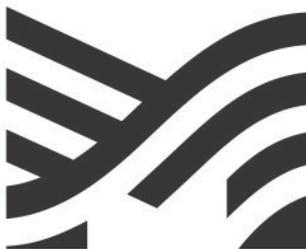


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ММРК имени И.И. Месяцева
ФГАОУ ВО «МГТУ»
И.В. Артеменко
«29» мая 2021 года



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ
РАБОТАМ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебной дисциплины: ОПЦ.01 Инженерная графика
программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)
специальности: 26.02.03 Судовождение
по программе базовой подготовки
форма обучения: очная

Мурманск
2021 г.

Рассмотрено и одобрено на заседании
Методической комиссии преподавателей
дисциплин профессионального цикла
специальностей отделения судовой
энергетики

Председатель МКо (МО/ ЦК)
_____ Е.В. Колянов

Протокол № ___ от «29» мая 2021 г.

Разработано

на основе ФГОС СПО по специальности
26.02.03 Судовождение, утвержденного
приказом Министерства образования и науки
РФ от 02 декабря 2020 г. № 691 и
Международная конвенция о подготовке и
дипломированию моряков и несении вахты
1978 года. Кодекс по подготовке и
дипломированию моряков и несению вахты
(Кодекс ПДНВ-78) в редакции от 25 июня
2010 года (с учетом Манильских поправок) с
поправками в части выполнения требований
раздела А-IV

Автор (составитель): Рожнова Т.Г., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ
ВО «МГТУ» _____
Ф.И.О., ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

Эксперт (рецензент) Быкова М.В., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ
ВО «МГТУ» _____
Ф.И.О., ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

Содержание

| | |
|---|---|
| Введение | 4 |
| Цели и задачи практической (лабораторной) работы | 4 |
| Требования к результатам освоения | 4 |
| Порядок выполнения практической (лабораторной) работы обучающихся | 6 |

Введение

1.1. Методические указания по практическим и лабораторным работам обучающихся по учебной дисциплины Инженерная графика в соответствии с ФГОС СПО по специальности 26.02.03 Судовождение базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 02 декабря 2020 г. № 691 и Международная конвенция о подготовке и дипломированию моряков и несении вахты 1978 года. Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ-78) в редакции от 25 июня 2010 года (с учетом Манильских поправок) с поправками в части выполнения требований раздела А-IV; учебного плана очной и заочной форм обучения, утвержденного 28.05.2021 г.

1.2 Цели и задачи практической (лабораторной) работы - требования к результатам освоения учебной дисциплины: обеспечить более высокий уровень подготовки обучающихся технического профиля.

1.3 Требования к результатам освоения:

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

У1 - выполнять технические схемы, чертежи и эскизы деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида;

У2 - разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию;

У3 - использовать средства машинной графики в профессиональной деятельности.

знать:

З1 - основные методы проецирования, современные средства инженерной графики; правила разработки, оформления конструкторской и технологической документации, способы графического представления пространственных образов.

Процесс изучения дисциплины Инженерная графика направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС СПО (табл. 1) .

Таблица 1 Компетенции, формируемые дисциплиной Инженерная графика в соответствии с ФГОС СПО

| Код компетенции | Содержание компетенции | Требования к знаниям, умениям, практическому опыту |
|-----------------|---|--|
| ОК 1. | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | У 1, У 2, У 3, З1 |
| ОК 2. | Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности | У 1, У 2, У 3, З1 |
| ОК 3. | Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие | У 1, У 2, У 3, З1 |
| ОК 4. | Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами | У 1, У 2, У 3, З1 |

| | | |
|---------|---|-------------------|
| ОК 5. | Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ОК 6. | Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ОК 7. | Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ОК 8. | Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ОК 9. | Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ОК 10. | Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ОК 11. | Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ПК 1.1. | Планировать и осуществлять переход в точку назначения, определять местоположение судна | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ПК 1.2. | Маневрировать и управлять судном | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ПК 1.3. | Обеспечивать использование и техническую эксплуатацию технических средств судовождения и судовых систем связи | У 1, У 2, У 3, 31 |
| ПК 3.1. | Планировать и обеспечивать безопасную погрузку, размещение, крепление груза и уход за ним в течение рейса и выгрузки | У 1, У 2, У 3, 31 |

Порядок выполнения практической (лабораторной) работы обучающихся

Практическая работа № 1.

Тема: Выполнение надписей чертежным шрифтом

Цель занятия: изучить ГОСТ 2.303-68 выполнения надписей чертежным шрифтом

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать способы начертания шрифтов, уметь выполнять надписи чертежным шрифтом.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Содержание и порядок выполнения работы

Основная надпись

Каждый конструкторский документ должен иметь основную надпись, содержащую общие сведения об изображаемых объектах. Формы, размеры, содержание, порядок заполнения основных надписей устанавливает ГОСТ 2.104-68. Основная надпись на чертежах и схемах должна соответствовать основной надписи, изображённой на рисунке 1. Образец заполнения основной надписи - на рисунке 2.

На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны. На листах больших форматов основную надпись можно располагать как вдоль короткой, так и вдоль длинной сторон.

