М5	5,5	6	Алюминий	19	22
05.03.10	М5	5,5	6	Алюминий	19	22	М8	8,5	9	Бронза	8	10,5	М6	6,5	7	Чугун	10	12

Контрольные вопросы:

1. Что обозначает буква «М» в обозначении резьбы?
2. Какие резьбы вы изобразили на чертеже: ходовые или крепежные?
3. В чем заключается условность изображения деталей с резьбой?
4. Какую деталь называют болтом?
5. В чем заключается условность, которую применяют при изображении шестигранных головок болтов?
6. Какие данные необходимы для вычерчивания болтов, гаек и шайб по стандартным размерам?
7. Какую деталь называют шпилькой?
8. Какую деталь называют винтом?
9. Какие данные необходимы для вычерчивания гаек, шпилек, винтов по стандартным размерам?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №27.

Тема 16. Чертежи зубчатых колес.

Выполнение чертежа цилиндрического зубчатого колеса.

Цель работы: Освоение правил и методов изображения цилиндрического зубчатого

колеса. Совершенствование умений пользоваться справочной и методической литературой.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

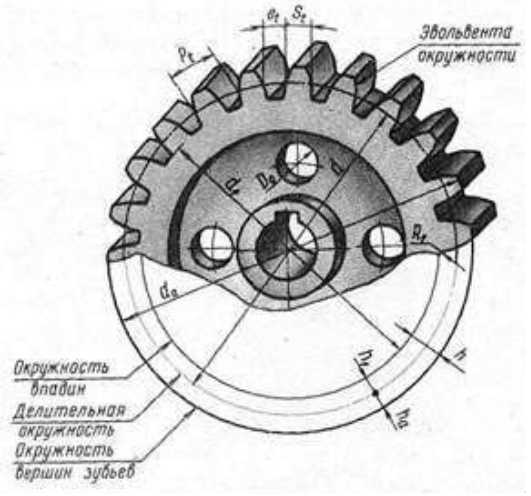


Рис.17.1

Элементы зубчатого колеса (рис. 400)	Величина элемента
Ширина зубчатого венца	$b = (6 \div 8)\,m$
Толщина обода зубчатого венца	$\delta_1 = (2{,}5 \div 3)\,m$
Наружный диаметр ступицы	$D_{ст} = (1{,}6 \div 1{,}8)\,D_в$
Толщина диска	$\delta_2 = (3 \div 3{,}6)\,m$
Диаметр, определяющий расположение отверстий в диске	$D_1 = 0{,}5\,(D_к + D_{ст})$
Диаметр отверстий в диске	$D_о = \frac{D_к - D_{ст}}{2{,}5 \div 3{,}0}$
Длина ступицы	$L_{ст} = 1{,}5D_в$
Фаска	$0{,}5m \times 45°$

Примечание. Меньшие значения коэффициентов относятся к колесам, выполненным из стали, большие – из чугуна.

Табл. 17.1

Параметры	Обозначение	Расчетная формула
Высота головки	h_a	$h_a = m$
Высота ножки	h_f	$h_f = 1{,}25\,m$
Высота зуба	h	$h = h_a + h_f = 2{,}25m$
Делительный диаметр	d	$d = mz$
Диаметр вершин зубьев	d_a	$d_a = d + 2h_a = m\,(z + 2)$
Диаметр впадин зубьев	d_f	$d_f = d - 2h_f = m\,(z - 2{,}5)$
Окружной шаг	$\hat{P}_t$	$\hat{P}_t = \pi m$
Окружная толщина зуба	$\hat{S}_t$	$\hat{S}_t = 0{,}5\hat{P}_t = 0{,}5\pi m$
Окружная ширина впадины	$\hat{e}_t$	$\hat{e}_t = 0{,}5\hat{P}_t = 0{,}5\pi m$
Радиус кривизны переходной цилиндрической поверхности	R_f	$R_f = 0{,}25m$

Табл.17.2

В результате расчета зубчатой передачи конструктор обычно определяет основные параметры колес: модуль т, число зубьев z и диаметр вала DB, по которым подсчитываются размеры зубьев зубчатых венцов (рис. 17.1.; табл. 17.1). Размеры остальных конструктивных элементов зубчатых колес могут быть определены на основании соотношений, установленных практикой расчета и конструирования зубчатых колес (табл. 17.2).

Правила выполнения условных изображений зубчатых колес, реек, червяков и звездочек устанавливаются ГОСТ 2.402—68 и СТ СЭВ 286—76

Например, требуется построить изображение стального цилиндрического зубчатого колеса с прямыми зубьями.

За исходные данные приняты: модуль m = 8 мм, число зубьев z-30, диаметр вала D_B = 36 мм.

Вначале подсчитывают:

делительный диаметр $d = mz = 8 \times 30 = 240$ мм,

диаметр вершин зубьев $d_a = m(z + 2) = 8(30 + 2) = 256$ мм,

диаметр впадин зубьев $d_f = m(z - 2{,}5) = 8(30 - 2{,}5) = 220$ мм.

Для построения вида слева проводятся три концентрические окружности: d_a = 256 мм, d = 240 мм и d_f = 220 мм.

При помощи линий связи, отмеченных стрелками (рис. 17.2, а), определяются границы зуба на фронтальном разрезе колеса.

На основании соотношений, приведенных в таблице определяются размеры, по которым выполняются элементы колеса на его изображениях:

ширина зубчатого венца $b = 6m = 6 \cdot 8 = 48$ мм.

толщина обода зубчатого венца $\delta = 2{,}5т = = 2{,}5\text{-}8 = 20$ мм,

толщина диска $\delta_2 = 3 \cdot 8 = 24$ мм,

наружный диаметр ступицы колеса $D_{cm} = 1{,}6D_B = = 1{,}6 \cdot 36 = 52$ мм.

Определяются диаметры:

$D_K = d_f - 28_1 = 220 - 2 \cdot 20 = 180$ мм, $D_1 = 0{,}5(D_K + D_{cm} = 0{,}5(180 + 52) = 116$ мм

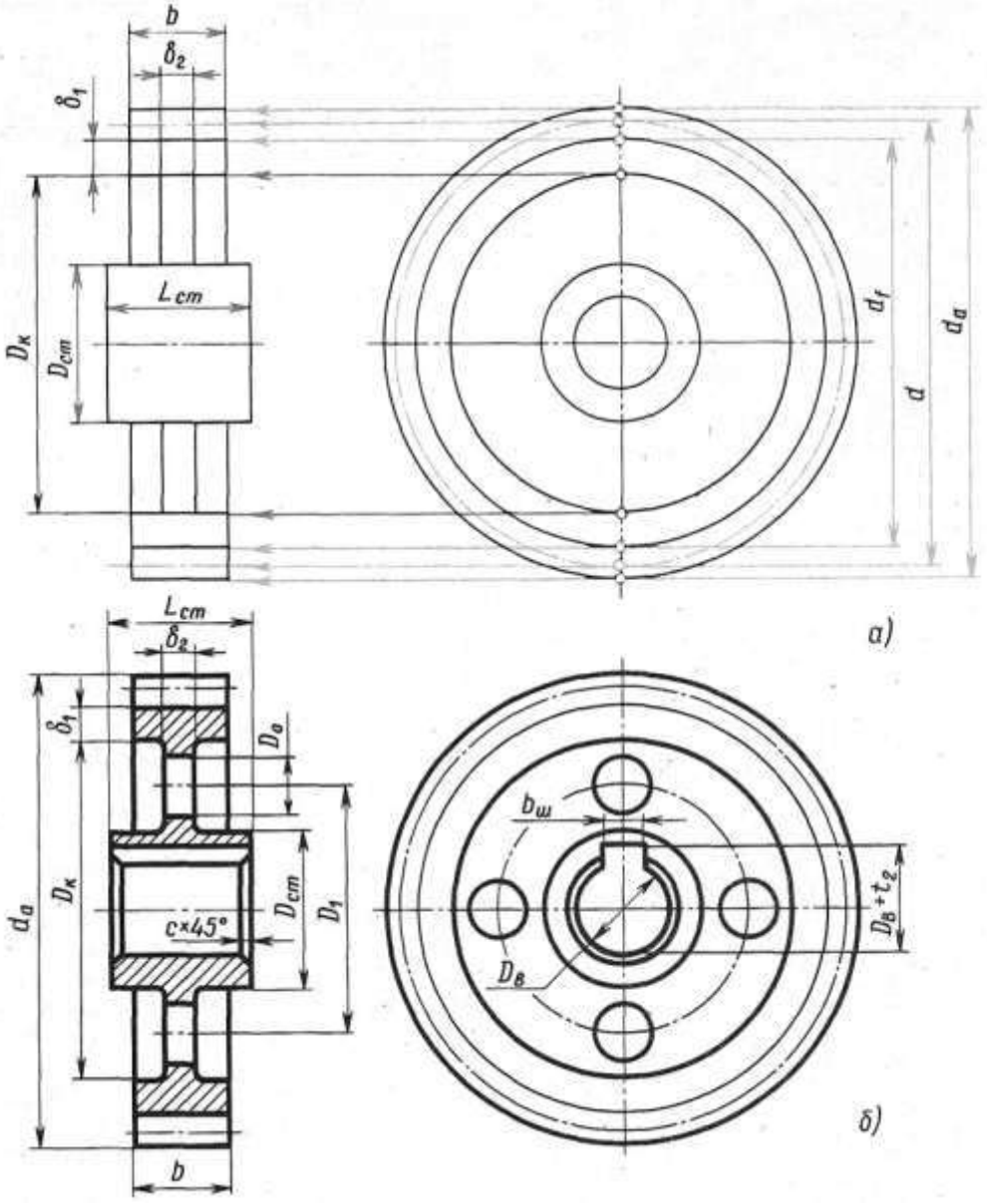


Рис.17.2

Длина ступицы определяется $L_{C1} = 1{,}5D_B = 1{,}5\text{-}36 = 54$ мм.

Размеры шпоночного паза определяются по СТ СЭВ 189-75

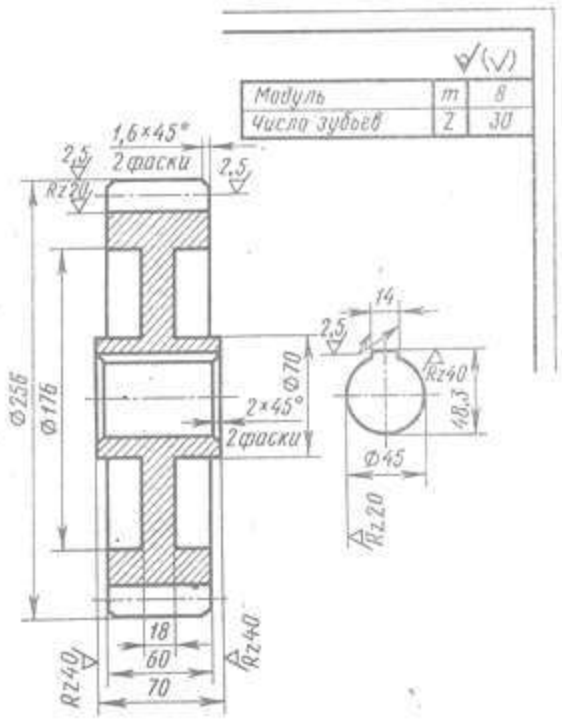
$b_ш = 10$ мм, $t_2 = 3{,}3$ мм, $D_B + t_2 = 36 + 3{,}3 = = 39{,}3$ мм.

После удаления всех линий построения (связей) изображения зубчатого колеса обводят соответствующими линиями (Рис.17.2,6): окружность вершин зубьев сплошной основной линией, делительную окружность штрихпунктирной тонкой.

Образующие, соответствующие окружности впадин, на разрезе проводят сплошной основной линией. Окружность впадин на виде слева зубчатого колеса на чертежах проводят сплошной тонкой линией (Рис.17.2,6).

Ход работы:

I. По заданным в таблице практической работы№20 параметрам выполнить чертеж цилиндрического зубчатого колеса.



II. Ответить на вопросы.

1. Какие две величины обязательно указывают на чертежах зубчатых колес?
2. В каких единицах выражается модуль зубчатого колеса?
3. Если известен модуль зубчатого колеса, как определить глубину фрезерования?
4. Как называют три окружности, с помощью которых условно изображают зубчатый венец? Какими линиями их проводят на виде, перпендикулярном оси колеса?
5. Какой из трех расчетных размеров диаметров окружностей наносят на рабочих чертежах зубчатых колес?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №28.

Тема 17. Зубчатые передачи и механизмы.

Выполнение чертежа конической зубчатой передачи.

Цель работы: Освоение правил и методов изображения конической зубчатой передачи. Совершенствование умений пользоваться справочной и методической литературой.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Для передачи вращения от одного вала к другому, оси которых пересекаются, применяют коническую зубчатую передачу.

Если угол между пересекающимися осями валов (межосевой угол) равен 90°, то коническая передача называется ортогональной, если же межосевой угол отличен от 90°, передача называется неортогональной.

При изучении курса «Черчение» главным образом рассматриваются ортогональные конические передачи, в которых применяются конические зубчатые колеса с прямым зубом (прямозубые). Зубья конических колес расположены на конической поверхности. Зуб называется прямым, если он направлен вдоль образующей конической поверхности, на которой он расположен.

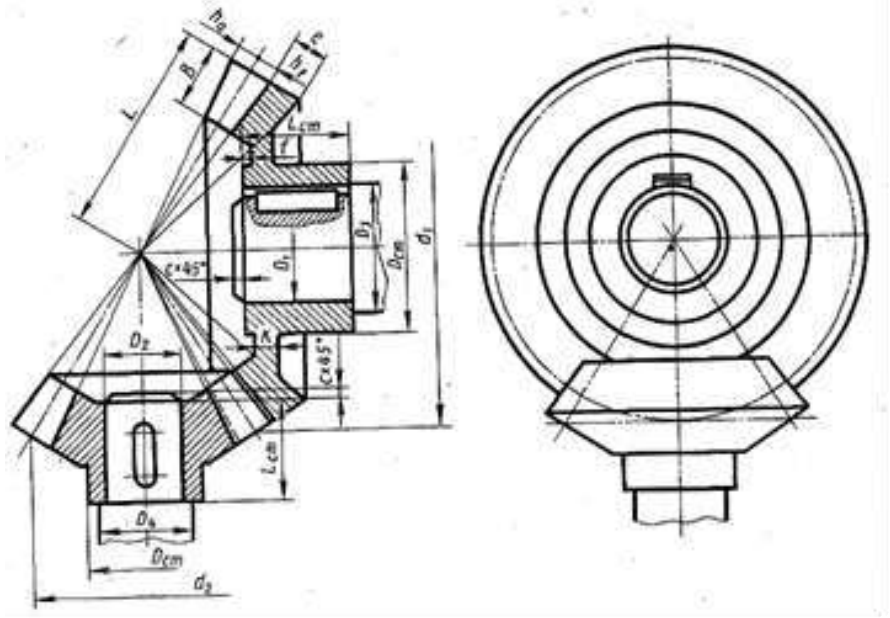
Каждый вариант состоит из задания на расчет и вычерчивание двух основных видов передачи, наиболее часто встречающихся на практике.

Вычерчиванию предшествуют расчеты элементов передач в последовательности, рекомендованной учебной или справочной литературой.

Задание рекомендуется выполнить в масштабе 1:1.

Задание

№ варианта	m	z_1	z_2	D_1	D_2
1	8	16	10	38	28
2	8	15	12	35	30
3	6	20	15	30	28
4	5	25	18	35	25
5	5	22	16	28	25
6	10	14	10	40	30
7	6	22	14	30	25
8	10	15	12	32	26
9	8	18	10	38	26
10	8	10	16	28	38



Пример выполнения задания

m - модуль — задан в таблице вариантов
D_1 и D_2 - диаметры шеек валов заданы в таблице вариантов
z_1 и z_2 - количество зубьев зубчатых колес задано в таблице вариантов;
d_1 и d_2 - диаметры делительных конусов зубчатых колес, $d_1 = mz_1$:
$d_2 = mz_2$.
L — длина образующей делительного конуса (получается построением)
h_a - высота головки зуба, $h_a = m$:
h_f - высота ножки зуба, h_f=1,2m (высота зуба равна 2,2m);
e - толщина обода зубчатого колеса, e = 0,5t, где
$t = m\pi$ - шаг зацепления;
L_{CT} длина ступицы зубчатых колес,
$L_{CT} = (0.9…1.3)D_1$ для первого колеса и
$L_{CT} = (0,9...1,3)D_2$ для

	второго; D_{CT} - наружные диаметры ступиц зубчатых колес; D_{CT}=1,5D_1 для первого колеса и 1,5D_2 для второго; f – выступ ступицы зубчатого колеса, f ≈ 0.1 L_{CT} k - толщина диска зубчатого колеса, k ≈ 0,35B; D_3 и D_4 – диаметры валов, D_3=1.2D; D_4=1,2D_2; c - размер фаски на валу 1,5...3 мм в зависимости от диаметра вала.

Ход работы:

1. Рассчитать и вычертить коническую зубчатую передачу.
2. Ответить на вопросы ко всем заданиям.

Контрольные вопросы:

1. Назовите государственный стандарт, предписывающий изображение и вычерчивание с условностями передач вращения конических зубчатых передач на сборочных чертежах.
2. Какими линиями обводятся образующие начальных, вершин и впадин конусов конических зубчатых передач на сборочных чертежах на осевых разрезах и на боковых видах?
3. Какая окружность не показывается на боковом виде конической зубчатой пердачи на сборочном чертеже?
4. Опишите, как выглядит зона зацепления пары конических колес на осевом разрезе на сборочном чертеже?
5. Какие первоначальные данные определяют размеры конической зубчатой передачи на сборочных чертежах?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №29.

Тема 18. Пружины. Групповые конструкторские документы.

Выполнение чертежа пружин.

Цель работы: Освоить правила и методы изображения чертежей пружин.

Совершенствование умений пользоваться справочной и методической литературой.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Типовые пружины показаны на рис. 25.1.

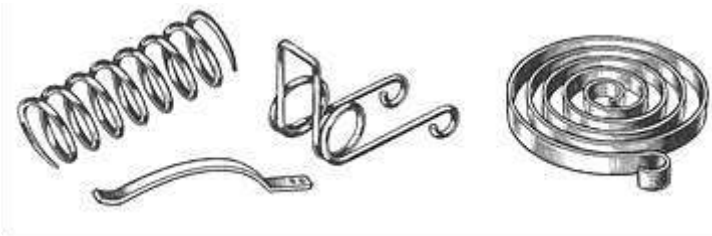


Рис. 25.1.

На чертежах пружин применяют условные изображения, например, при изображении винтовых (цилиндрических и конических) пружин на плоскость, параллельную оси пружины, проекции винтовых линий заменяют прямыми.