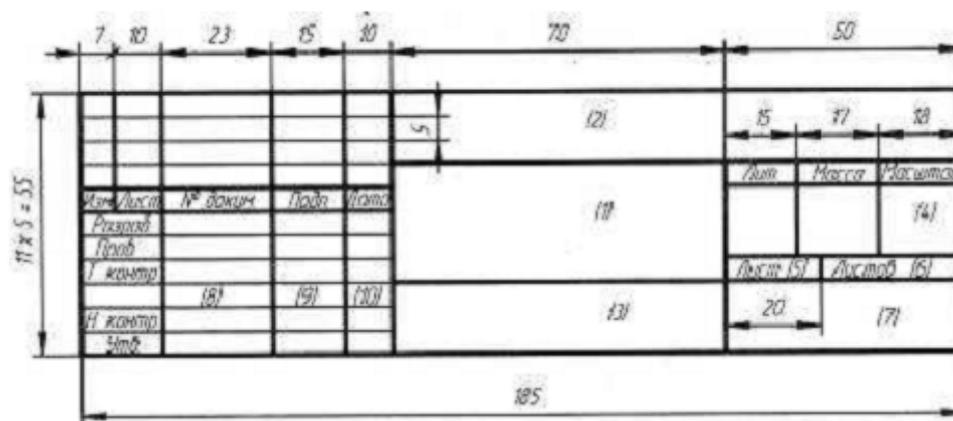


Рисунок 1 - Основная надпись на чертежах и схемах

В графах основной надписи на учебных чертежах указывают:

- в графе 1 - наименование изделия;
- в графе 2 - обозначение документа;
- в графе 3 - обозначение материала (графу заполняют только на чертежах дела);
- в графе 4 - масштаб;

- в графе 5 - порядковый номер листа;
- в графе 6 - общее количество листов документа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);
- в графе 7 - наименование организации, выпустившей документ (наименование учебного заведения и номер группы);
- в графе 8 - фамилии лиц, подписавших документ;
- в графе 9 - собственноручные подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 8;
- в графе 10 - дата подписания документа с указанием числа, месяца, года.

| | | | | | | | | |
|----------|------|---------|------|-------|-----------------------|------|--------|---------|
| | | | | | □□□.23.02.03.1042.18 | | | |
| Имя | Лист | № докум | Подп | Дата | Кронштейн | Лист | Масса | Масштаб |
| Рязань | | Иванов | | 14.99 | | | | 1:1 |
| Павлов | | Петров | | 14.99 | Сталь 20 ГОСТ 1050-88 | Лист | Листов | 1 |
| Г. Кантв | | | | | | | | |
| И. Кантв | | | | | | | | |
| Чит | | | | | | | | |

Рисунок 2 - Образец заполнения основной надписи

Шрифты

Надписи на чертежах должны выполняться чертёжным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Размеры шрифтов определяются высотой h прописных букв в миллиметрах (см. рисунок 3). На рисунке 4 приведен пример написания наиболее предпочтительного для учебной практики шрифта типа Б с наклоном 75° .



Рисунок 3 - Размеры шрифтов



Рисунок 4 - Пример написания наиболее предпочтительного для учебной практики шрифта типа Б

Параметры шрифта Б и размеры букв и цифр приведены в таблицах 1 и 2

Таблица 1 - Размеры шрифта

| Параметры шрифта | Обозначение | Относительный размер | | Размеры, мм | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|----------------------|-------|-------------|------|------|------|------|------|
| | | $(10/10)h$ | $10d$ | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 | 14,0 |
| Высота прописных букв | h | $(10/10)h$ | $10d$ | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 | 14,0 |
| Высота строчных букв | c | $(7/10)h$ | $7d$ | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| Толщина линий шрифта | d | $(1/10)h$ | d | 0,25 | 0,35 | 0,50 | 0,70 | 1,00 | 1,40 |
| Расстояние между буквами | a | $(2/10)h$ | $2d$ | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 2,0 | 2,8 |
| Минимальный шаг строк | b | $(17/10)h$ | $17d$ | 4,3 | 6,0 | 8,5 | 12,0 | 17,0 | 24,0 |
| Минимальное расстояние между словами | e | $(6/10)h$ | $6d$ | 1,5 | 2,1 | 3,0 | 4,2 | 6,0 | 8,4 |

Таблица 2 - Размеры букв и цифр

| Параметры шрифта | Обозначение | Относительный размер | | Размеры, мм | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|----------------------|-------|-------------|-----|-----|-----|------|------|
| | | $(10/10)h$ | $10d$ | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 | 14,0 |
| Высота прописных букв | h | $(10/10)h$ | $10d$ | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 | 14,0 |
| Ширина прописных букв и цифр: | | | | | | | | | |
| Г, Е, З, С, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0; | g | $(5/10)h$ | $5d$ | 1,3 | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 |
| А, Д, М, Х, Ю; | | $(7/10)h$ | $7d$ | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| Ж, Ф, Ш, Щ; | | $(8/10)h$ | $8d$ | 2,0 | 2,8 | 4,0 | 5,6 | 8,0 | 11,2 |
| Остальные буквы и цифра 4; | | $(6/10)h$ | $6d$ | 1,5 | 2,1 | 3,0 | 4,2 | 6,0 | 8,4 |
| Цифра 1 | | $(3/10)h$ | $3d$ | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 2,1 | 3,0 | 4,2 |
| Ширина строчных букв и цифр: | | | | | | | | | |
| э, с; | g | $(4/10)h$ | $4d$ | 1,0 | 1,4 | 2,0 | 2,8 | 4,0 | 5,6 |
| м, ы, ю; | | $(6/10)h$ | $6d$ | 1,5 | 2,1 | 3,0 | 4,2 | 6,0 | 8,4 |
| ф, ш, щ; | | $(7/10)h$ | $7d$ | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| Остальные буквы | | $(5/10)h$ | $5d$ | 1,3 | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 7,0 |

Практическая работа № 2

Тема: Деление отрезков и прямых на равные части Построение уклонов и конусности. Деление окружностей. Нанесение размеров на контур детали.

Цель занятия: изучить ГОСТ 2.303-68 для изображения изделий на чертежах.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать типы линий зависимости от их назначения, уметь изображать линии на чертежах различных типов.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Нанесение размеров

Правила нанесения размеров на чертежах и других документах устанавливает ГОСТ 2.307-68.

В данном пособии указаны основные правила нанесения размеров.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. (см. рисунок 1) Размеры бывают линейные - длина, ширина, диаметр, радиус и угловые - размеры углов. Линейные размеры указывают в миллиметрах, угловые - в градусах, минутах и секундах. Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или выносные и осевые линии. Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линии видимого контура и должна быть одинаковой для всех размерных линий чертежа, (см. рис 1.).



Рисунок 1 - Размеры на чертежах

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (см. рис.2).

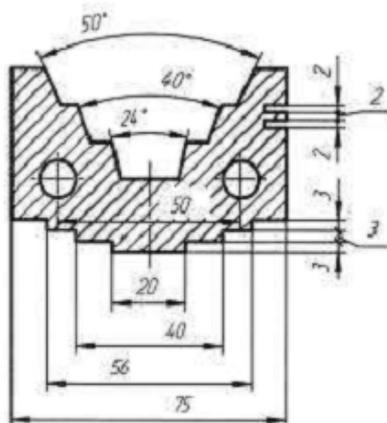


Рисунок 2 - Нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагаются как показано на рисунке 3, угловых на рисунке 4

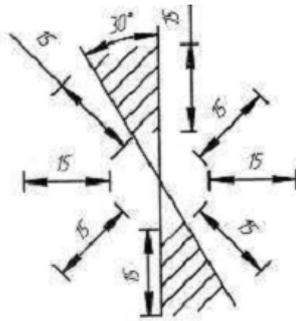


Рисунок 3 - Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий

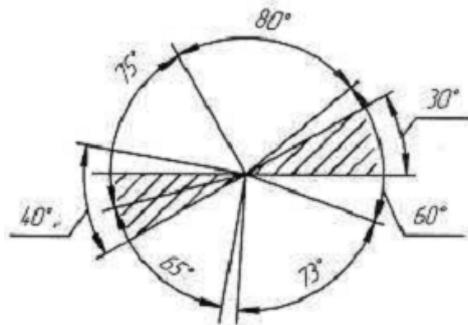


Рисунок 4 - Размерные числа линейных размеров при различных угловых размерных линиях

Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на рисунке 5

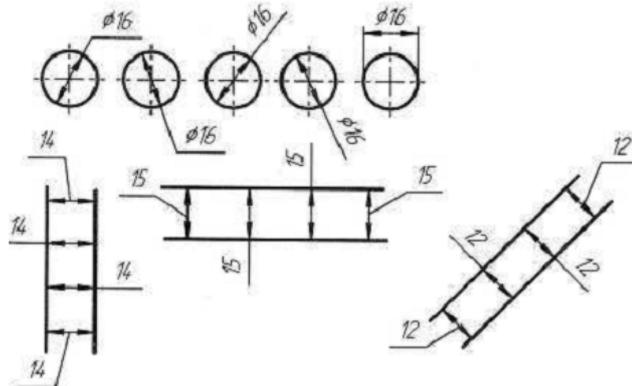


Рисунок 5 – Пример нанесения размерного числа при недостаточном месте для написания

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер (см.рис. 6). При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак « \varnothing ». Размеры квадрата наносят, как показано на рисунке 7. Высота знака « \square » должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

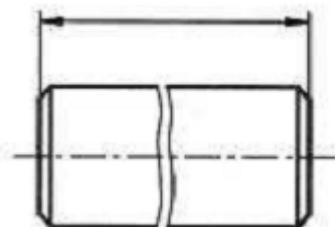


Рисунок 6 - Изображение изделия с разрывом размерную линию

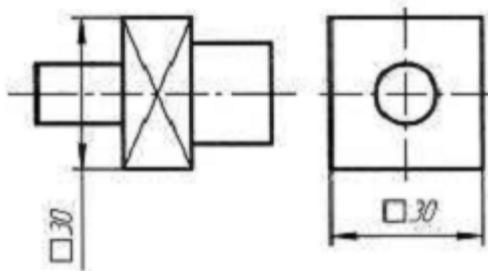


Рисунок 7 - Размеры квадрата

При нанесении размера радиуса стрелку размера начинают с центра дуги, перед размерным числом помещают прописную букву R (рисунок 8).

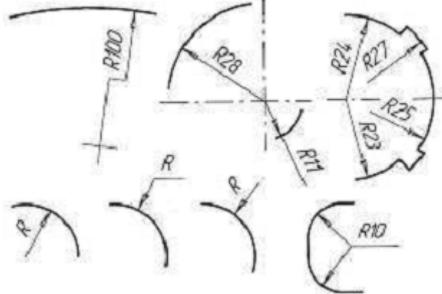


Рисунок 8 – Размер радиуса

Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак «Δ», острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса. Пример обозначения конусности приведен на рисунке 9. перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак «<», острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (см. рис. 10).