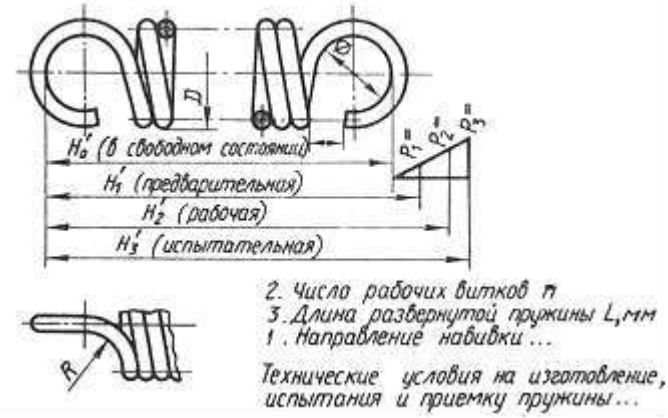


Рис. 25.2

Чертежи цилиндрических пружин, работающих на сжатие или растяжение - Рис. 25.2

На изображениях пружины указывают наружный диаметр пружины, длин и шаг в свободном состоянии, а также размеры для законцовок пружин.

Чертежи пружин содержат технические указания в виде записей, содержание которых приведено на этих чертежах.

На рабочем чертеже пружины, работающей на сжатие, указывают требования к обработке крайних витков.

Крайние витки специально подгибают или подгибают и сошлифовывают (или только сошлифовывают), чтобы получить плоские опорные поверхности.

При этом между полным числом витков и рабочим существует следующая зависимость:
крайние витки не обработаны
крайние витки подогнуты или подогнуты и сошлифованы для получения плоских опорных поверхностей пл = п + 1,5. Число рабочих витков, имеющих полное сечение, определяется расчетом и округляется до 0,5 витка.

На Рис. 25.3 показаны варианты построения поджатых опорных витков пружин. Изображен один (правый) конец пружины, изображение другого получается простым поворотом в плоскости чертежа данного изображения на 180°.

Приведены следующие параметры (только для наглядного сравнения): S — толщина конца опорного витка; А - зазор между концом опорного витка и соседним рабочим витком; ср — опорная поверхность (соответствует углу зашлифовки, см. а и б); Н3 — длина пружины при максимальной нагрузке (до плотного соприкосновения витков).

Вариант б от варианта а отличается наименьшим весом пружины. Наличие зазора А, не оказывает влияния на работу пружины (см. схему на рис. 25.3 е). На рабочем чертеже пружины помещают диаграмму механической характеристики пружины, по которой производится контроль пружины.

На этой диаграмме для пружины сжатия и растяжения показывают зависимость между нагрузкой Р и осевой деформацией Я.

На диаграмме механической характеристики пружины указывают следующие характерные точки: величину предварительной нагрузки Рл; величину наибольшей рабочей нагрузки Р2; величину наибольшей испытательной нагрузки Р3. Диаграмма механической характеристики обязательна только для тарированных пружин специального назначения, применяемых в измерительных и других приборах.

Рис. 25.3

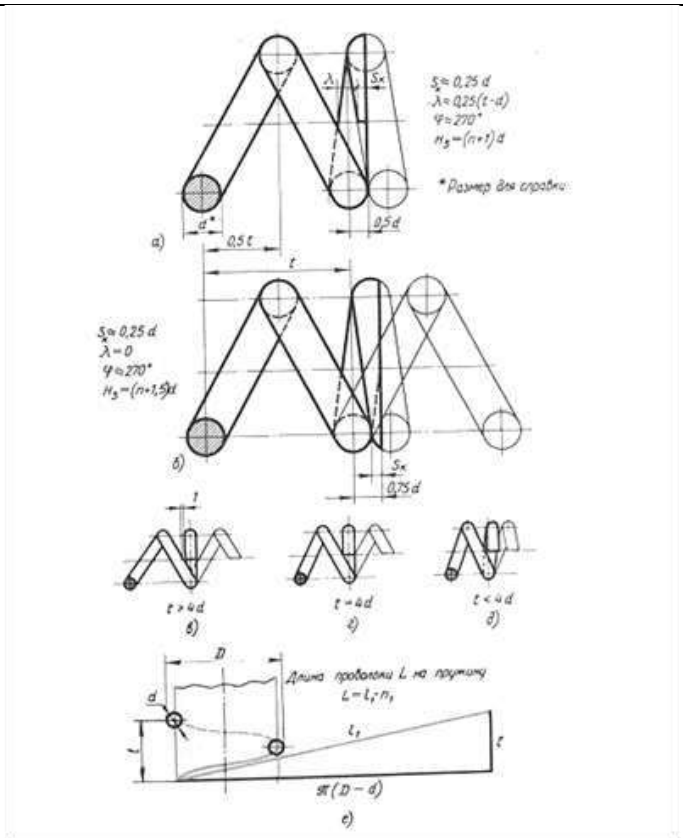


Рис. 25.3

Рассмотрим некоторые особенности чертежей пружин других видов, которые необходимо знать при чтении их чертежей. Чертежи пружин, работающих на скручивание. На рис. 25.4 показана цилиндрическая винтовая пружина кручения. На диаграмме ее механической характеристики показана зависимость между закручивающим моментом М и относительным углом поворота φ торцов пружины.

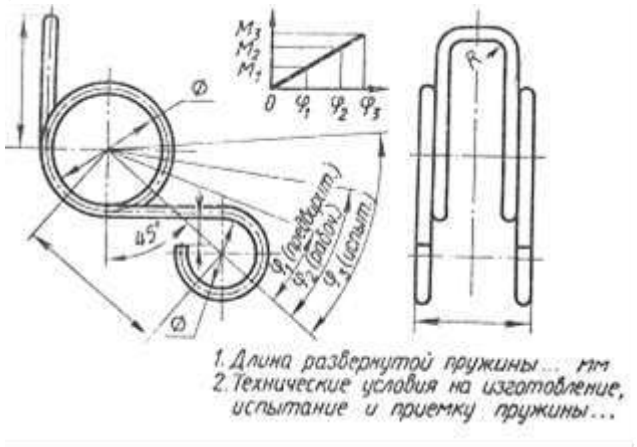


Рис. 25.4

На рис. 25.5показан чертеж плоской спиральной пружины. На диаграмме ее механической характеристики изображают зависимость между моментом на валике (оправке) М и углом закручивания φ. Характеристика пружин теоретически — прямая линия (действительная характеристика прямолинейна только в средней части). На диаграммах механической характеристики пружин, работающих на кручение, указывают следующие точки: величину предварительного момента величину рабочего момента М2ф2;

для спиральной пружины — испытательный угол закручивания. На поле чертежа плоской листовой пружины в случае необходимости помещают в виде отдельных схем графические пояснения методов испытания данной пружины, как это показано на рис. 162. Эти пояснения могут быть заменены ссылкой на соответствующую инструкцию или отраслевой стандарт, если пружины являются часто применяемыми деталями или входят в номенклатуру выпускаемой заводом продукции.

Детали пружинного типа. Известно, что любую деталь на рабочем чертеже изображают в том состоянии (форма, размеры), которое она и имеет перед сборкой. В изделиях встречаются упруго деформирующиеся детали, для которых приходится выяснить характер и величины деформаций в рабочем положении ее деформируемых элементов, сопрягаемых с другими деталями.

Без этого нельзя правильно составить чертеж, определить форму и размеры детали, точно задать развертки или заготовки и т. д. Без этого нельзя также обеспечить важные

требования к детали, например в отношении наилучшего контакта (сопряжения) поверхностей, плавности хода, рационального способа изготовления детали, экономного использования материала.

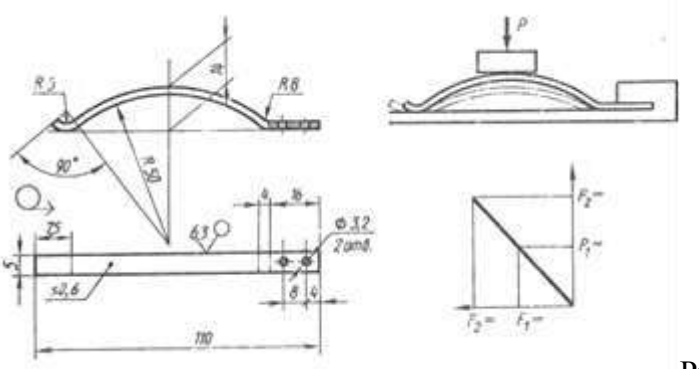


Рис.25.5

Процесс построения чертежей упругодеформирующихся деталей можно разделить на три этапа.

I. Выяснение по сборочному чертежу характера деформаций детали в рабочем положении.

II. Построение чертежа детали в рабочем положении.

III. Построение рабочего чертежа детали.

В настоящее время ГОСТ 2.109-73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182-78) предусматривает правила выполнения чертежей деталей пружинного типа, у которых отдельные элементы должны быть измерены после изменения первоначальной формы (соответствующей свободному состоянию детали, т. е. при ее поступлении на сборку). Такие детали изображают основными линиями в свободном состоянии и штрих- пунктирными тонкими линиями — после изменения первоначальной формы детали. Размеры элементов, измеряемых после изменения первоначальной формы детали, наносят на изображении, выполненном штрихпунктирными тонкими линиями.

Упругодеформирующиеся детали, которые в свободном состоянии приобретают произвольную (не устанавливаемую чертежом) форму, изображают только с размерами, указанными для измерения. При этом в технических требованиях записывают: «Размеры указаны для измерения».

Ход работы:

Выполнить чертеж пружины.

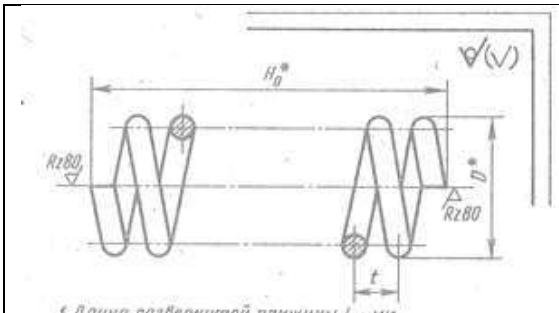
II. Ответить на вопросы ко всем заданиям.

Перед вычерчиванием чертежа пружины ее параметры находят по упрощенным расчетам на основании исходных данных, приведенных в каждом варианте. После подсчета параметров пружины приступить к ее вычерчиванию, используя основные правила и ГОСТ 2.109-73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182-78). Изображение винтовой пружины на чертеже расположить горизонтально. Пружина изображается только с правой навивкой. Действительное направление навивки указать в технических требованиях. Пружину вычертить в нерабочем (свободном) состоянии. Рабочие витки цилиндрической пружины изобразить параллельными прямыми линиями взамен синусоид. Если пружина имеет более четырех витков, то на чертеже показать 1—2 витка с каждого конца (не считая опорных витков у пружин сжатия и зацепов у пружин растяжения). Остальные витки не изображать, взамен их провести осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины.

Диаметр проволоки, из которой изготовлена пружина, и номер ГОСТа на материал указать в графе «Материал» основной надписи.

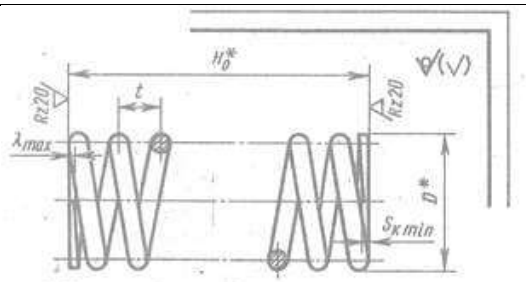
На учебном чертеже пружины сжатия (растяжения) в технических требованиях указать следующие данные: число рабочих витков n; число витков полное n_1; направление навивки; размеры для справок.

Примеры выполнения задания



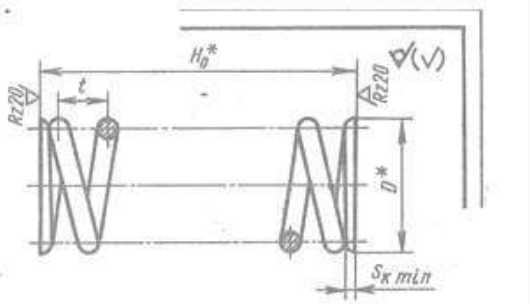
1. Длина развернутой пружины L... мм.
2. Число рабочих витков n.
3. Направление навивки.
4. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-70.
5. * Размеры для справок.

Пример изображения пружины на рабочем чертеже — пружина сжатия из проволоки круглого сечения с неподжатыми и нешлифованными крайними витками



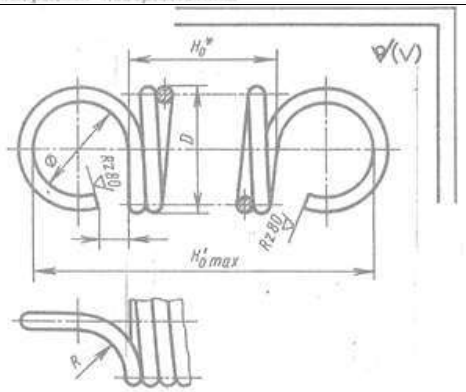
1. Длина развернутой пружины L... мм.
2. Число рабочих витков n.
3. Число витков полное n_1.
4. Направление навивки.
5. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-70
6. * Размеры для справок.

Пример изображения пружины на рабочем чертеже — пружина сжатия с поджатыми по ¾ витка с каждого конца и шлифованными на ¾ окружности опорными поверхностями



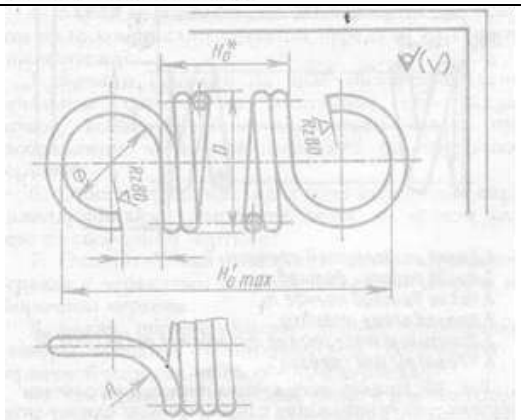
1. Длина развернутой пружины L... мм.
2. Число рабочих витков n.
3. Число витков полное n_1.
4. Направление навивки.
5. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-70
6. * Размеры для справок

Пример изображения пружины на рабочем чертеже — пружина сжатия с поджатыми по одному витку с каждого конца и шлифованными на ¾ окружности опорными поверхностями



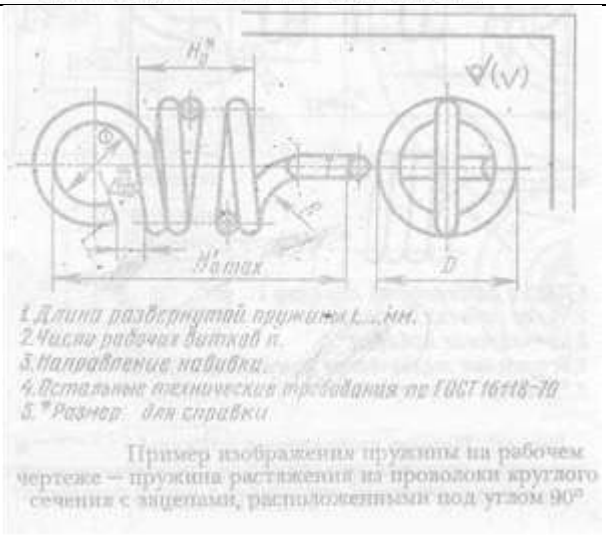
1. Длина развернутой пружины L... мм.
2. Число рабочих витков n.
3. Направление навивки.
4. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-70.
5. * Размер для справки

Пример изображения пружины на рабочем чертеже — пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с одной плоскости



1. Длина развернутой пружины L... мм.
2. Число рабочих витков n.
3. Направление навивки.
4. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-70.
5. * Размер для справки

Пример изображения пружины на рабочем чертеже — пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с противоположных сторон и расположенными в одной плоскости



1. Длина развернутой пружины L... мм.
2. Число рабочих витков n.
3. Направление навивки.
4. Остальные технические требования по ГОСТ 16118-70
5. * Размер для справки

Пример изображения пружины на рабочем чертеже — пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, расположенными под углом 90°

Ход работы

Вариант 1.

I. Выполнить чертеж пружины сжатия из проволоки круглого сечения с неподжатыми и нешлифованными крайними витками по нижеприведенным данным, под изображением пружины записать технические требования, заполнить основную надпись.

II. Ответить на вопросы к заданиям.
Исходные данные: диаметр проволоки d = 4 мм; наружный диаметр D = 36 мм; шаг пружины в нерабочем (свободном) состоянии t=10 мм; число рабочих витков n=12; материал проволоки — сталь 65Г ГОСТ 1050—74; направление навивки правое.

Вариант 2.

I. Выполнить чертеж пружины сжатия с поджатыми на 3/4 витка с каждого конца и шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями по приведенным ниже данным, под изображением пружины записать технические требования, заполнить основную надпись.

II. Ответить на вопросы к заданиям.

Исходные данные: диаметр проволоки (d = 3 мм; диаметр внутренний D = 29 мм; шаг пружины в нерабочем (свободном) состоянии t= 12 мм; число рабочих витков п = 14,5; материал проволоки — сталь 60С2А ГОСТ 1050—74; направление навивки левое.

Вариант 3.

I. Выполнить чертеж пружины сжатия с поджатыми по одному витку с каждого конца и шлифованными на 3/4 окружности опорными поверхностями, по приведенным ниже данным, под изображением пружины записать технические требования, заполнить основную надпись.

II. Ответить на вопросы к заданиям.

Исходные данные: диаметр проволоки d = 9 мм; наружный диаметр D = 49 мм; шаг пружины в нерабочем (свободном) состоянии t = 24 мм; число рабочих витков п = 6,5; материал проволоки — сталь 60С2А ГОСТ 1050—74; направление навивки правое.

Вариант 4.

I. Выполнить чертеж пружины растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с одной стороны и расположенными в одной плоскости, по нижеприведенным данным, под изображением пружины записать технические требования, заполнить основную надпись.

II. Ответить на вопросы к заданиям.

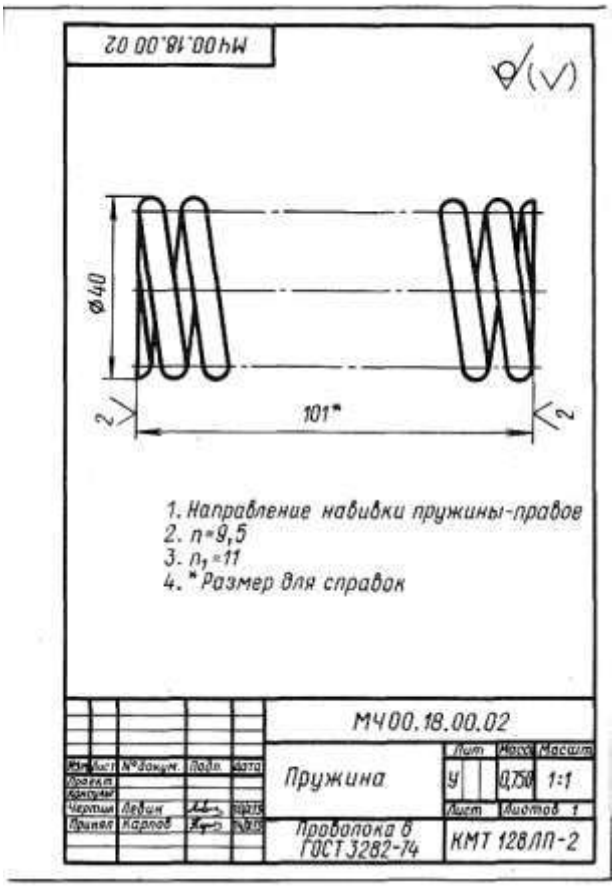
Исходные данные: диаметр проволоки d=10 мм; наружный диаметр D = 60 мм; число рабочих витков п = 63; длина пружины в свободном состоянии H_0 = 670 мм; расстояние между зацепами у пружины г :-ободном состоянии H_o'= 750 мм; материал проволоки— сталь 50ХГА ГОСТ 1050—74; направление навивки правое.