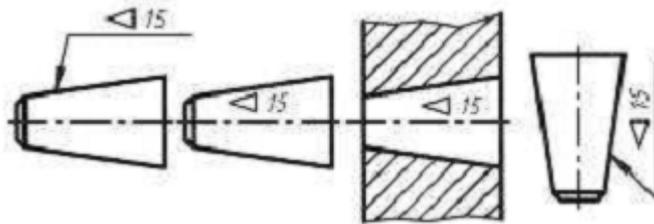


Рисунок 9– Пример обозначения конусности

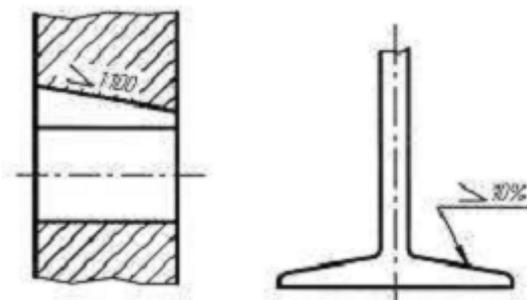


Рисунок 10 - Пример обозначения уклона

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рисунке 11. Размеры фасок под другим углом указывают по общим правилам - линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами.

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделий (например, отверстиями), рекомендуется наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (см. рис. 12).

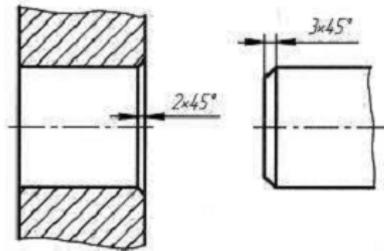


Рисунок 11 - Размеры фасок под углом 45°

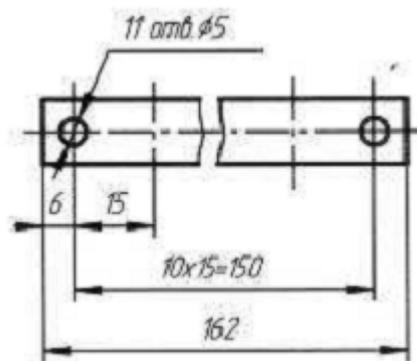


Рисунок 12 – Пример нанесения размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделий

Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров или оговаривать записью в технических требованиях чертежа.

Например:

18H7, 12e8 или $18^{+0,018}$, 45 ± 0.5 .

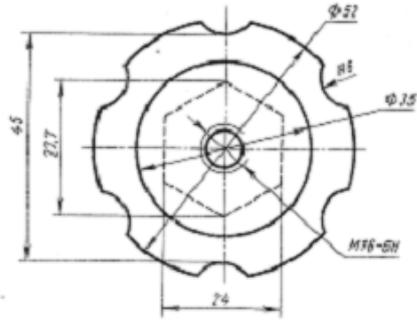
«Неуказанные предельные отклонения размеров : H14, h14, $\pm it14/2$ »

Задания для выполнения

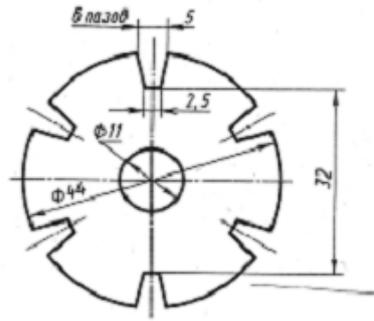
Задание Чертеж детали с применением геометрических построений.

Выполнить чертеж детали (рис. 13), нанести размеры. Деление окружности на равные части выполнять с помощью циркуля, используя изученные способы деления. Вариант задания соответствует порядковому номеру студента по журналу.