Вариант 5

I. Выполнить чертеж пружины растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с противоположных сторон и расположенными в одной плоскости, по приведенным ниже данным, под изображением пружины записать технические требования, заполнить основною надпись.

П. Ответить на вопросы к заданиям.

Исходные данные: диаметр проволоки d=3 мм; наружный диаметр D= 24 мм; число рабочих витков n=18; длина пружины в свободном состоянии H_o = 66 мм; расстояние между зацепами у пружины в свободном состоянии H_o'= 102 мм; материал проволоки — сталь 50ХфА ГОСТ 1050—74; направление навивки левое.



Вариант 6.

I. Выполнить чертеж пружины растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с противоположных сторон и расположенными в одной плоскости, по нижеприведенным данным, под изображением пружины записать технические требования, заполнить основную надпись.

II. Ответить на вопросы к заданию.

Исходные данные: диаметр проволоки d = 4,5 мм; наружный диаметр D= 41 мм; число рабочих витков n = 26; длина пружины в свободном состоянии Но = 180 мм; расстояние между зацепами у пружины в свободном состоянии H_o' = 244 мм; материал проволоки — сталь 60С2Н2А ГОСТ 1050—74; направление навивки правое.

Контрольные вопросы:

1. С каким направлением навивки изображают пружины на рабочих чертежах? Где указывают действительное направление витка?
2. В каком состоянии изображают на чертежах пружины (в свободном состоянии, сжатыми или растянутыми)?
3. Как располагают винтовые пружины на чертеже — горизонтально или вертикально?
4 В чем условность изображения пружины, имеющий более четырех витков?
5. Как называется диаграмма, помещаемая на чертеже пружины? Какие сведения из нее можно получить?
6. Когда сечения витков пружины зачерняют?
7. Какой государственный стандарт предусматривает правила вычерчивания пружин?
8. Какие государственные стандарты содержат методику подсчета параметров пружин?
9. Как вычерчиваются на виде и в разрезе витки винтовых цилиндрических или конических пружин?
10. В каких случаях витки пружины вычерчиваются с пропуском в середине и как этот пропуск оформляется на чертеже?
11. Зависит ли изображение пружин на чертежах от направления их истинной навивки? С какой навивкой изображают пружины на чертежах?
12. Какие витки у пружины называются рабочими?
13. Как вычислить длину проволоки для навивки пружины?
14. Как условно изображается вычерченная вами пружина в разрезе? Выполните эскиз.
15. Как условно изобразить вычерченную вами пружину, если ее толщина сечения на чертеже 2 мм и менее? Выполните эскиз.
16. Чему равны габаритные размеры вычерченной вами пружины в свободном состоянии?
17. В каком месте на чертеже указывается диаметр проволоки, из которой изготовлена пружина, и номер ГОСТа на материал проволоки?
18. Как понимать запись в правом верхнем углу чертежа?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №30.

Тема 19 Сборочные чертежи.

Выполнение разреза сборочного чертежа.

Цель работы: Выполнение разреза сборочного чертежа, составить спецификацию.

Перечень используемого оборудования

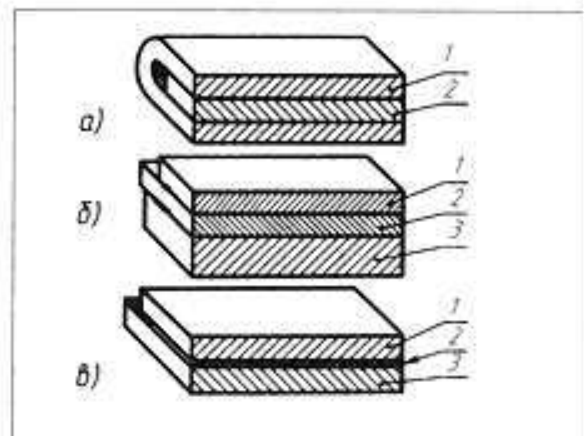
Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

На сборочных чертежах наряду с видами широко используются разрезы. Как заштриховывают при этом различные материалы?

Графические обозначения материалов в сечениях даны в ГОСТ 2.306—68. Эти обозначения позволяют ориентировочно определить материал, из которого изготовлена составная часть изделия. Например, набивка сальника изготовлена из пеньки и заштрихована в клетку (как неметаллические материалы). По штриховке остальных составных частей можно определить, что они металлические.

А как заштриховывают смежные детали? Смежные детали заштриховывают на разрезах в противоположные стороны: одну — с наклоном вправо, другую — с наклоном влево. Это делают для того, чтобы легче было отличить детали одну от другой. Когда в разрез попадают три и большее число смежных деталей, то изменяют расстояние между линиями штриховки на изображениях соседних деталей (рис. 27.1, б) или сдвигают линии штриховки. Большее расстояние между линиями штриховки оставляют для более крупных деталей. Однако для всех разрезов и сечений одной детали штриховку выполняют в одну сторону с одинаковым расстоянием между линиями штриховки.



Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже равна 2 мм или менее, показывают зачерненными (рис. 27.1, в).

При выполнении разрезов на сборочных чертежах действует правило, по которому сплошные (не имеющие пустот) детали: валы, оси, пальцы, штыри, ручки, шпонки, винты, заклепки и т. п. показывают в разрезах нерассеченными и не заштриховывают, если секущая плоскость проходит вдоль них. Если же секущая плоскость направлена поперек оси или длинного ребра, то эти детали изображают разрезанными и штрихуют их на общих основаниях. На сборочных чертежах также нерассеченными показывают шарики, крепежные гайки и шайбы под ними.

Если в сплошных деталях, которые показаны нерассеченными, имеется небольшое углубление, то, чтобы его выявить, применяют местный разрез. Так же поступают, если необходимо показать профиль резьбы.

Спецификация выполняется на отдельном листе формата А4 по форме 2А.

Спецификацией называют документ, определяющий состав сборочной единицы. В спецификацию вносят по разделам основные части изделия, а так же конструкторские документы, относящиеся к этому изделию. Наличие разделов в спецификации определяется составом изделия. Разделы располагаются в следующем порядке: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы.

В раздел «Документация» вносят документы специфицируемого изделия, кроме специ-фикации.

В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят непосредственно входящие специ-фицируемое изделие сборочные единицы и детали.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, форму и размеры которых устанавливают ГОСТы, ОСТы в алфавитном порядке наименований изделий.

В раздел «Материал» вносят все материалы непосредственно входящие в специфициру-емое изделие.

После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных за-писей.

В графе «Формат» Указывают размер формата, на котором выполнен чертеж детали или иной конструкторский документ. Графу не заполняют для разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и Материалы». Для деталей на которые не выполнены чертежи, в графе указывают: БЧ. (Без чертежа)

Графа «Зона» не заполняется,

В графе «Обозначение» не заполняется.

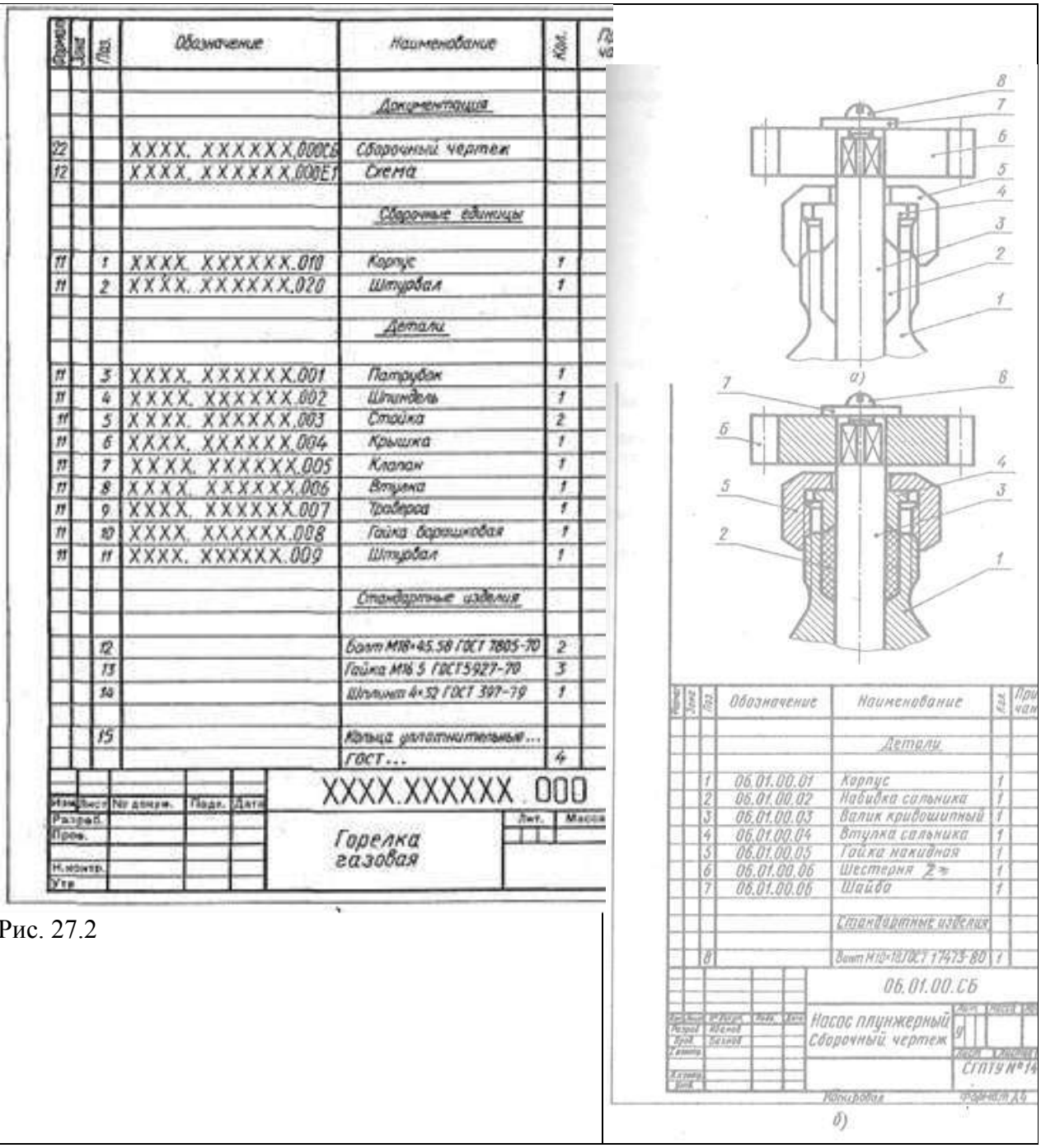
Графу не заполняют для разделов «Стандартные изделия», «Прочие Изделия» и «Материалы».

В графе «Наименование» указывают:

- для документов только их наименование, например: сборочный чертеж,
- Для сборочных единиц и деталей - их наименование в соответствии с основной надписью на чертежах этих изделий;
- для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают их наименования, материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;
- для стандартных изделий и материалов - их наименования и условные Обозначения в соответствии со стандартами и техническими условиями.
- В графе «Кол» указывают количество составных частей, входящих в одно изделие, а для материалов - количество материала на одно изделие с указанием единицы измерения.
- В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к изделиям, документам, материалам, внесенным в сертификацию.

Совмещать спецификацию со сборочным чертежом допустимо только на листе форматаА4 (ГОСТ 2.301-68). При этом спецификацию располагают ниже графического изображения

Спецификация, форма 2(Рис. 27.2)



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
22			XXXX. XXXXXX.000СБ	Сборочный чертеж		
12			XXXX. XXXXXX.000Э1	Схема		
				Сборочные единицы		
11		1	XXXX. XXXXXX.010	Корпус	1	
11		2	XXXX. XXXXXX.020	Штуровал	1	
				Детали		
11		3	XXXX. XXXXXX.001	Патрубок	1	
11		4	XXXX. XXXXXX.002	Шпиндель	1	
11		5	XXXX. XXXXXX.003	Стойка	2	
11		6	XXXX. XXXXXX.004	Крышка	1	
11		7	XXXX. XXXXXX.005	Клапан	1	
11		8	XXXX. XXXXXX.006	Втулка	1	
11		9	XXXX. XXXXXX.007	Траверса	1	
11		10	XXXX. XXXXXX.008	Гайка барашковая	1	
11		11	XXXX. XXXXXX.009	Штуровал	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт М18×45.58 ГОСТ 7805-70	2	
		13		Гайка М16.5 ГОСТ 5927-70	3	
		14		Шплинт 4×32 ГОСТ 397-79	1	
		15		Кольца уплотнительные... ГОСТ...	4	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXXX.XXXXXX 000		
Разраб.					Горелка газовая	Лит.	Масса
Пров.							
Н. контр.							
Утв.							

а)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
		1	06.01.00.01	Корпус	1	
		2	06.01.00.02	Набивка сальника	1	
		3	06.01.00.03	Валик кривошипный	1	
		4	06.01.00.04	Втулка сальника	1	
		5	06.01.00.05	Гайка накидная	1	
		6	06.01.00.06	Шестерня Z=	1	
		7	06.01.00.06	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
		8		Винт М10×18 ГОСТ 17473-80	1	

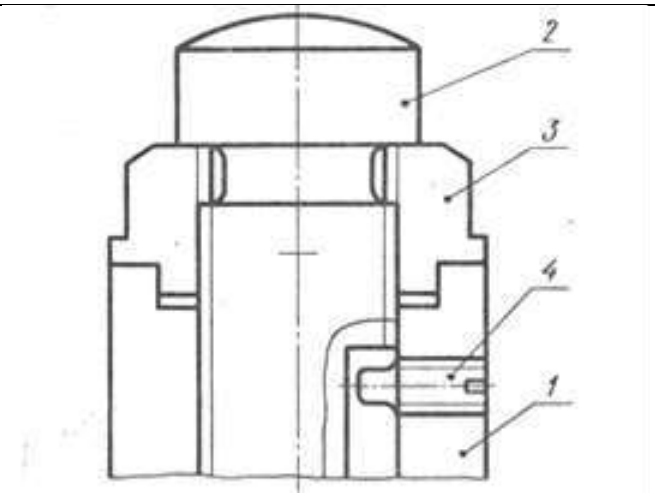
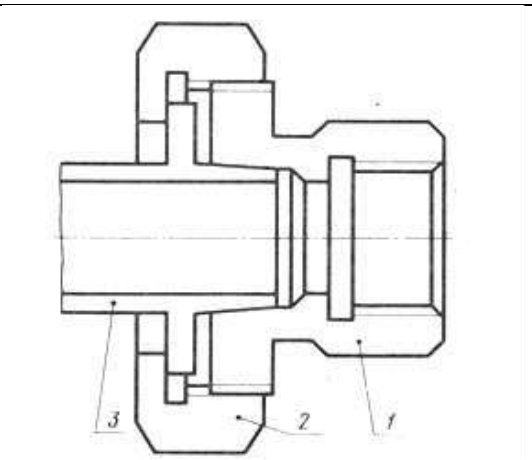
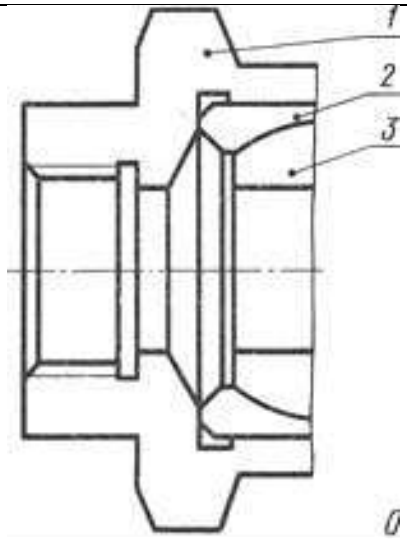
					06.01.00.СБ		
Разраб.					Насос плунжерный Сборочный чертеж	Лит.	Масса
Пров.							
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							

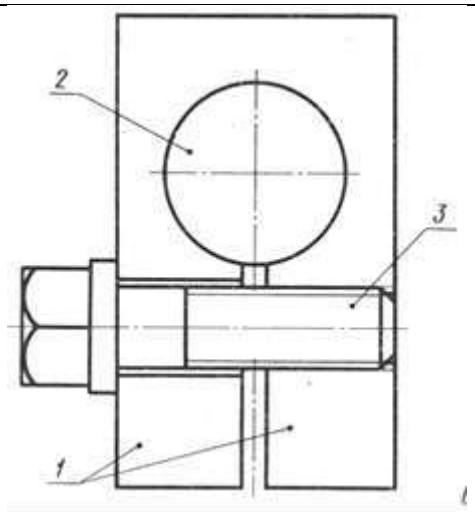
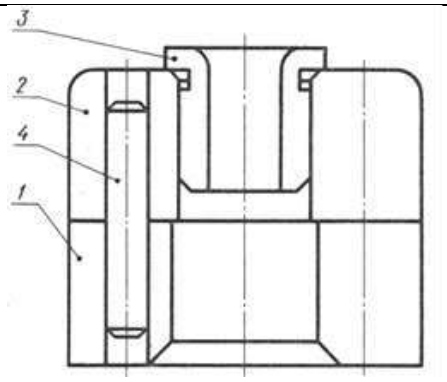
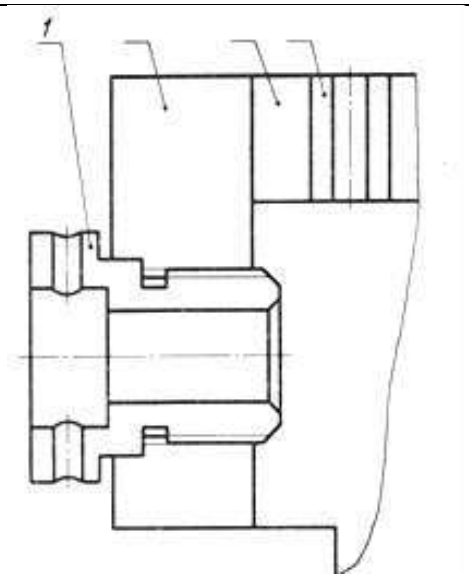
Копировал Формат А4

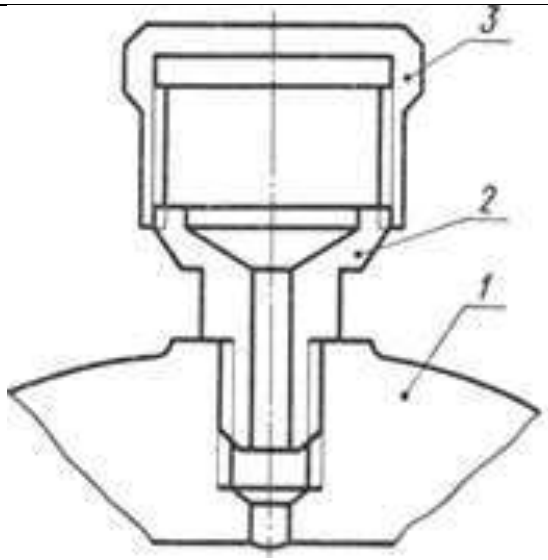
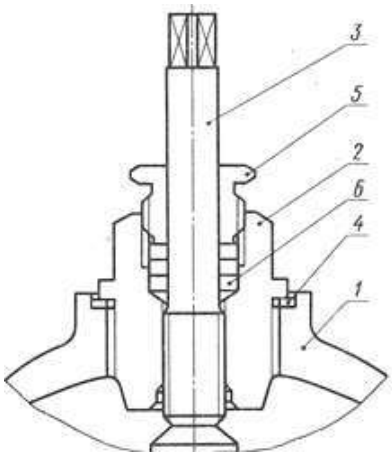
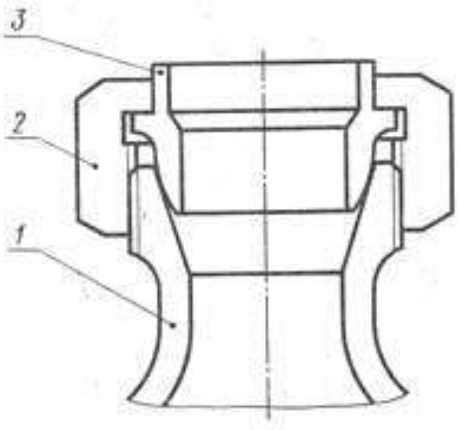
б)

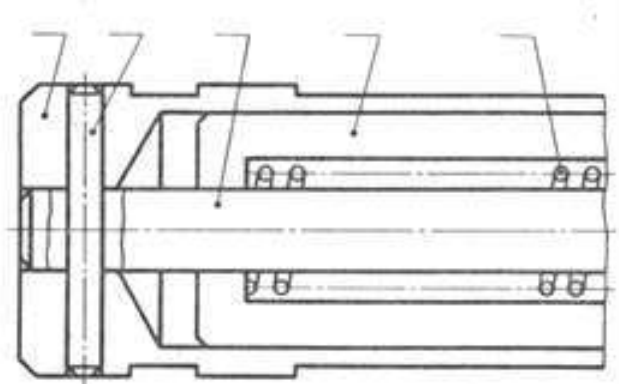
Рис. 27.2

Пример выполнения задания

Задание 1. Наименование изделия — Домкрат ручной. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Корпус, Материал — СЧ 18 ГОСТ 1412-79. Поз. 2. Наименование — Винт. Материал — сталь 50 ГОСТ 1050—74. Поз. 3. Наименование — Гайка. Материал — сталь 50 ГОСТ 1050-74. Поз. 4. Наименование — Винт М6Х12 ГОСТ 1478—75, СТ СЭВ 2660—80. Материал — по справочнику. Вопросы к заданию: 1. Какой стандарт устанавливает графические обозначения материалов в сечениях? 3. Какие правила существуют для штриховки изображений смежных деталей в разрезе? 3. Какие сведения мы узнаем из спецификации?	
Задание 2. Наименование изделия — Коле со шарнирное. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Корпус. Материал — Ст 4 ГОСТ 380-71. Поз. 2. Наименование — Гайка. Материал — Ст4 ГОСТ 380-71. Поз. 3. Наименование —Угольник. Материал — Бр. ОЦС 6-6-3 ГОСТ 613-79. Вопросы к заданию: 1.Под каким углом и к чему проводятся наклонные параллельные линии штриховки? 2.Что называют смежной штриховкой? 3.Что определяет спецификация? 4.Какие детали показывают в продольном разрезе нерассеченными?	
Задание 3 Наименование изделия — Соединение шарнирное. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Корпус. Материал — СЧ 18 ГОСТ 1412-79. Поз. 2. Наименование — Вкладыш неподвижный. Материал —Бр. ОЦС 6-6-3 ГОСТ 613—79. Поз. 3. Наименование — Шарнир. Материал — Ст3 ГОСТ 380-71. Вопросы к заданию: 1. Показываются ли крепежные детали (гайки, шайбы и т. д.) рассеченными при продольном разрезе на сборочном чертеже? 2. Как графически обозначаются узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм? 3. Какой линией проводятся полки линии-выноски? 4. В каком порядке располагаются разделы в спецификации?	

Задание 4. Наименование изделия — Задняя бабка делительной головки фрезерного станка. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Вкладыш. Материал — Ст3 ГОСТ 380-71. Поз. 2. Наименование — Центр. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050-74. Поз. 3. Наименование — Винт М12 Х 40.59 ГОСТ 1491-80, СТ СЭВ 2653-80. Вопросы к заданию: 1.Какие правила существуют для штриховки изображений смежных деталей в разрезе? 2.В каких случаях линии штриховки проводятся под углом 30 или 60°? 3.Что входит в раздел «Сборочные единицы» спецификации? 4.Какие разделы входят в спецификацию?	
Задание 5. Наименование изделия — Кондуктор для сверления отверстия. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Корпус. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050—74. Поз. 2. Наименование — Верхняя плита. Матери-ал-сталь 45 ГОСТ 1054—74. Поз. 3. Наименование — Втулка кондукторная. Материал — сталь У10А. Поз. 4. Наименование — Штифт цилиндрический 61 Х40 ГОСТ 3128—70. Материал —по справочнику. Вопросы к заданию: 1.Что называют смежной штриховкой? 2.Какие детали показывают в продольном разрезе нерассеченными? 3.Что входит в раздел спецификации «Стандартные изделия»? 4.Какой линией проводятся полки- и линии-	
Задание 6. Наименование изделия — Кондуктор для сверления отверстий. Составные части изделия: Поз. 1. Наименование — Втулка зажимная. Мате-риал-сталь 20Х. Поз. 2. Наименование — Планка. Материал — Ст 4 ГОСТ 380-71. Поз. 3. Наименование — Корпус. Материал — Ст 4 ГОСТ 380-71. Поз. 4. Наименование — Втулка. Материал — сталь У10А ГОСТ 1435-74. Вопросы к заданию: 1. Под каким углом и по отношению к чему проводятся наклонные параллельные прямые линии штриховки? 2. Какие варианты штриховки смежных сече-ний двух и более деталей можно брать? 3. В каких случаях допускается совмещать на одном листе сборочный чертеж и спецификацию? 4. Что выражает номер позиции на сборочном чертеже?	

Задание7.Наименование изделия- Подшипник. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Крышка. Материал — СЧ 18 ГОСТ 1412-79. Поз. 2. Наименование — Корпус масленки. Материал—СтЗ ГОСТ 380—71. Поз. 3. Наименование — Крышка масленки. Материал—СтЗ ГОСТ 380—71. Вопросы к заданию: 1.Какие детали изображаются на сборочном чертеже нерассеченными, если плоскость разреза является продольной? 2.Что называют смежной штриховкой? 3.Какое соотношение между размером шрифта номеров позиций и размерными числами на данном сборочном чертеже? 4.Какие заголовки должны иметь разделы спецификации? Как они отражаются в спецификации?	
Задание 8. Наименование изделия — Клапан питательный. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Корпус. Материал — сталь 40Л. Поз.2 Наименование — Штуцер. Материал — Ст2 ГОСТ 380-71. Поз. 3. Наименование — Шпиндель. Материал — Бр. ОЦ 10-2 ГОСТ 613-79. Поз. 4. Наименование — Прокладка. Материал — резина техническая. Поз. 5. Наименование — Втулка нажимная. Материал — Ст2 ГОСТ 380—71. Поз. 6. Наименование — Кольцо (4 шт.). Материал — фетр. Вопросы к заданию: 1. Под каким углом и по отношению к чему проводятся наклонные параллельные прямые линии штриховки? 2. Какие варианты штриховки смежных сечений двух и более деталей можно брать? 3. В каких случаях допускается совмещать на одном листе сборочный чертеж и спецификацию? 4. Что выражает номер позиции на сборочном чертеже?	
Задание 9. Наименование изделия :Элеватор. Составные части изделия: Поз. 7. Наименование — Корпус глухой гайки. Материал —Ст2 ГОСТ 380—71. Поз. 2. Наименование — Гайка накидная. Материал-СтЗ ГОСТ 380—71. Поз. 3. Наименование — Букса сферическая. Материал-Ст2 ГОСТ 380-71. Вопросы к заданию: 1.Какие детали изображаются на сборочных чертежах нерассеченными, если плоскость разреза проходит вдоль их главной оси или длинного ребра? 2.Какие варианты штриховки смежных сечений детали применены на чертеже? 3.Какие сведения дает спецификация?	

4.Чем должна заканчиваться линия-выноска, заходящая на изображение составной части?	
Задание 10. Наименование изделия — Ручка с фиксатором. Составные части изделия: Поз. 1. Наименование — Палец фиксаторный. Материал — сталь 45 ГОСТ 1050—74. Доз. 2. Наименование — Рукоятка. Материал — Ст4 ГОСТ 380-71. Поз. 3. Наименование — Трубка. Материал — Ст4 ГОСТ 380-71. Поз'. 4. Наименование — Пружина. Материал — проволока 2-50 ГОСТ 17305—71. Поз. 5. Наименование — Штифт цилиндрический 4ГХ35 ГОСТ 3128-70. Вопросы к заданию; 1.Какие варианты штриховки смежных сечений деталей применены на чертеже? 2.Какие детали не подверглись штриховке на чертеже? Почему? 3.Как следует располагать на сборочном чертеже полки для нанесения номеров позиций деталей по спецификации? 4.Из каких граф состоит спецификация и что в них	

Ход работы:

I. Перечертить в глазомерном масштабе часть сборочного чертежа изделия, выполненную в разрезе. Нанести номера позиций составных частей изделия. Выполнить штриховку сечений деталей изделия. Написать спецификацию.

II. Ответить на вопросы к заданию.

Чертеж рекомендуется выполнить в такой последовательности:

- вычерчивается рамка; затем основная надпись;

-определяется по числу позиций число строк спецификации и вычерчивается спецификация:

-на оставшемся поле чертежа в глазомерном масштабе вычерчивается содержание задания;

- определяются виды штриховки соответственно материалам, из которых изготовлены детали, а затем наносится штриховка,

- проводятся линии-выноски и полки-выноски и наносятся номера позиций;

- заполняется спецификация;

- оформляется основная надпись.

Из учебных целей задание несколько отходит от стандартов: изображен не полностью сборочный чертеж, а только его часть; заполнение спецификации ведется упрощенно: пишутся только два раздела «Детали» и «Стандартные изделия».

Контрольные вопросы:

1. Как штрихуют на сборочных чертежах две смежные детали?
2. Можно ли по-разному штриховать одну и ту же деталь на разных изображениях сборочного чертежа?
3. Каково правило штриховки на сборочном чертеже смежных деталей, когда их больше двух?
4. Какие детали изображают на сборочных чертежах нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №31.

Тема 19 Сборочные чертежи.

Чтение сборочного чертежа.

Цель работы: Отработка навыка чтения сборочных чертежей.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Сборка, т. е. соединение деталей в сборочные единицы, а затем сборочных единиц и деталей в готовое законченное изделие, производится по *сборочным* чертежам.

Сборочные чертежи различаются между собой назначением, а от назначения зависит их содержание.

Сборочные чертежи входят в комплект рабочей документации и предназначаются непосредственно для производства. По ним ведут сборочные работы, соединяют детали в сборочные единицы, изделия и контролируют эти работы.

По сборочным чертежам можно представить взаимосвязи составных частей и способы соединения деталей (рис. 31. 1). Состав изделия определяется спецификацией (рис. 31.2).

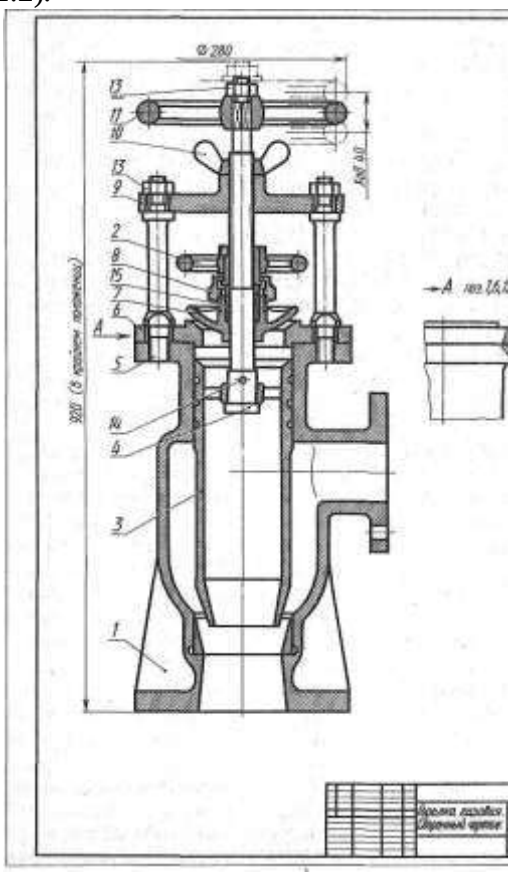


Рисунок. 31.1 .

Рисунок. 31.2.

На основе чертежа общего вида выполняют сборочный чертеж, входящий в состав рабочей документации. Этот чертеж показан как типовой пример для чтения.

Как видно из рисунка 31.1, сборочный чертеж содержит только два изображения в соответствии с его основным назначением обслуживать процесс сборки, т. е. дать полные сведения о взаимодействии деталей, сборочных единиц и о способах их соединения. Выявлять во всех подробностях форму элементов деталей здесь не требуется, поскольку на рабочее место слесаря-сборщика все детали и сборочные единицы обычно поступают в готовом виде (исключение составляют детали, которые изготовляют по данным самого сборочного чертежа). По этой причине спецификация обычно дается сокращенная, без указания сведений о материале, из которого изготовлены детали. Эти сведения получают непосредственно по чертежам деталей. Детали, из которых составлены сборочные единицы, входящие в изделие, в спецификации не перечисляются. Так, например, корпус и седло соединяются между собой посредством запрессовки по отдельному чертежу,

образуя сборочную единицу, которая и поступает на сборку изделия (см. поз. *1* на рис. 31.1.

По спецификации (рис. 31.2) мы узнаем, что на сборку поступят пятнадцать наименований составных частей, из них девять деталей изготовляются по чертежам, три наименования — стандартные крепежные изделия и два — предварительно собранные сборочные единицы. Количество для каждого наименования указано в спецификации.

По этому чертежу легко уяснить последовательность сборки деталей и сборочных единиц. Отметим, что в спецификации и на чертеже порядок записи и обозначения составных частей не связывают с последовательностью сборки, которая отражается в отдельном техническом документе – технологической карте.

Ход работы:

Прочитать чертеж по следующей последовательности.

1. Определить название изделия. Зная название изделия, которое указывается в основной надписи, легче читать чертеж.

2. Ознакомиться с описанием данного изделия (если имеется, в настоящем случае в нем нет необходимости из- за простоты изделий).

3. Установить, какие изображения (виды, разрезы, сечения) даны на чертеже? В результате их сопоставления создается общее представление о форме и устройстве изделия. Определить взаимосвязь между изображениями. Это необходимо для того, чтобы с помощью измерений находить детали на сборочном чертеже.

4. Рассмотреть, пользуясь спецификацией, изображения каждой детали. Для этого выяснить по спецификации название первой детали и другие, относящиеся к ней данные. Найти изображения детали по обозначению ее позиции. Определить форму детали сопоставляя все ее изображения, данные на чертеже. Так поступают последовательно со всеми деталями.

5. Установить, как соединяются между собой детали (с помощью резьбы, шпонки, штифта, сварки, клепки и т. п.)? Выяснить, как перемещаются во время работы подвижные части изделия?

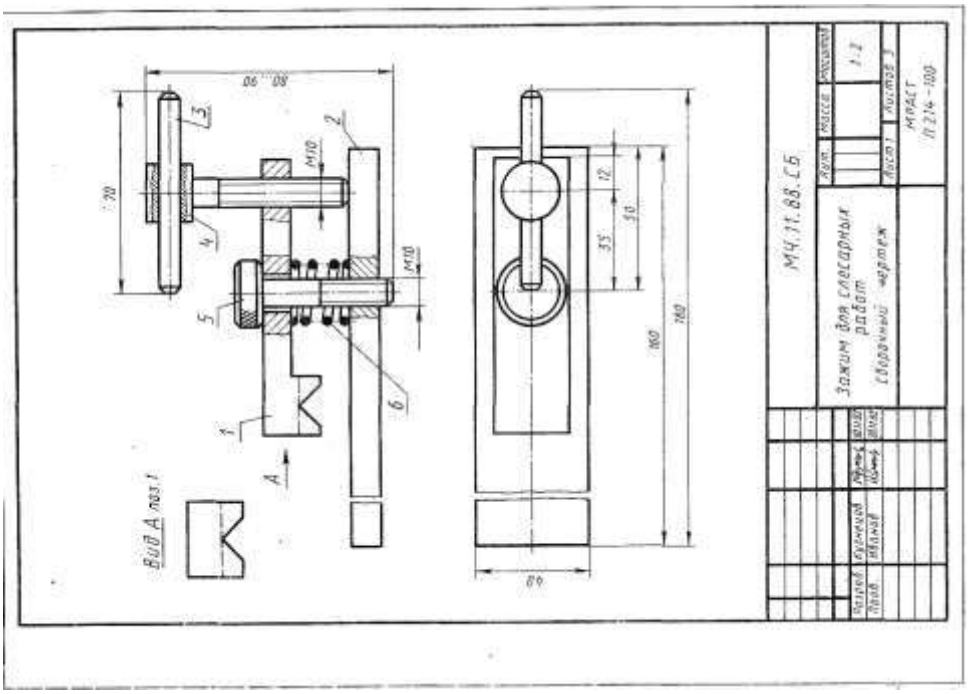
6. Уяснить другие данные, приведенные на чертеже (размеры, технические требования и т. д.).

7. Определить, какими способами и в какой последовательности производится сборка и какая обработка необходима в процессе сборки?

Задания к практической работе.