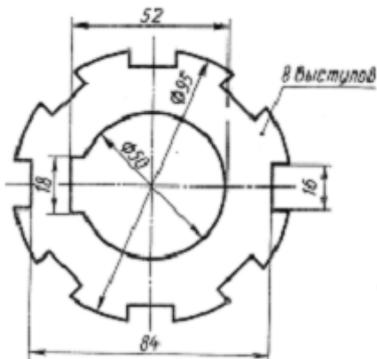
Варианты1,17



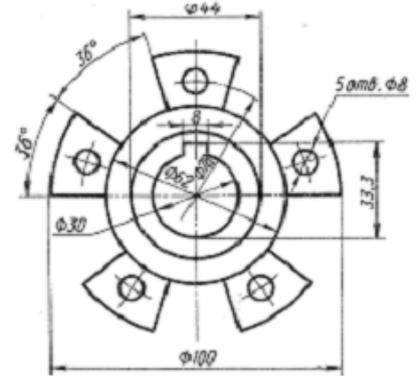
Варианты2,18



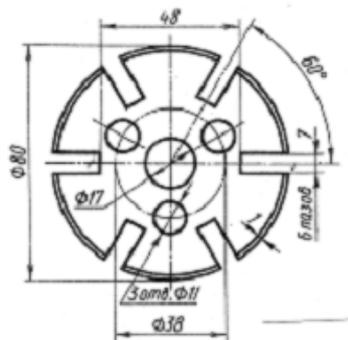
Варианты3,19



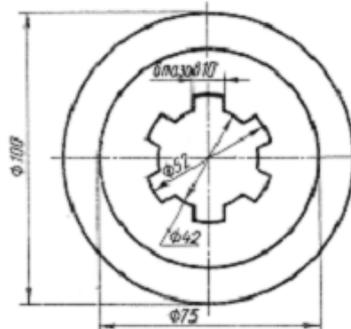
Варианты4,20



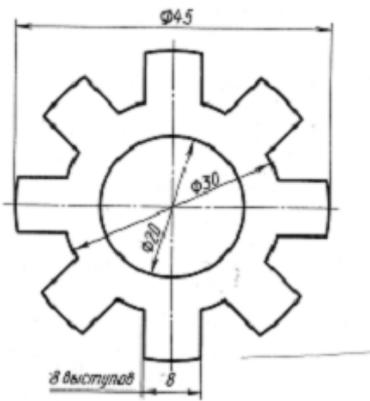
Варианты5,21



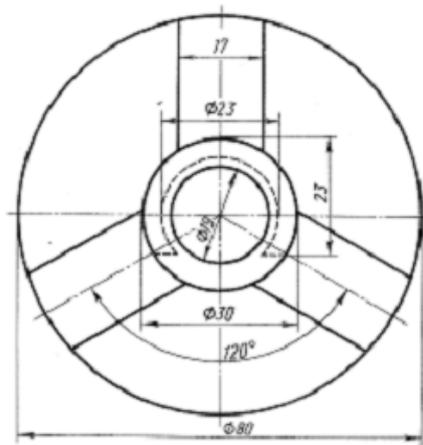
Варианты6,22



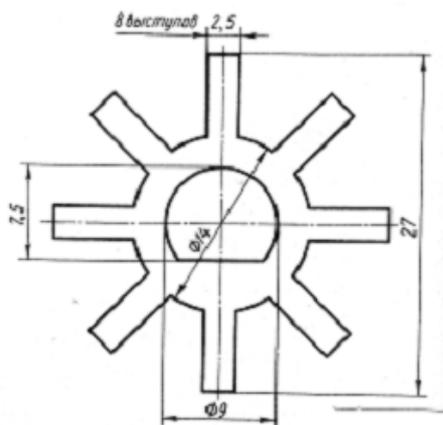
Варианты 7,23



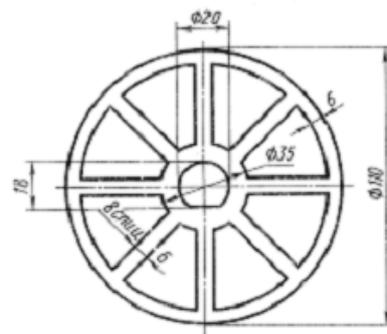
Варианты 8,24



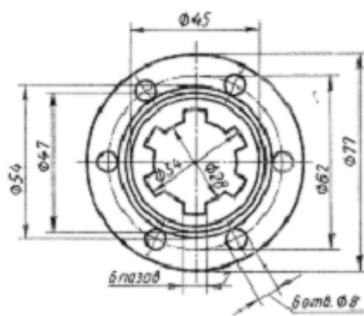
Варианты 9,25



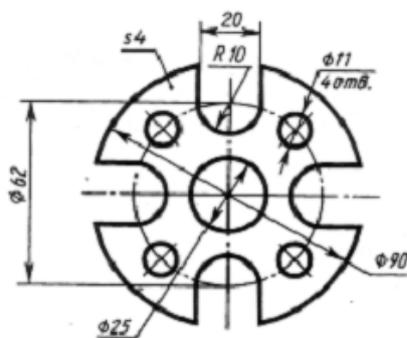
Варианты 10,26

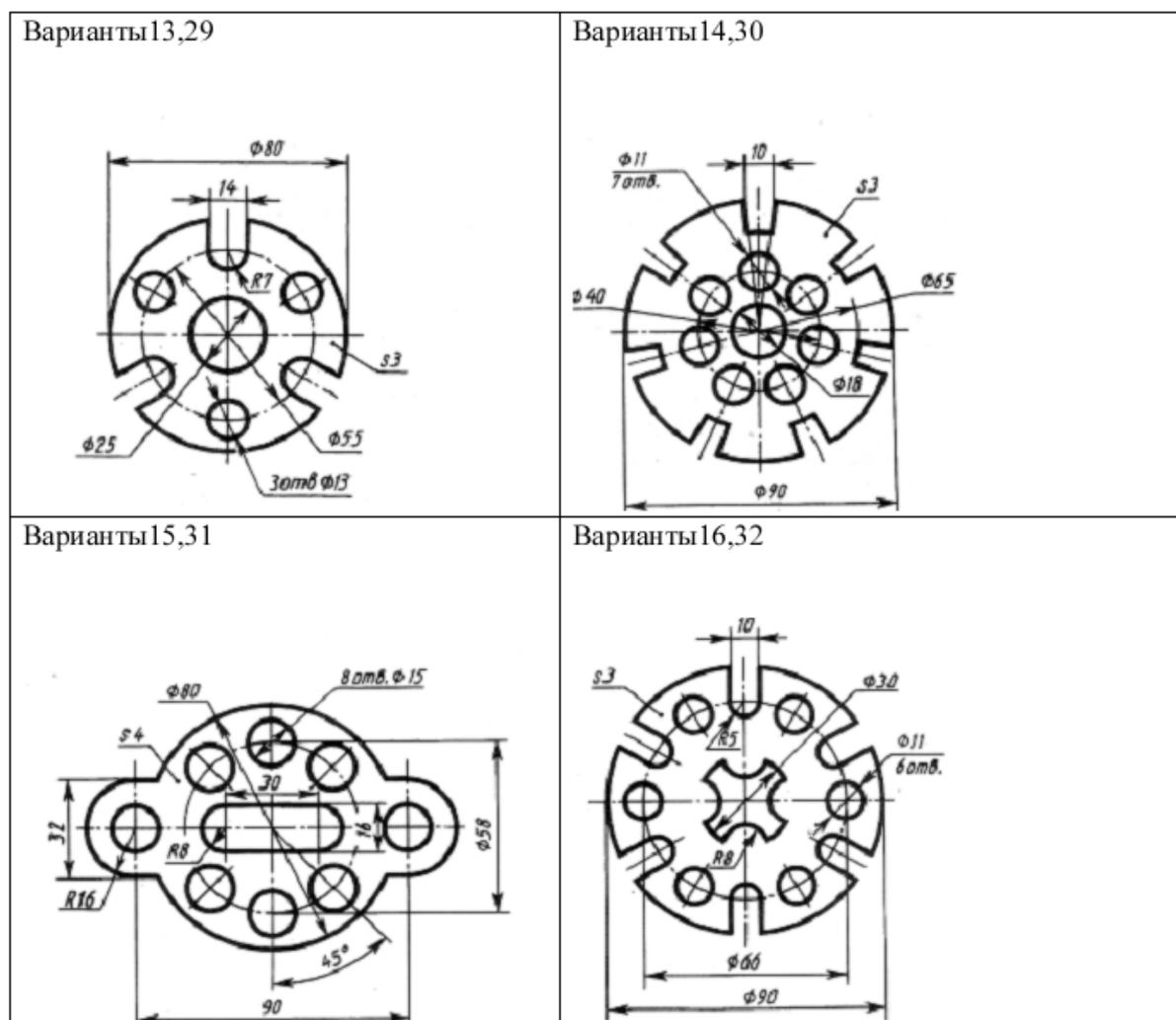


Варианты 11,27



Варианты 12,28





Практическая работа № 3.

Тема: Вычерчивание контура технической детали

Цель занятия: изучить способы сопряжений.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать способы сопряжений, уметь строить контуры деталей, обводку чертежей, простановку размеров

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Для выполнения графической работы по вычерчиванию контура технической детали необходимо проработать по учебнику следующие темы:

- 1 – линии чертежа
- 2 – простановка размеров на чертежах
- 3 - деление окружности на равные части и построение правильных вписанных многоугольников
- 4 - сопряжения;

Для правильного выполнения графической работы необходимо ознакомиться с ГОСТ 2.303-68 и 2.304-81 ЕСКД.