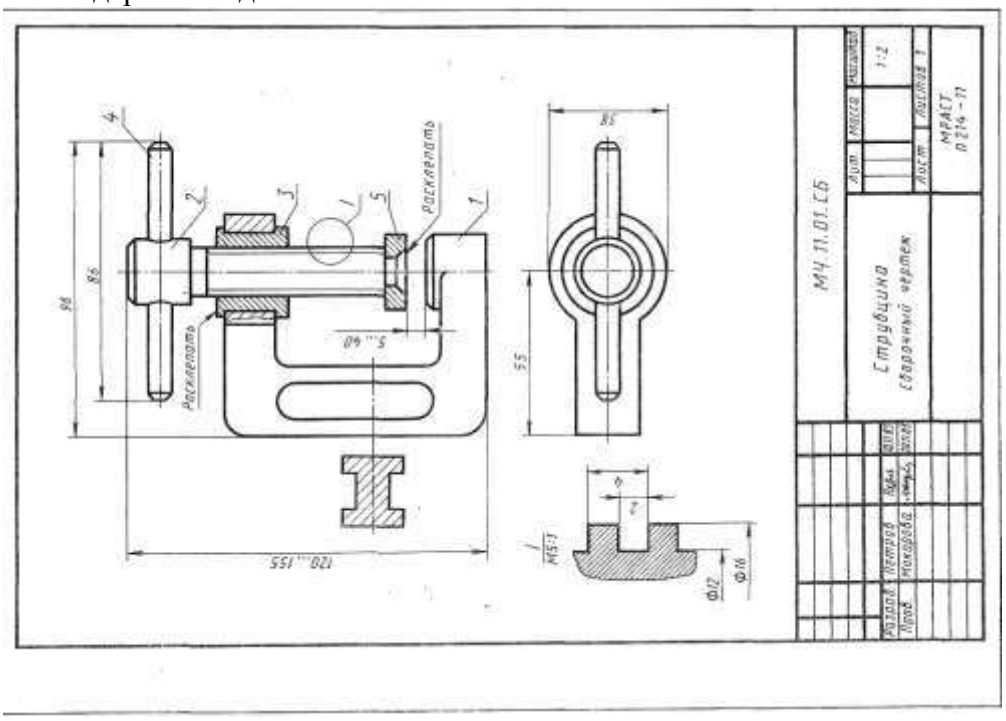
Вариант 1

Основные детали: 1- прижим, 2 – планка, 3- рукоятка, 4- винт нажимной, 5-винт регулиро-вочный.6- стандартное изделие - пружина.



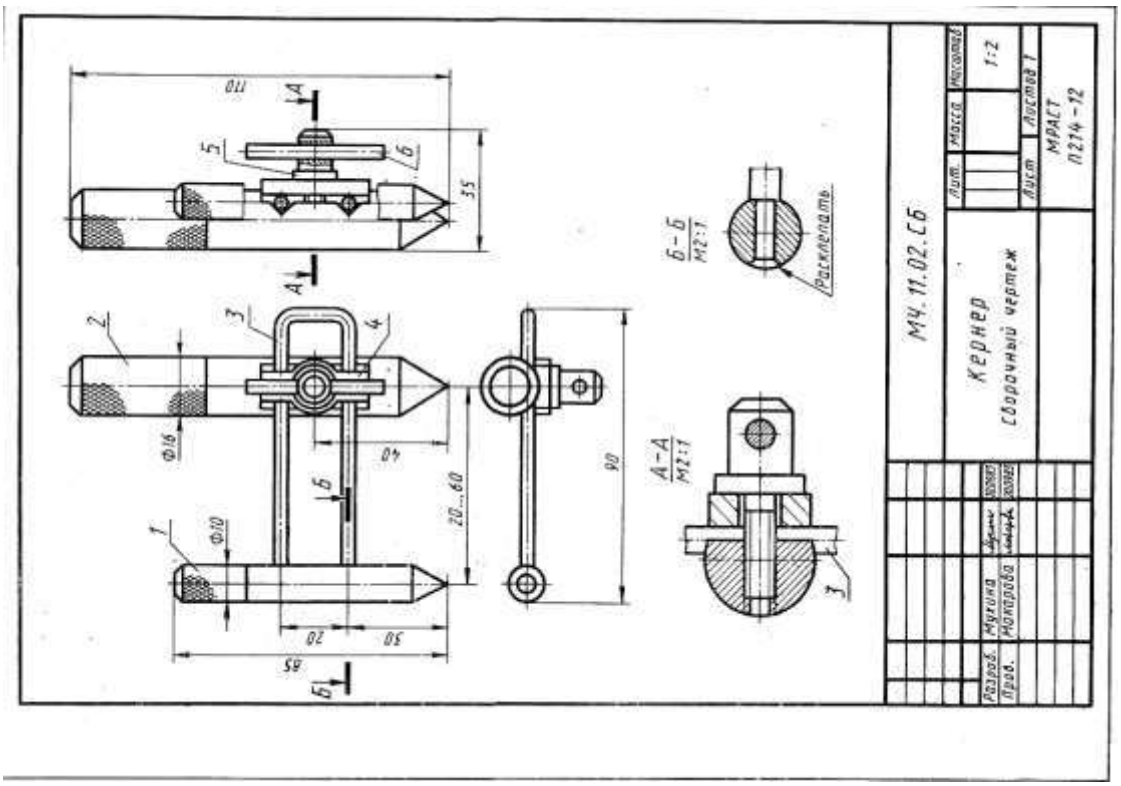
Вариант 2

Основные детали: 1- коромысло, 2- нажимной винт, 3- захваты, 4- ограничитель, 5-Стандартное изделие винт.



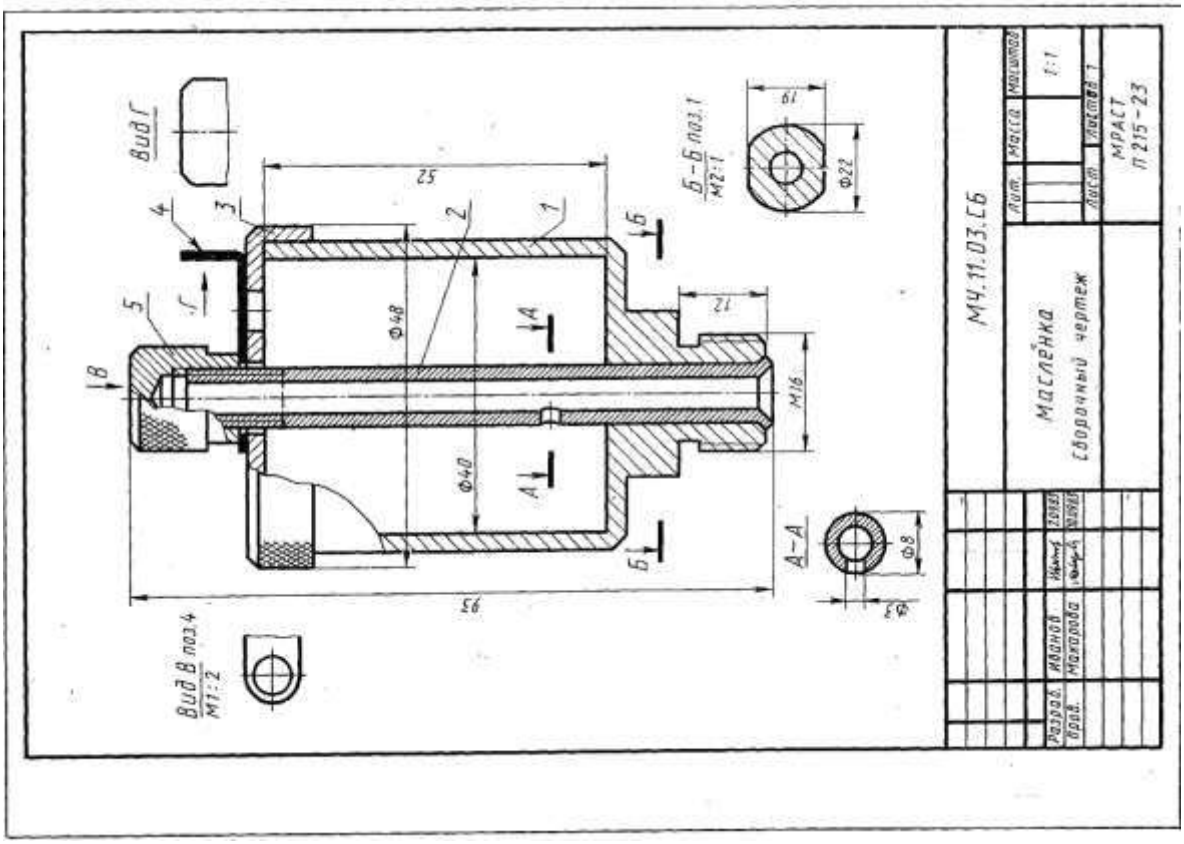
Вариант 3

Основные детали:1- боек неподвижный, 2- боек подвижный, 3- направляющая, 4- планка 5- винт, 6- рукоятка неподвижная.

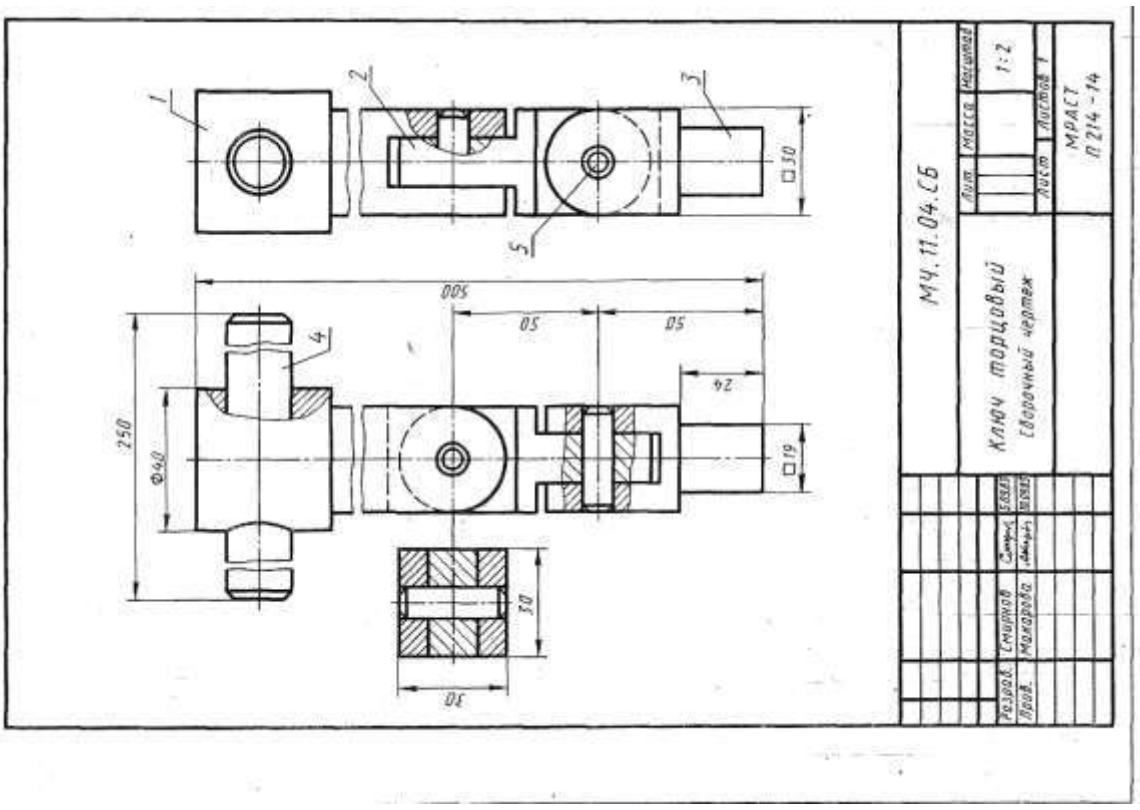


Вариант 4.

Основные детали: 1- корпус, 2- трубка, 3- крышка, 4- заслонка,



Вариант 5.Основные детали: 1- корпус, 2- серьга, 3- наконечник, 4- неподвижная рукоятка, 5 штифт.



Контрольные вопросы:

1. Какова последовательность чтения сборочного чертежа?

2.Из какого документа можно получить сведения об основных размерах стандартных изделий, изображённых на сборочном чертеже?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №32.

Тема 19. Сборочные чертежи.

Деталирование сборочного чертежа.

Цель работы: Деталирование сборочного чертежа, развитие пространственного воображения; использование графика пропорционального

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Деталированием называется процесс выполнения рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу.

Нужно предварительно тщательно изучить представленный на деталирование сборочный чертеж, выясняя назначение и принцип работы изделия. По спецификации устанавливают стандартные и попутные, не подлежащие деталированию. Определяют форму отдельных деталей, их взаимодействие и назначение. Изучают размеры, нанесенные на чертеже (габаритные, монтажные, установочные и др.). Обращают внимание на масштаб изображения.

Рабочий чертеж детали, выполненный по сборочному чертежу, должен содержать все размеры, необходимые для изготовления. Однако, на сборочном чертеже проставлены только габаритные размеры конструкции, размеры присоединительных и ответственных поверхностей. На предприятиях сборочные чертежи выполняют в определенном масштабе, и размеры отдельных элементов можно заимствовать прямо с чертежа. Масштабы изображений сборочных единиц в данном пособии отличаются от тех, что указаны в основной надписи и это требует выяснения масштаба. Для того чтобы определить истинные размеры деталей, пользуются графиком пропорционального масштаба, который выполняется на миллиметровой бумаге. Для этого строят

координатные оси z и x. На оси x от центра пересечения осей о откладывают размер 22мм (внутренний диаметр втулки), измеренный циркулем по чертежу, а на оси z - размер, указанный на чертеже — 30мм.

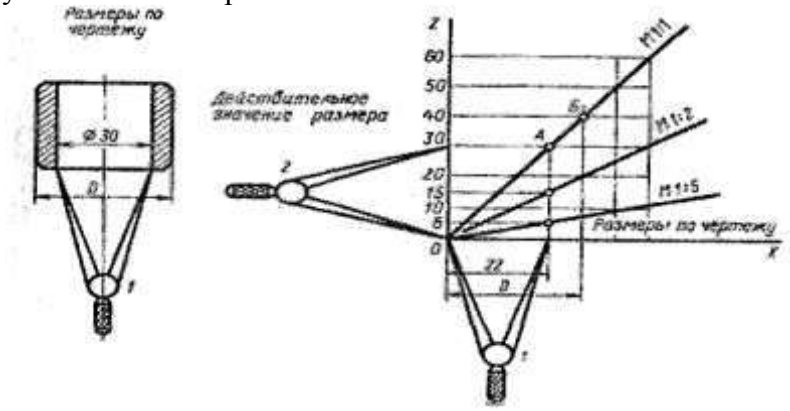


Рисунок 32.1

Проведем из найденных точек линии, параллельные осям x и z, определим точку А, через которую пройдет прямой луч.

Для определения действительного размера элемента детали, замеренный циркулем, например, диаметр втулки D, откладывают по оси x от точки О и V находят действительный размер детали на оси z (40мм изучают ее наружную и внутреннюю форму).

Деталирование сборочного чертежа производится в следующей последовательности: на сборочном чертеже нужную деталь находят по номеру позиции, указанному на линии-выноске в соответствии со спецификацией на изделие. По проекциям, приведенным на сборочном чертеже,

Для рабочего чертежа выбирают главное изображение детали, которое может и не совпадать с его изображением на сборочном чертеже, и определяют необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов). Выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа детали и нужный формат бумаги с учетом размещения всех изображений детали и основной надписи. Намечают расположение всех изображений детали на чертеже выбранного формата и тонкими линиями наносят виды, разрезы, сечения и выносные элементы, а также проводят выносные и размерные линии.

Пользуясь графиком пропорционального масштаба, построенным для данного чертежа определяют истинные элементы детали и проставляют их на чертеже.

Размеры фасок, проточек центровых отверстий и т.п. определяют не по сборочному чертежу, а по стандартам на эти элементы, после того как все изображения будут нанесены выполняют обводку чертежа, штриховку разрезов и сечений и нанесения обозначения шероховатостей поверхностей.

Ход работы: Выполнить рабочие чертежи деталей по сборочному чертежу.

II. Ответить на вопросы.

Рабочие чертежи деталей выполняются в следующем порядке: вначале в рабочей тетради по техническому черчению выполняются эскизы деталей; после согласования эскизов с преподавателем выполняются рабочие чертежи деталей на чертежной бумаге формата А4 или А3.

Перед выполнением этой работы учащийся должен тщательно изучить и прочесть сборочный чертеж по рекомендациям, изложенным в учебной литературе.

Учащийся должен разобрать назначение каждой детали, взаимодействие деталей между собой; определить форму каждой детали и конструктивные элементы детали, которые не находят отражения на сборочных чертежах; определить минимально необходимое число изображений каждой детали. При этом надо помнить, что число изображений и положение на рабочем чертеже детали не обязательно должны соответствовать изображению детали на сборочном чертеже.

При определении и простановке размеров надо учитывать, что некоторые элементы детали должны иметь стандартные или нормальные размеры. При определении размеров

детали необходимо верить масштабу сборочного чертежа. Параметры шероховатости поверхностей устанавливает и проставляет учащийся по согласованию с преподавателем. Выполнить рабочие чертежи деталей узла по указанию преподавателя. Для одной из деталей помимо рабочего чертежа выполняется аксонометрия. Проставить размеры.

При выполнении рабочих чертежей для определения размеров детали необходимо выяснить истинный масштаб чертежа и произвести необходимые расчеты.

Детали на рабочих чертежах следует изображать с наименьшим количеством видов, но их должно быть достаточно для определения формы и размеров детали. Располагать детали на рабочих чертежах следует с учетом того, как их будут обрабатывать. Так, точеные детали, поверхности которых являются поверхностями вращения, следует располагать с горизонтально расположенной осью вращения.

Для этих деталей часто бывает достаточно одного вида, так как знак ⌀ перед размером диаметра цилиндра говорит о том, что другая проекция этого элемента — окружность и ее нет необходимости вычерчивать.

Особое внимание следует обратить на сопрягаемые размеры деталей, которые определяют характер их соединения.

Так же выполняется спецификация на отдельном листе формата А4.

Пример задания и его решение показаны на рис. 32.3

Наименование изделия — Корпус.

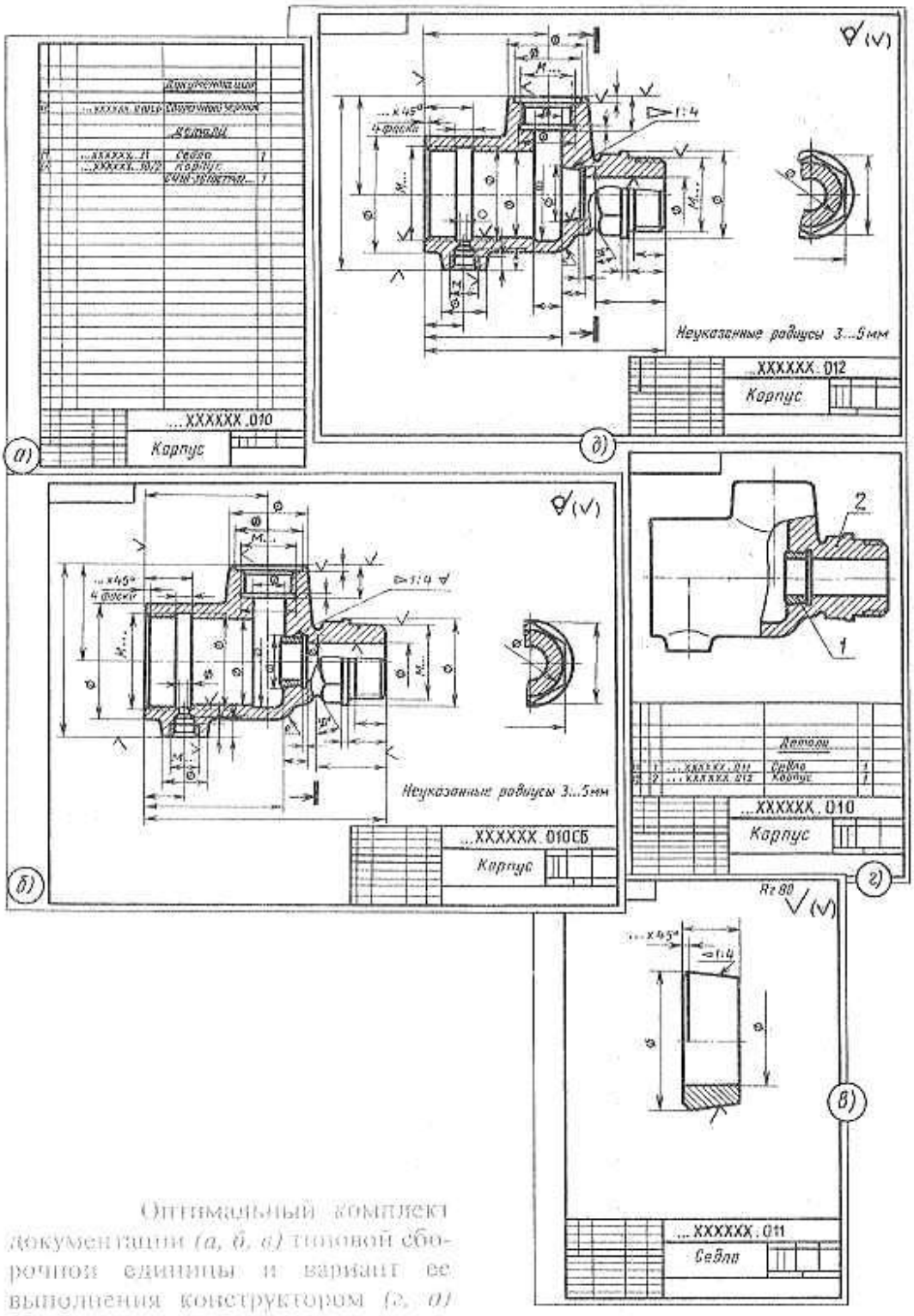
Ответы на вопросы к заданию потребуют от студента не только тщательного прочтения сборочного чертежа задания, но и повторения всего учебного материала по теме «Сборочные чертежи».

Рисунок 32.3. Пример выполнения задания (деталирование сборочного чертежа

Контрольные вопросы:

1. Что называют деталированием?
2. В чем заключается процесс деталирования?
3. Перечислите этапы деталирования.
4. Можно ли, составляя рабочие чертежи деталей, во всех случаях копировать с чертежа общего вида (или со сборочного чертежа) все их изображения, положение для главного изображения и пр.?
5. Что значит согласовать размеры?
6. Как называется изделие, изображенное на сборочном чертеже?
7. Для какой цели служит данное изделие?
8. Какие изображения даны на сборочном чертеже?
9. Из скольких деталей состоит изделие?
10. Какие виды разъемных и неразъемных соединений деталей имеет данное изделие?

Ответы на вопросы к заданию потребуют от учащегося не только тщательного прочтения сборочного чертежа задания, но и повторения всего учебного материала по теме «Сборочные чертежи».



Оптимальный комплект документации (а, б, д) типовой сборочной единицы и вариант ее выполнения конструктором (г, д)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №33.

Тема 20. Разъемные и неразъмные соединения.

Выполнение чертежа сварного соединения.

Цель работы: Выполнение чертежа сварного соединения, составление спецификации. Совершенствование умений пользоваться справочной и методической литературой.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Соединения деталей путем сварки широко распространены в современном машиностроении. Сварка заменяет соединение заклепками, упрощает и уменьшает трудоемкость технологических процессов. С помощью сварки можно получить изделия сложной формы из деталей стандартного прокатного профиля (листа, уголка, швеллера, тавра и т. д.).

Сварка — процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого (ГОСТ 2601 - 74 «Сварка металлов. Основные понятия. Термины и определения»).

Классификация способов сварки приведена в ГОСТ 19521—74. В соответствии с этим стандартом виды сварки классифицируют по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

К физическим признакам относят:

—форму энергии для образования сварного соединения (определяет класс сварки);

—вид источника энергии (определяет вид сварки).

Классификация сварки по физическим признакам дана в таблице

Класс сварки	Вид сварки
Термический (сварка плавлением с использованием тепловой энергии)	Дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная, плазменно-лучевая, литейная
Термомеханический (сварка с использованием тепловой энергии и давления)	Контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая, печная
Механический (сварка с использованием механической энергии)	Холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, магнитно-импульсная

По техническим признакам сварку классифицируют:

- —по способу защиты металла в зоне сварки (в воздухе; в вакууме; в защитных газах — активных, инертных; под флюсом; в пене и др.);
- —по непрерывности процесса (непрерывная, прерывистая);
- —по степени механизации (ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая);

По техническим признакам классифицируют отдельно сварку каждого вида.

Рассмотрим два примера:

1.Дуговая сварка по технологическим признакам имеет 41 вид. Виды сварки подразделяют в зависимости от:

- —вида электрода (плавящийся, неплавящийся, металлический, неметаллический электрод);
- —вида дуги (свободная, сжатая дуга);
- —рода сварочного тока (постоянный, переменный);
- —применения присадочного материала (с присадочным материалом, без присадочного материала) и т. д.

2.Световая сварка классифицируется по технологическим признакам:

- —по виду источника света (солнечная, лазерная, искусственным источником света);
- —по колебаниям светового луча (продольные, поперечные, сложные, без колебаний) и т.д.

Условные изображения и обозначения стандартных швов сварных соединений

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312—72 ЕСКД.

Сварной шов независимо от способа сварки изображают на чертеже соединения: видимый — сплошной основной линией и не-видимый— штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис.30.1). При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком «+». Невидимые одиночные точки не изображают.

ГОСТ 5264—69 определяет типы швов сварных соединений деталей из углеродистых сталей, выполненных ручной дуговой сваркой;

Сварные соединения деталей из сплавов алюминия выполняют по ГОСТ 14806—69. Сварные швы для соединения деталей из полимеров (винипласта и полиэтилена) регламентируются ГОСТ 16310—70.

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

1)стыковое, обозначаемое буквой С, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами; 2)угловое (У), при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего равным 90°, и соединяются по кромкам; 3)тавровое (Т), при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали; 4)нахлесточное (Н), при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой

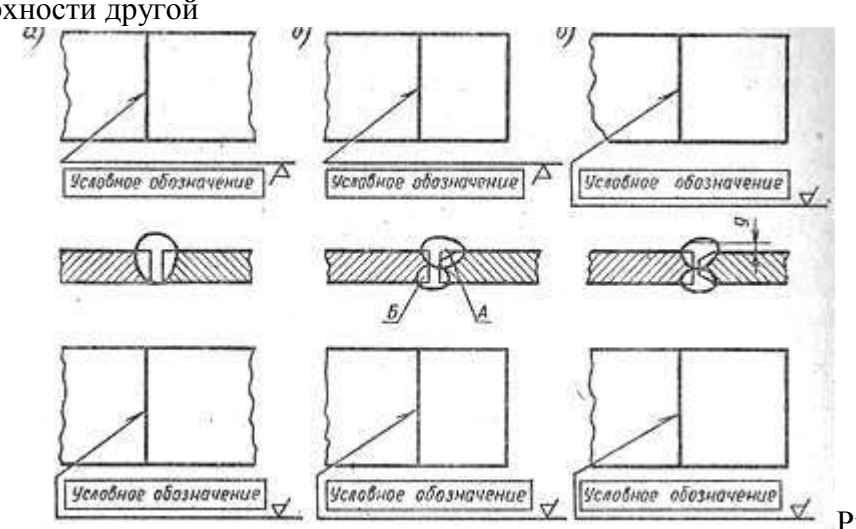


Рис. 30.1

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению. Подготовка может быть выполнена:

1) с отбортовкой кромок;2) без скоса кромок; 3) со скосом одной кромки;4) с двумя скосами одной кромки; 5) с двумя скосами двух кромок.

Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные.

По характеру расположения швы делятся на односторонние и двусторонние Швы могут быть сплошные и прерывистые. Прерывистые швы определяются длиной провариваемых участков с шагом. Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками в шахматном или цепном порядке.

Швы в поперечном сечении выполняются нормальными с усилением величиной. Многие типы швов (тавровые, угловые и нахлесточные) характеризуются величиной катета К треугольного поперечного сечения шва. Условное буквенно-цифровое обозначение стандартного шва будет иметь вид: С1, С2, СЗ ..., У1, У2, УЗ ..., Т1, Т2, ТЗ ..., Н1, Н2, НЗ и т. д.

На изображении сварного шва различают лицевую и оборотную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с-которой производится

сварка. Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва (рис. 30.1). Если же подготовка кромок симметричная, то за лицевую сторону принимают любую.

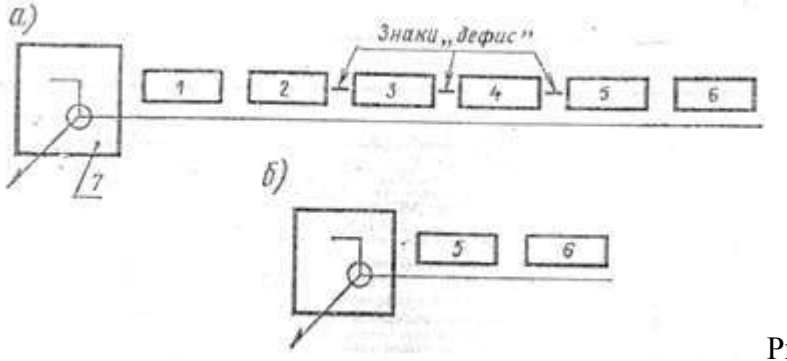


Рис. 30.2

На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски, проводимой от изображения шва. Условное обозначение лицевых швов наносят над полкой линии - выноски. Условное обозначение лицевых швов наносят над полкой линии-выноски. Условное обозначение оборотных швов наносят под полкой линии-выноски. Это обозначение по ГОСТ 2.312—72 имеет следующую структуру (рис. 30.2, а)

1.Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

2.Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

3.Условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать).

4.Знак и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

5.Для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак / (для цепного шва) или Z (для шахматного шва) и размер шага.

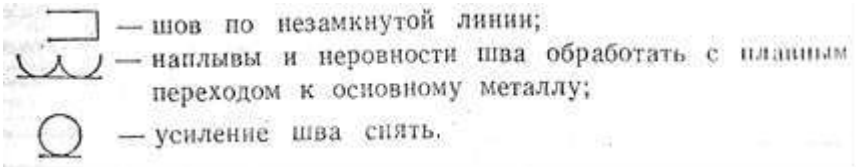
Для одиночной сварной точки — размер расчетного диаметра точки.

Для шва контактной точечной сварки или электрозаклепочного — размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки; знак / или 2 и размер шага.

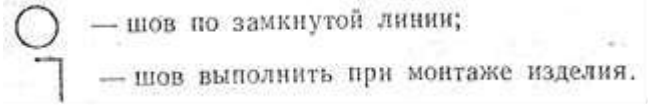
Для шва контактной роликовой сварки — размер расчетной ширины шва.

Для прерывистого шва контактной роликовой сварки — размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага.

6. Вспомогательные знаки:



7. Вспомогательные знаки:



После вспомогательных знаков, если указана последующая механическая обработка шва, ставят обозначение шероховатости поверхности обработанного шва. Вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями, они должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Примеры условных обозначений швов представлены на рис. 30.3, Так как условное обозначение стандартного шва дает его полную характеристику, то на поперечных сечениях швов подготовку кромок, зазор между кромками и контур сечения шва не указывают. При этом смежные сечения свариваемых деталей штрихуют в разных

направлениях (см. рис. 30.3).

Условное обозначение стандартного сварного шва, показанное на полке линии-выноски расшифровывается так: шов таврового соединения (буква Т), без скоса кромок (цифра 5), прерывистый с шахматным расположением элементов, выполненный ручной дуговой сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии (РнЗ — обозначение способа сварки); катет сечения шва — 6 мм; длина каждого проваренного участка — 50 мм, шаг — 100 мм (50Z100).

Для швов с нестандартной формой и размерами структура условного обозначения более простая (рис. 30.3, б).

В учебной практике по курсу машиностроительного черчения при выполнении эскизов или рабочих чертежей сварных изделий многие данные конструктивной характеристики швов не указывают (например, условное обозначение способа сварки, некоторые вспомогательные знаки из табл. ГОСТ 2.312—72). Обозначение стандартных швов упрощается, например, наносят только буквенно-цифровое обозначение шва, размер катета его поперечного сечения и номер стандарта, как показано на рис. 30.3.

Обозначение стандартного сварного шва при соединении двух деталей (пластин) из винипласта ГОСТ 16310—70-С10-НГП состоит из номера стандарта на типы и конструктивные элементы швов деталей из винипласта и полиэтилена, обозначения стыкового, двустороннего шва с двумя симметричными скосами, кромок (С 10) и обозначения способа сварки нагревом газом с присадкой (допускается не указывать).

Если, в сварном соединении есть швы одинаковые по типу и поперечному сечению и к ним предъявлены одни и те же технические требования, то их условное обозначение на чертеже наносят только у одного шва. На наклонной часта линии-выноски этого шва указывают число швов и номер, присвоенный этой группе швов. А от остальных одинаковых швов проводят только линии- выноски с полками. Порядковый номер, присвоенный всем одинаковым швам, размещают над. или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения сварного шва.

Если все швы на данном чертеже одинаковы и изображены с одной стороны, допускается их не обозначать порядковыми номерами, проводя только одни линии-выносок без полок. В подобных случаях при симметричном изображении соединения разрешается отмечать швы линиями - выносками на одной из симметричных частей изделия.

Ход работы:

1. На формате А3 выполнить рамку и основную надпись. По заданной аксонометрической проекции сварной единицы выполнить три или два вида (спереди, вид сверху, вид сбоку).

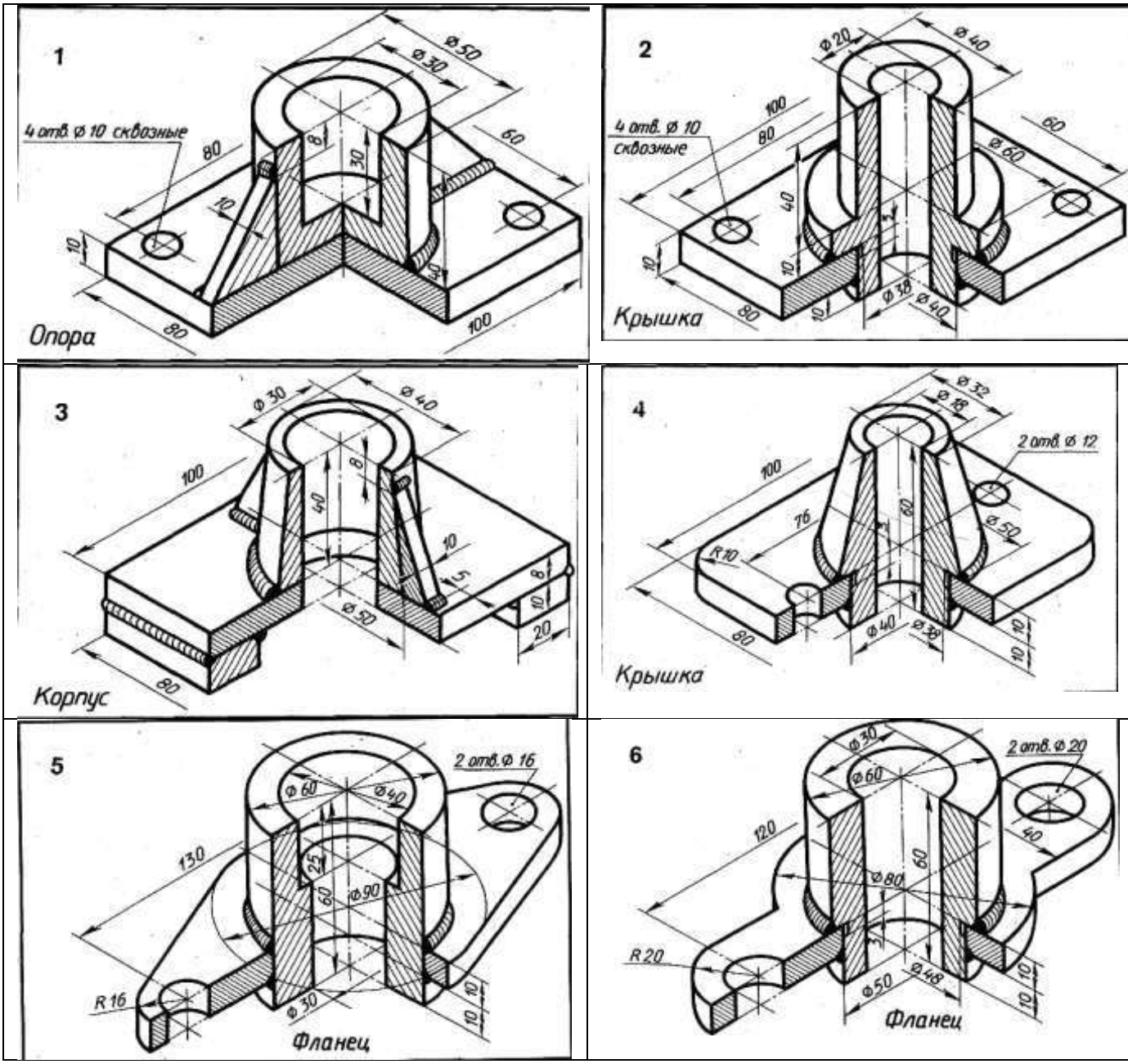
Чертежи сварочного изделия выполняются как сборочный чертеж. По условию задания предлагается стальная деталь, которую можно расчленить на простые элементы, соединяемые сваркой. Выполнению сварочного чертежа должно предшествовать составление эскизов отдельных деталей (элементов), входящих в сварное изделие. Каждой отдельной детали должно быть присвоено обозначение и название (например: плита, ребро, втулка, кольцо, цилиндр, пластинка и т.п) В спецификации указывается формат листов, на которых допускаются упрощения в обозначениях швов: если швы сварного соединения выполняют по одному и тому же стандарту, номер ГОСТа указывают в технических требованиях чертежа или таблице швов записью по типу: сварные швы выполнены по ГОСТ. Присваивают порядковые номера одинаковым швам, изображенным на стрелке с одной стороны (лицевой или оборотной) и отмечают их линиями-выносками без полки

2. Ответить на вопросы

1.Какие существуют виды сварных соединений и как их обозначают?