1. ГОСТ 2.303-68 (Приложение 1) рекомендует выбирать толщину линий, длину штрихов и промежутки между ними в зависимости от формата чертежей и размера изображений. При проведении линий на чертеже нужно добиваться соблюдения отношения толщин различных по типу линий, выдерживать длину штрихов и промежутков между ними.

При этом следует учитывать рекомендации:

- центровые линии в центре окружности должны обязательно пересекаться своими штрихами, а не точками;

- штрихи должны выходить за пределы окружности на 3 - 4 мм;

- штрихпунктирная линия должна заканчиваться штрихом, а не точкой.

При начертании линий размеры их элементов следует брать из табл. 1.

2. При вычерчивании контура технической детали, вначале изучите ее контур, симметричность по вертикали или горизонтали, определите:

- габаритные размеры и место расположения изображения на поле чертежа;

- проведите оси симметрии изображения для основной окружности. Эти две линии являются базами для отсчёта, других размеров;

- построение остальных частей детали проводите согласно изображению на чертеже от базы отсчета;

- выполните деление окружности на необходимое количество частей, постройте заданный контур с использованием окружностей или их центров;

- по заданным радиусам сопряжений, определите центры и точки сопряжений, и проведите необходимые сопряжения.

3. - Проставляя размеры отдельных элементов детали, нужно решить следующие вопросы:

- какими размерами можно определить форму того или иного элемента;