2. Какими линиями обозначают сварные швы?
3. Какие вспомогательные знаки применяют в обозначениях швов?

4. Какие упрощения допускают в обозначении сварных швов?



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №34.

Тема21. Строительное черчение

Выполнение плана и фасада промышленного здания.

Цель работы: Ознакомление с элементами строительного черчения, стандартами Единой проектной документации для строительства; освоение навыков и умений в чтении и выполнении строительных чертежей. Изучение методов расположения оборудования на строительных чертежах.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Строительное черчение является одним из видов технического черчения. Строительные чертежи оформляются на листах стандартных размеров (ГОСТ 2.301-68). При их выполнении пользуются известными правилами машиностроительного черчения в отношении типов линий (основная линия должна иметь толщину не более 0,8 мм),

штриховки сечений, нанесения размеров, применения масштабов, расположения видов, надписей и т.п.

При выполнении чертежей планов зданий, фасадов и разрезов применяют масштабы 1:50, 1:100, 1:200, строительных конструкций - 1:5, 1:10, 1:20. В строительном черчении применяют известные по ГОСТ 2.306-68 графические обозначения для металла, бетона, дерева, неметаллических материалов и т.д. При изображении стен в разрезе во многих случаях их не штрихуют. О разрезе стен судят по усиленной обводке контуров частей здания.

Условные обозначения окон и дверей на чертежах, разрезов и фасадов зданий выполняют в соответствии с ГОСТ 21.107-78 в принятом для данного чертежа масштабе. Отдельные данные из этого стандарта приведены в табл.35.1

Размеры на строительных чертежах наносят: на планах и разрезах зданий - в миллиметрах или в сантиметрах, в последнем случае это оговаривается на чертеже; на рабочих чертежах - в миллиметрах; по высоте и на генеральных планах - в метрах.

Размерные линии на строительных чертежах допускается заканчивать засечкой под углом 45°, концы которой выступают за границу выносной линии на 2.3 мм, также допускается повторение размеров и нанесение их в виде замкнутой цепи.

Изображение, полученное в результате мысленного рассечения здания горизонтальной плоскостью на высоте 20...30 см выше подоконной доски, называют планом здания. На плане показывают расположение помещений. Координационные оси наружных и капитальных внутренних стен должны совпадать. Расстояния между этими осями должны соответствовать номинальному размеру и быть кратными 100 мм. В типовых проектах (рис. 35.1) в зависимости от конкретных требований могут меняться планировочные параметры, размеры оконных проемов, толщина стен. Учащийся по выбранным параметрам вычерчивает в двух проекциях (план и разрез) часть заданного ему здания — однопролетного. Здание, приведенное на рисунке, каркасное одноэтажное. Координационные оси проходят через центр сечения колонн. Эти оси наносят штрихпунктирными линиями, они продолжены за контур изображения и обозначены марками в кружках диаметром 6 мм при масштабе 1:400 и мельче, диаметром 8 мм для масштабов изображений 1:200 и крупнее. Маркировка продольных осей выполнена прописными русскими буквами А, Б, ... (исключается буква О), поперечных осей — арабскими цифрами.

На планах здания на расстоянии не менее 12... 16 мм от контура проводят размерные линии с расстоянием между ними 6... 8 мм. На первой линии проставляют размеры оконных и дверных проемов и простенков между ними, на второй — размеры между смежными осями, на третьей —размеры между крайними осями.

Стены зданий самонесущие, опирающиеся на ленточные фундаменты. Колонны сборные железобетонные, установлены на столбчатые фундаменты. Перекрытие — железобетонные стропильные фермы, опирающиеся на колонны. Покрытие запроектировано из сборного железобетонного крупнопанельного настила. Термоограждающая часть покрытия — платный утеплитель и рулонный гидроизоляционный ковер на асфальтовой стяжке. Окна двухсветные, глухие, с железобетонными переплетами. Двери в дверных проемах металлические. Полы цементные. Внутри цеха имеются подкрановые балки для мостового крана и подъездные железнодорожные пути.

Разрезом называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью. Разрезы на строительных чертежах служат для выявления объемного и конструктивного решения здания, взаимного расположения отдельных конструкций, помещений и т. п. Разрезы бывают архитектурные и конструктивные.

На разрезах зданий рекомендуется изображать не все элементы, расположенные за секущей плоскостью, а только те, которые находятся в непосредственной близости от нее.

Это могут быть колонны, фермы, балки, открытые лестницы, площадки, подъемно-транспортное оборудование и т. п.

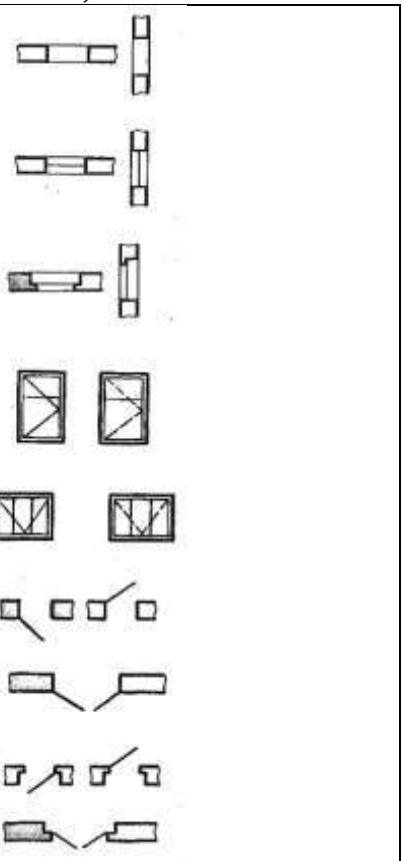
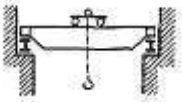
На разрезах здания без подвалов грунт и элементы конструкций, расположенные ниже фундаментных балок и верхней части ленточных фундаментов, не изображают. Контуры тоннелей показывают схематически тонкой штриховой линией.

В разрезах зданий и сооружений пол на грунте изображают одной сплошной толстой линией. Пол на перекрытии и кровле вычерчивают одной сплошной тонкой. Такое изображение пола на грунте и перекрытии и кровли дается независимо от числа слоев в их конструкции.

Ход работы:

По табл. 8 выбрать для своего варианта вид здания и ряд параметров его конструкции. Подобрать масштаб изображений здания на листе формата А3. Оформить чертеж согласно ГОСТам. В учебных проектах (рис. 35.1) есть конкретные требования и меняются планировочные параметры: размеры оконных проемов, толщина стен. Студенты по выбранным параметрам вычерчивает в двух проекциях (план и разрез) часть заданного ему здания — однопролетного. Здание, приведенное на рисунке, каркасное одноэтажное. Координационные оси проходят через центр сечения колонн.

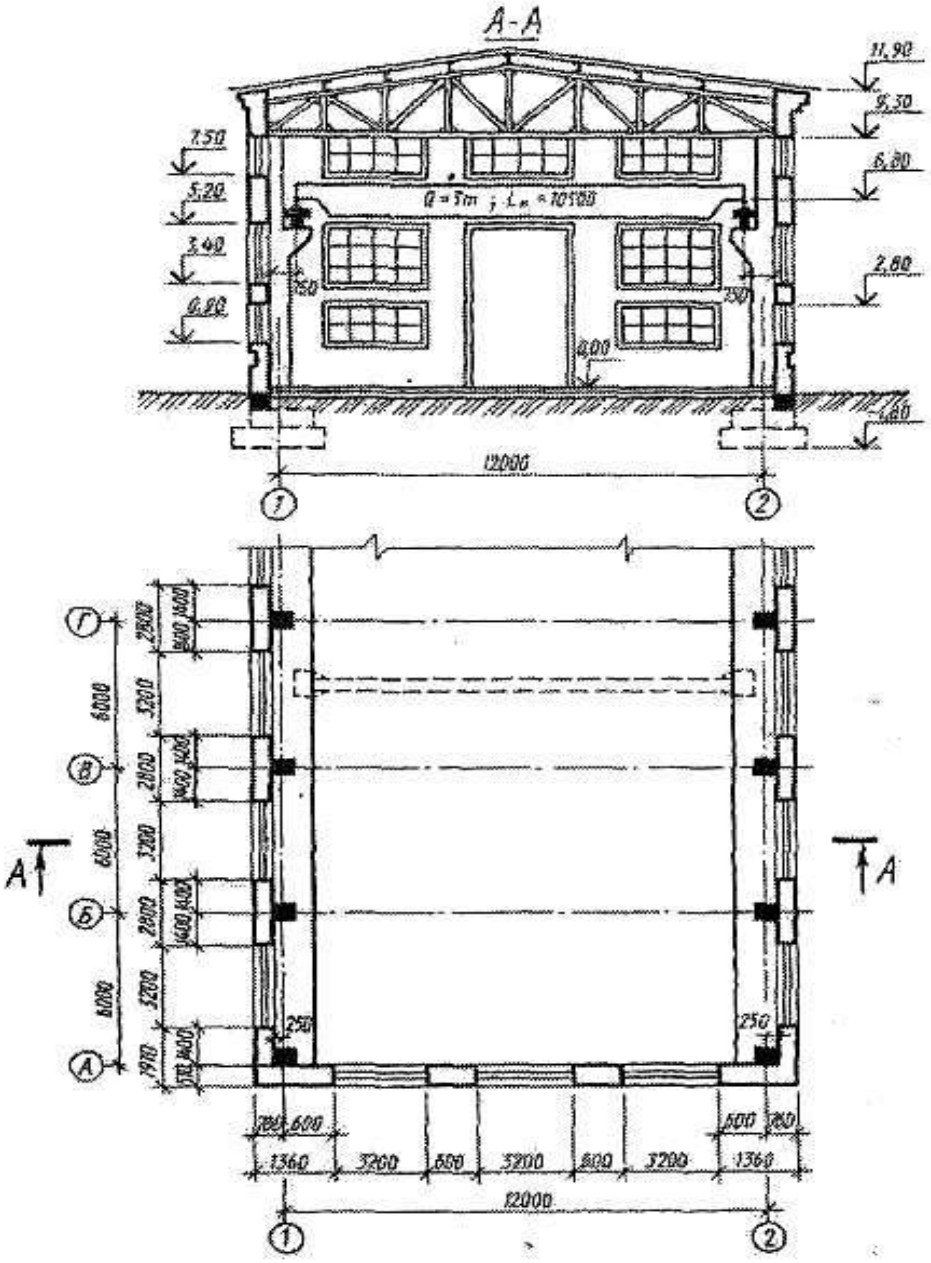
Табл. 35.1.Условные изображения окон и дверей (ГОСТ 21.107—78*)

1. Проем без четвертей в стене или перегородке окна	
2. Проем оконный без четвертей в плане и разрезе	
3. Проем оконный с четвертями в плане и разрезе	
4. Переплет оконный одинарный и спаренный с боковым подвесом на фасаде, открывающийся соответственно наружу и внутрь	
5. Переплет оконный одинарный и спаренный с верхним подвесом на фасаде, открывающийся соответственно наружу и внутрь двери (ворота)	
6. Дверь (ворота) однопольная в проеме без четвертей в плане	
7. Дверь (ворота) двупольная в проеме без четвертей в плане	
8. Дверь (ворота) однопольная в проеме с четвертями в плане	
9. Дверь (ворота) двупольная в проеме с четвертями в плане 112	
10. Кран мостовой.	

Порядок выполнения листа. Согласно своего варианта, подобрав масштаб изображений здания, на листе формата А3 начертить план и разрез производственного здания с расстановкой оборудования. Оформить чертеж согласно ГОСТам. Здание, приведенное на рисунке, каркасное одноэтажное. Координационные оси проходят через центр сечения колонн. Условные изображения окон и дверей (ГОСТ 21.107—78*) см. в табл. 35.1 Размеры оборудования уточнить у преподавателя (или материал практи

Контрольные вопросы:

1. В каких единицах измеряются линейные размеры на строительных чертежа?
2. В какой последовательности вычерчивается строительный чертеж?
3. Какие изображения приведены на чертеже?
4. В чем особенности оформления фасада?
5. Что называется разрезом?
6. Что изображается на разрезе?
7. Какие требования для оформления разрезов?
8. Основные части промышленного здания?



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №35.

Тема21. Строительное черчение

Построение плана мастерской с расстановкой оборудования.

Цель работы: Совершенствование навыков и умений в выполнении и чтении строительных чертежей. Изучение правил расположения оборудования на строительных чертежах.

Перечень используемого оборудования

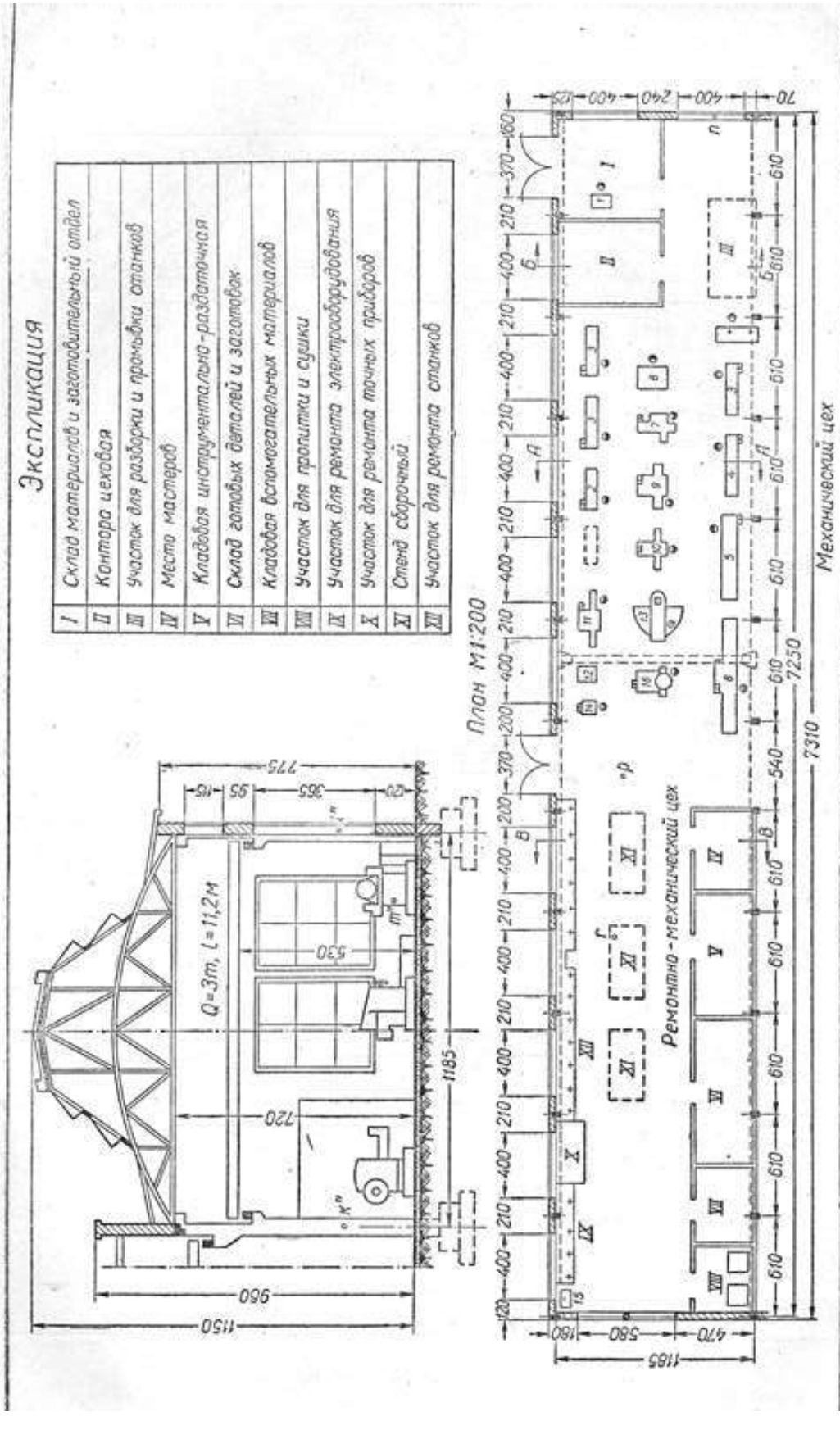
Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага,

набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

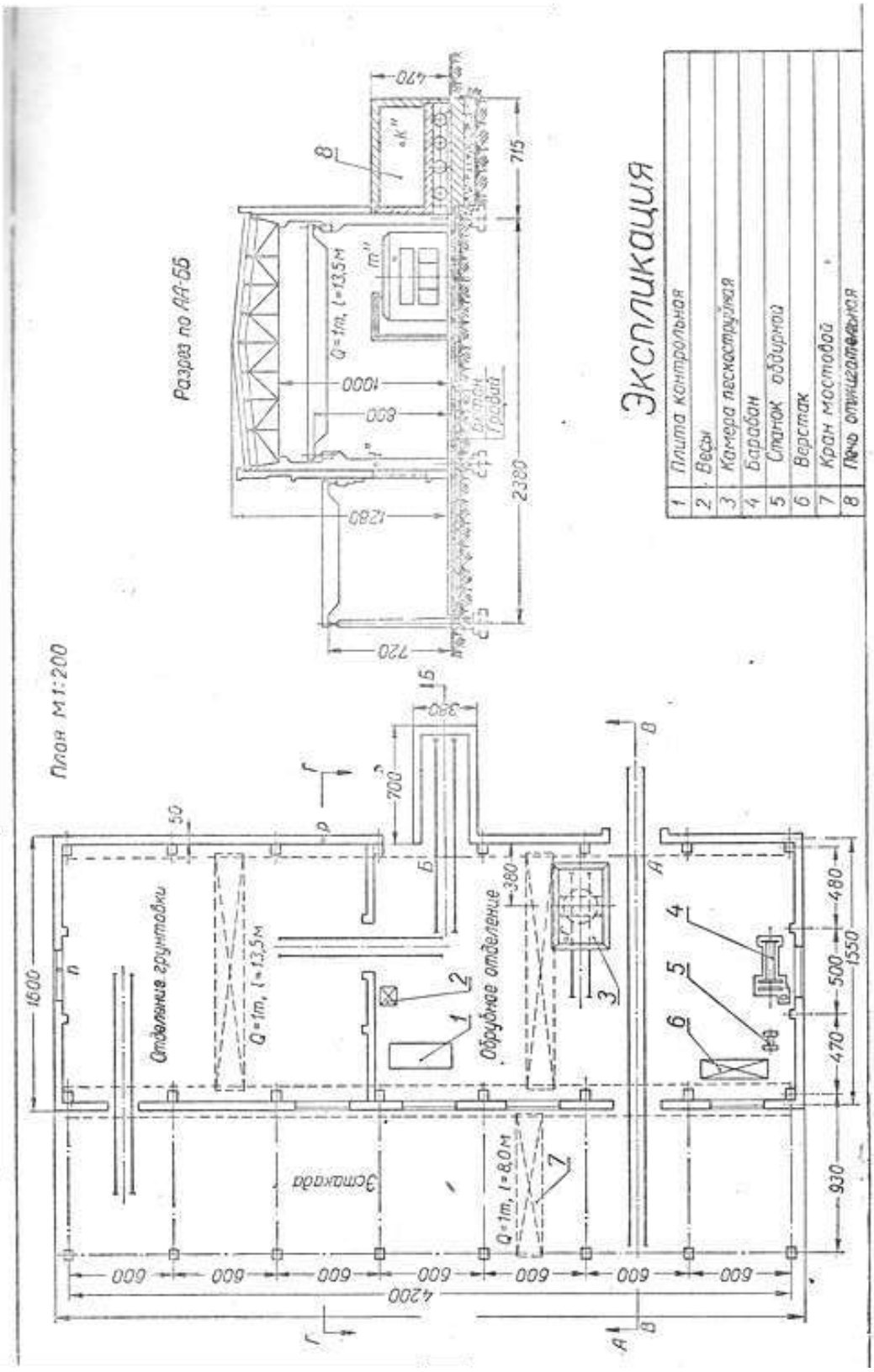
Теоретическая часть

Размещение оборудования выполняется в масштабе, согласно паспортным данным. Нужно учитывать технологические расстояния от стен и между оборудованием

Вариант 1.



Вариант 2.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №36.

Тема22. Схемы.

Выполнение и чтение схем.

Цель работы: Изучение условных графических обозначений, применяемых в схемах, по действующим в стране стандартам, приобретение навыков по вычерчиванию схем и их чтению.

Перечень используемого оборудования

Приспособления, принадлежности и материалы: чертежная доска, чертежная бумага, набор карандашей, ластик, рейсшина, линейки и треугольники, транспортир

Теоретическая часть

Изучение принципа и последовательности действий различных устройств по чертежам часто весьма затруднено. Поэтому, кроме чертежей, иногда составляют специальные схемы, позволяющие значительно быстрее разобраться в принципе и последовательности действий элементов того или иного устройства.

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними изображены условно. ГОСТ 2.701-76 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем (кроме электрических схем).

В зависимости от характера элементов и линий связей, входящих в состав устройства, схемы подразделяются на виды, каждый из которых часто обозначается буквой: кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э), оптические (Л) и др.

Схемы в зависимости от основного назначения делятся на типы, каждый из которых часто обозначается цифрой:

а) структурные схемы (цифра 1) служат для общего ознакомления с изделием и определяют взаимосвязь составных частей изделия и их назначение; элементы схемы вычерчиваются простыми геометрическими фигурами (прямоугольниками) и прямыми линиями;

б) функциональные схемы (цифра 2) поясняют процессы, протекающие в изделии или в его функциональной части;

в) принципиальные (полные) схемы определяют

полный состав элементов изделия и связей между ними, давая детальное представление о принципах действия изделия (принципиальные схемы обозначаются цифрой 3);

г) схемы соединений (монтажные) показывают соединения составных частей изделия, а также места присоединений и вводов и выявляют провода, кабели, трубопроводы и их арматуру (схемы соединений обозначаются цифрой 4);

д) схемы подключения (цифра 5) показывают внешнее подключение изделия.

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например, схема гидравлическая принципиальная, схема электрическая функциональная и т. п. Шифр схемы, входящий в состав ее обозначения, состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей ее тип. Например, схема гидравлическая принципиальная имеет шифр ГЗ, схема электрическая структурная-Э1.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, может быть разработана комбинированная схема, содержащая элементы и связи разных видов. Комбинированная схема обозначается буквой С, а ее наименование определяется комбинированными видами и типом (например, схема принципиальная, гидрокинематическая).

При составлении схем применяются следующие термины:

1. Элемент схемы - составная часть схемы, выполняющая определенную функцию (назначение) в изделии, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, насос, соединительная муфта, конденсатор, резистор и т.п.).
2. Устройство-совокупность элементов, представляющая одну конструкцию (например, механизм храповой, печатная плата, шкаф).
3. Функциональная группа-совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и необъединенных в одну конструкцию.
4. Функциональная часть-элемент, оборудование или функциональная группа.

5. Линия взаимосвязи - отрезок линии на схеме, показывающей связь между функциональными частями изделия.

Схемы выполняются на листах стандартного формата (ГОСТ 2.301-68 и СТ СЭВ 140-74) с основной надписью для чертежей и схем по ГОСТ 2.104-68 и СТ СЭВ 365-76.

При выполнении схемы не соблюдаются масштабы. Действительное пространственное расположение составных частей изделия может на схеме не учитываться или учитываться приближенно.

Элементы, входящие в состав изделия, изображаются на схемах, как правило, в виде условных графических обозначений, устанавливаемых стандартами ЕСКД. Связь между элементами схемы показывается линиями взаимосвязи, которые условно представляют собой трубопроводы, провода, кабели, валы.

На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи, изображаемых горизонтальными и вертикальными участками. Схемы следует выполнять компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения.

Элементы, составляющие отдельное устройство, допускается выделять на схемах штрихпунктирными тонкими линиями

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на действие изделия. Эти элементы и их связи изображаются тоже тонкими штрихпунктирными линиями. Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная от двигателя.

Условные обозначения для кинематических схем установлены ГОСТ 2.770—68; наиболее часто встречающиеся из них приведены в таблице 35.1.

Условные знаки, применяемые в схемах, вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения. Однако соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов должно примерно соответствовать действительному соотношению их размеров. При повторении одних и тех же знаков нужно выполнять их одинакового размера.

При изображении валов, осей, стержней, шатунов и других деталей применяют сплошные линии толщиной Подшипники, зубчатые колеса, шкивы, муфты, двигатели обводят линиями примерно в 2 раза тоньше.

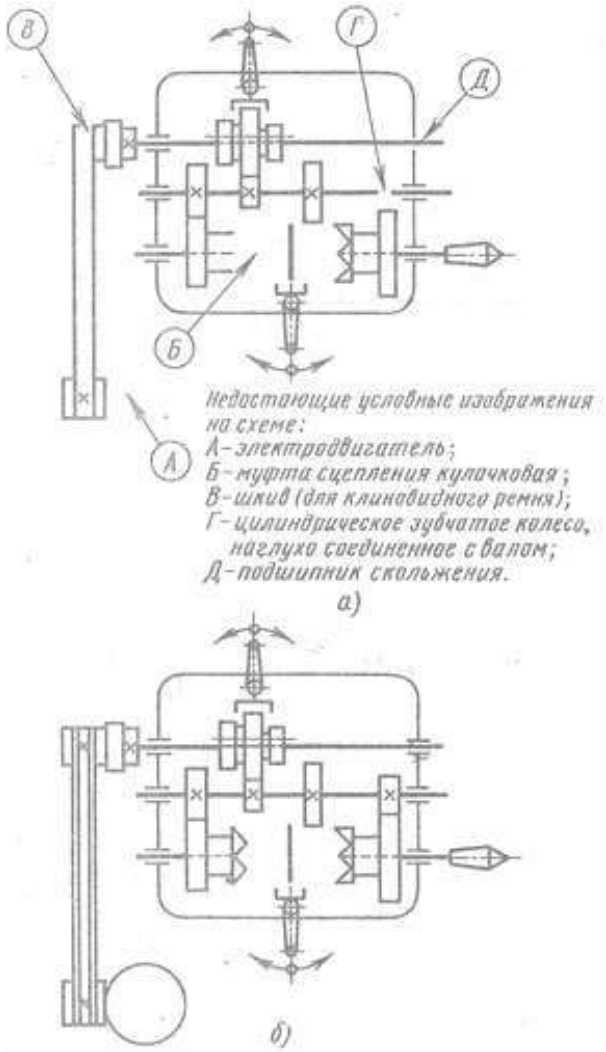
Тонкой линией вычерчивают оси симметрии, окружности зубчатых колес, шпонки, цепи.

При выполнении кинематических схем делают надписи. Для зубчатых колес указывают модуль и число зубьев. Для шкивов записывают их диаметры и ширину.

№ п/п	Наименование	Наглядное изображение	Условное обозначение
8	Передача цепью (без уточнения типа цепи)		
9	Передачи зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев); б) то же, с прямыми зубьями; в) с косыми зубьями		а) б) в)
10	Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): а) общее обозначение без уточнения типа зубьев; б) с прямыми зубьями; в) со спиральными зубьями; г) с круговыми зубьями		а) б) в) г)
11	Передача зубчатая реечная (без уточнения типа зубьев)		
12	Винт, передающий движение		
13	Гайка на винте, передающем движение: а) неразъемная; б) разъемная		а) б)
14	Электродвигатель		M
15	Пружины: а) сжатия; б) растяжения; в) коническая		а) б) в)

Мощность электродвигателя и частоту вращения также указывают надписью типа N = 3,7 кВт, п = 1440 об/мин с указанием этого устройства.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают



порядковый номер, начиная от двигателя.

Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы — арабскими. Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски. Под полкой указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

Если схема сложная, то для зубчатых колес указывают номер позиции, а к схеме прикладывают спецификацию колес.

Чтение кинематических схем рекомендуется начинать с изучения технического паспорта, по которому знакомятся с устройством механизма. Затем переходят к чтению схемы, находя основные детали, пользуясь при этом их условными обозначениями, часть из которых приведена в таблице. Чтение кинематической схемы следует начинать от двигателя, дающего движение всем основным деталям механизма, и идти последовательно по ходу передачи движения

Ход работы:

Перечертить схему и дополнить ее изображениями недостающих деталей в местах, указанных стрелками с буквами.

II. Прочитать кинематическую схему: ответить на вопросы ко всем заданиям.

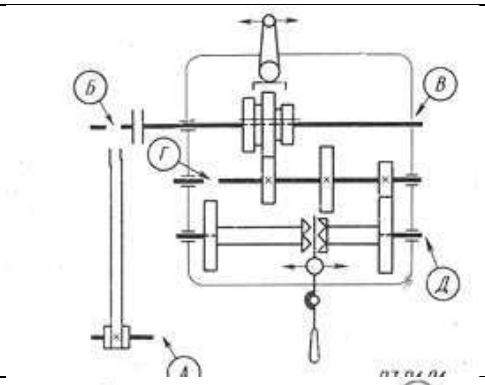
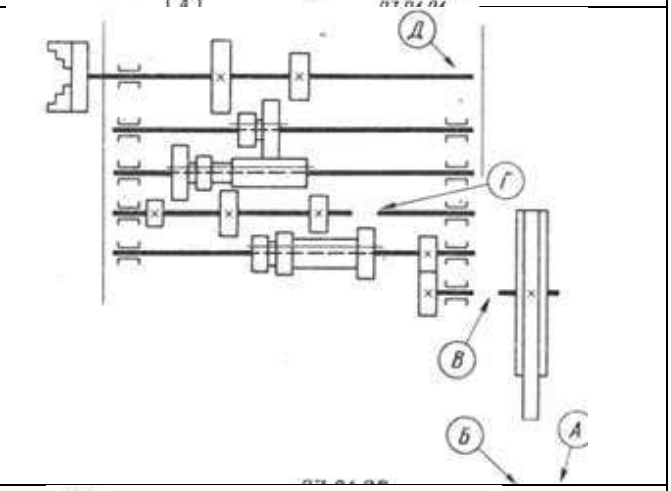
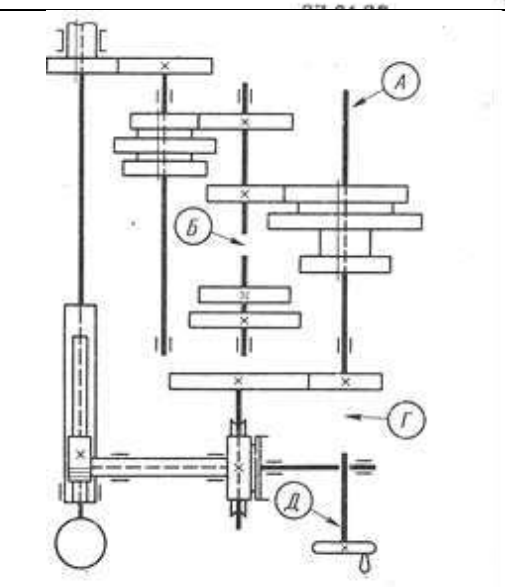
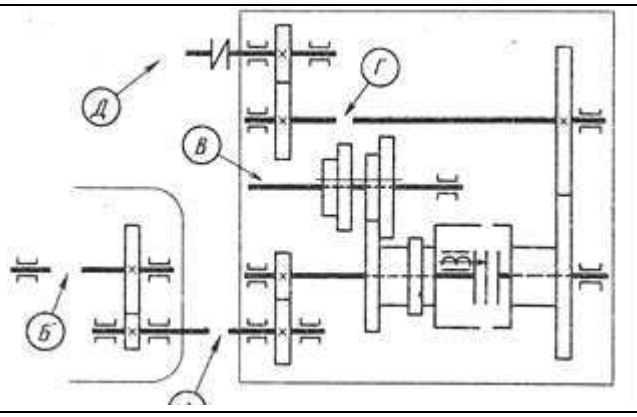
Краткие пояснения к заданию. Основная задача, которая стоит перед учащимися — это демонстрация умения прочитать кинематические схемы на основе знаний учебного материала и государственного стандарта 2.770—68.

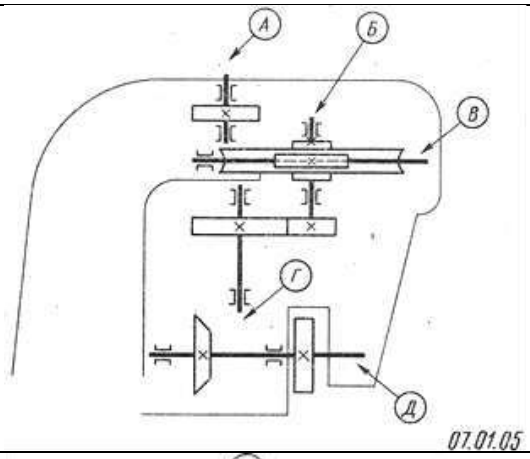
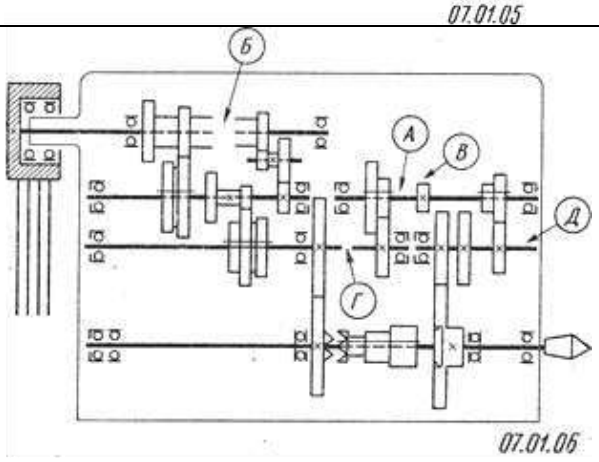
Вначале надо вычертить схему, а затем, выяснив условные изображения недостающих деталей, дополнить ими схему. Пример задания и его графического решения показан на рис. 35.1 а, б.

Контрольные вопросы:

1. В каких случаях пользуются чертежами-схемами?
2. Нужно ли соблюдать масштаб при вычерчивании условных обозначений на схемах?
3. Какие надписи наносятся на кинематических схемах?
4. Какие виды соединений между «втулками» и «валами» указаны на схеме?

Задания к практической работе

Задание 1. Наименование — Кинематическая схема коробки скоростей токарного станка. Недостающие условные обозначения на схеме: А — электромотор; Б — шкив (для клиновидного ремня); В — подшипник скольжения; Г— цилиндрическое зубчатое колесо, наглухо соединенное с валом; Д- центр.	
Задание 07.01.02. Наименование — Кинематическая схема коробки скоростей горизонтально-фрезерного станка. Недостающие условные изображения на схеме: А — электромотор; Б — шкив (для клиновидного ремня); В — тормоз конусный; Г— цилиндрическое зубчатое колесо, наглухо соединенное с валом; Д— подшипник скольжения радиальный.	
Задание 07.01.03. Наименование — Кинематическая схема механизма подач радиально-сверлильного станка 2856. Недостающие условные изображения на схеме: А — подшипник скольжения; Б — цилиндрическое зубчатое колесо, наглухо соединенное с валом; В — маховичок; Г—муфта кулачковая односторонняя; Д— подшипник скольжения радикальный.	
Задание 07.01.04. Наименование — Кинематическая схема коробки скоростей продольно-строгального станка 7933. Недостающие условные изображения на схеме: А — муфта эластичная; Б — передача зубчатая реечная с прямыми зубьями; В — подшипник скольжения радиальный; /"—цилиндрическое зубчатое колесо, наглухо соединенное с валом; Д— электромотор	

Задание 07.01.05. Наименование — Кинематическая схема коробки скоростей зубоотделочного станка 571. Недостающие условные изображения на схеме: А — электромотор; Б — цилиндрическое зубчатое .колесо, наглухо соединенное с валом; В — подшипник скольжения радиальный; Г— коническое зубчатое колесо, наглухо соединенное с валом; Д— подшипник скольжения радиальный	
Задание 07.01.06. Наименование — Кинематическая схема коробки скоростей токарно-винторез- нош станка 1А62. Недостающие условные изображения на схеме: А — подшипник качения радиальный; Б — муфта сцепления фрикционная дисковая двусторонняя; В — тормоз ленточный; Г— цилиндрическое зубчатое колесо, наглухо соединенное с валом; Д— подшипник качения радиально-упорный роликовый односторонний.	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №37.

Тема 23. Компьютерная графика.

Семинар-обсуждение письменных рефератов

Цель работы: Обсуждение вопроса «Преимущества в использовании САПР для выполнения чертежей, основные возможности Автокада».

Перечень используемого оборудования

Письменные рефераты

Теоретическая часть

Ход работы:

Вопросы семинара**:**

1. Возможности и краткая характеристика отечественных систем.
2. Преимущества в использовании САПР для выполнения чертежей, основные возможности Автокада.
3. Возможности и краткая характеристика импортных систем.

Особенности конструирования деталей машин системо

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Левина Н.С. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.С. Левина, С.В. Левин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 134 c. — 978-5-4487-0049-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66857.html
2. Леонова О.Н. Инженерная графика. Проекционное черчение [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Н. Леонова, Л.Н. Королева. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 c. — 978-5-9227-0758-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/74366.html

Дополнительная литература:

1. Павлова Л.В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 1. Основы начертательной геометрии. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.В. Павлова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 85 c. — 978-5-4487-0253-2 (ч. 1), 978-5-4487-0252-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75684.html
2. Павлова Л.В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.В. Павлова, И.А. Ширшова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 66 c. — 978-5-4487-0254-9 (ч. 2), 978-5-4487-0252-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75685.html
3. Уваров А.С. Инженерная графика для конструкторов в AutoCAD [Электронный ресурс] / А.С. Уваров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 360 c. — 978-5-4488-0060-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63591.html