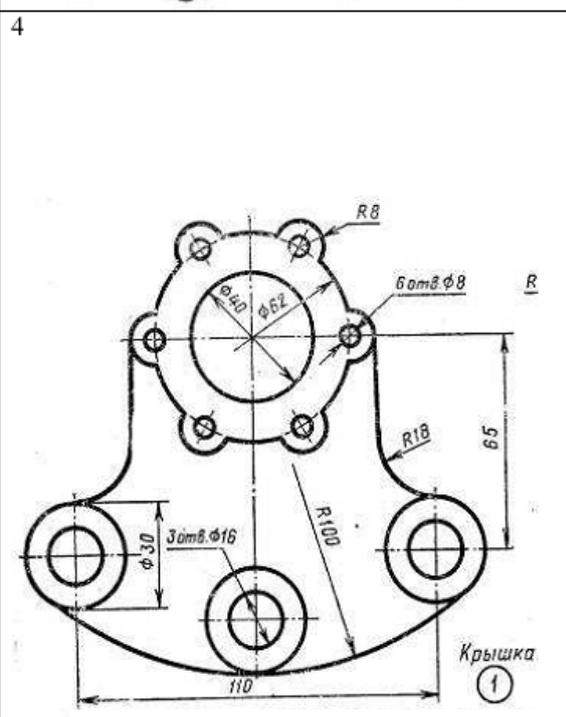
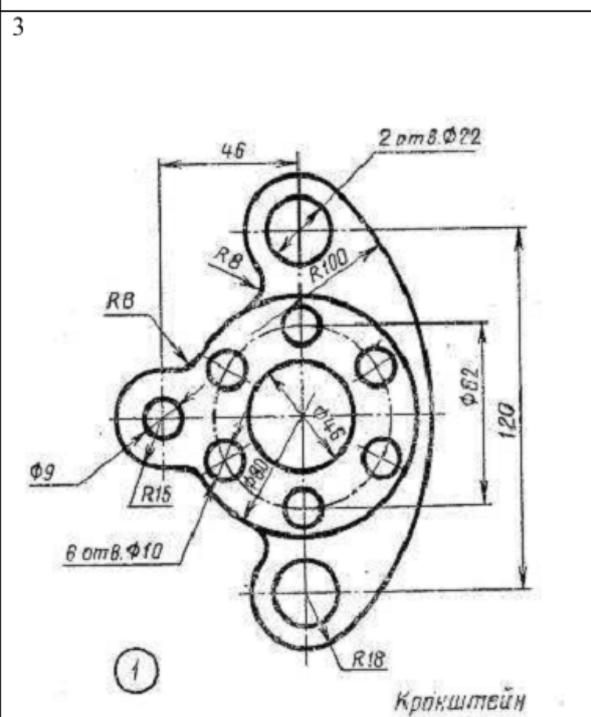
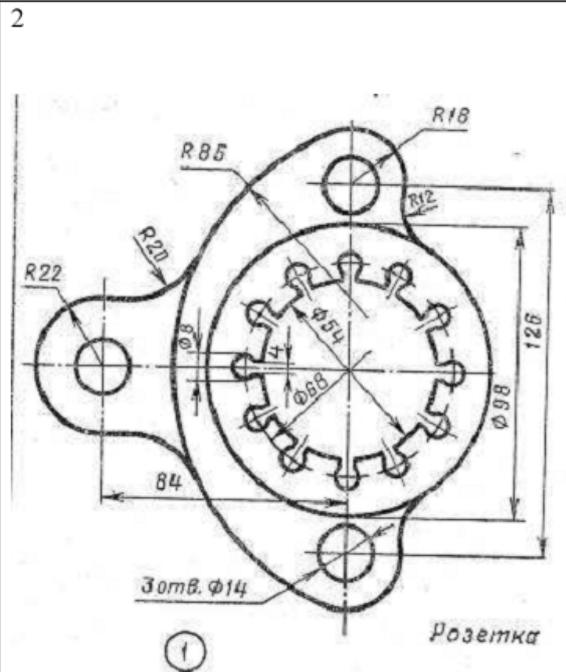
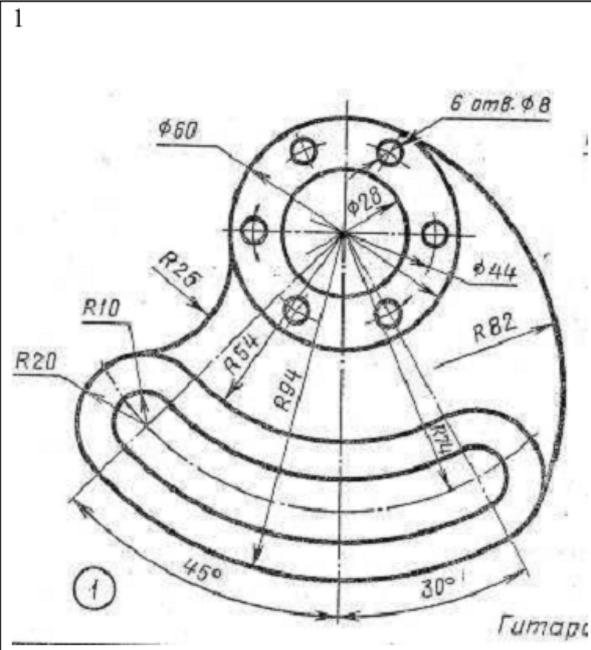
- его местоположение по отношению к какой-то выбранной базе или другому элементу;

- как расставить размеры всех элементов на чертеже, как скомпоновать их.

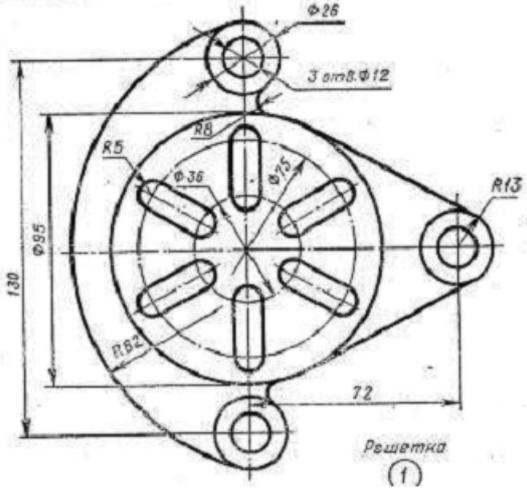
Нужно стремиться к тому, чтобы размеры одного и того же элемента были сосредоточены в одном месте (для удобства чтения) там, где этот элемент и его расположение наиболее наглядно и удобно читаются. Размерные числа должны иметь высоту 3,5 мм.

Задание: На листе формата А4 вычертить контур детали по своему варианту в масштабе 1:1, по заданным размерам, с применением правил построения сопряжений и деления окружности на части.

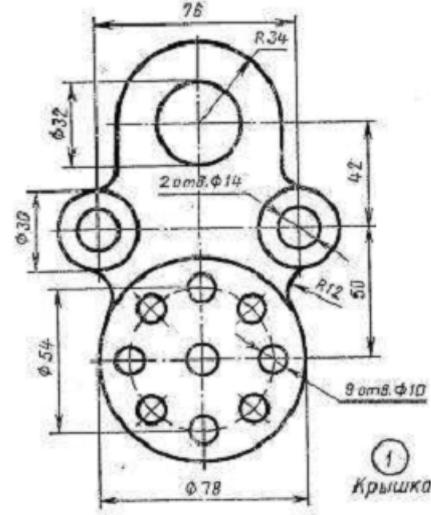
Варианты заданий:



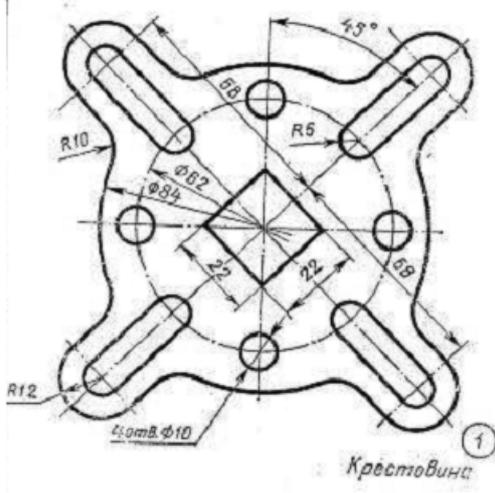
11



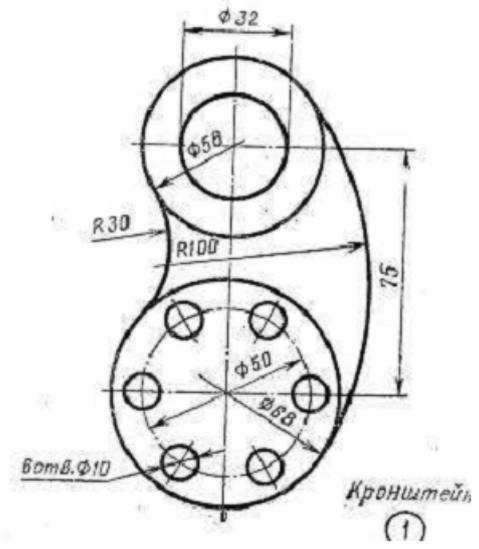
12



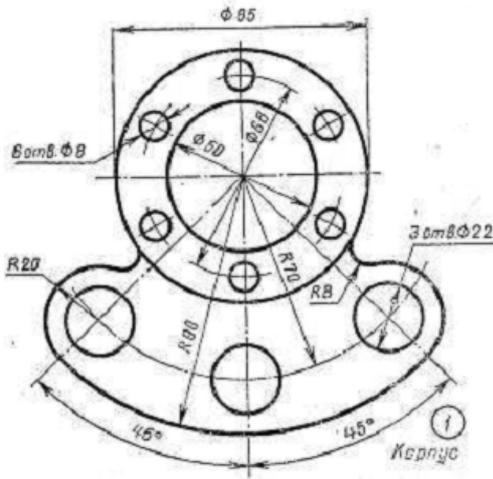
13



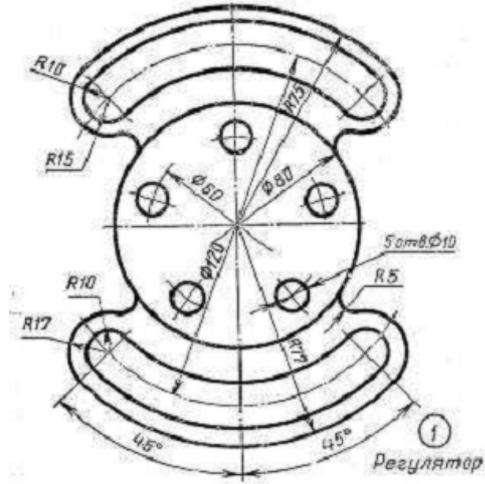
14



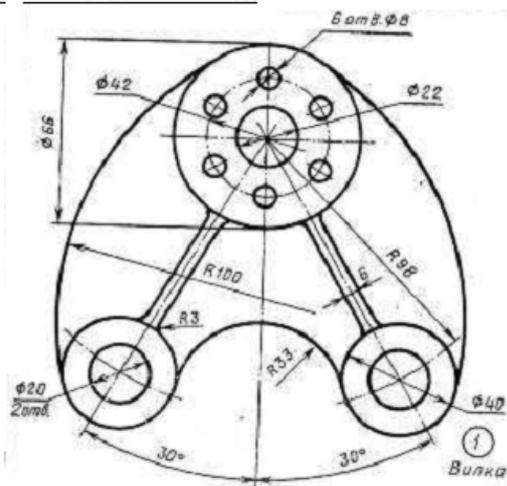
15



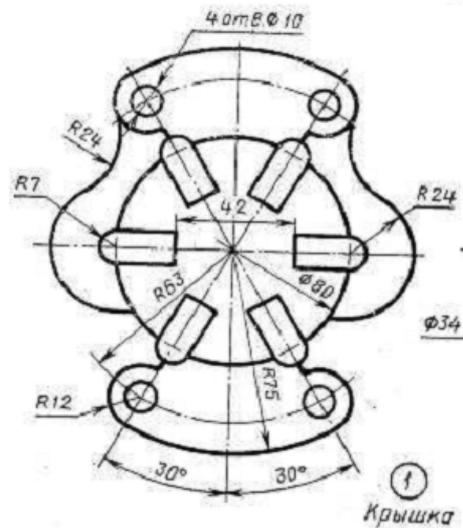
16



17



18



Порядок выполнения задания:

- 1 - определите габаритные размеры детали;
- 2 - выполните компоновку (определите ее положение на чертеже);
- 3 - для симметричной детали проведите ось симметрии;
- 4 - выполните контур детали, начиная с основной окружности;
- 5 - проставьте размеры в соответствии со стандартами ЕСКД;
- 5 - выполните обводку линий по ГОСТ 2.303-68
- 6 - завершая чертеж, проверьте правильность выполнения линий чертежа, стрелок, размерных чисел.
- 7 - заполните основную надпись.

При вычерчивании контуров технических деталей и других технических построениях часто приходится выполнять сопряжения (плавные переходы) от одних линий к другим и деление окружности на части. В приложении 3 приведены примеры деления окружности на части и построение сопряжений, когда задан радиус дуги сопряжения. В этом случае необходимо определить центр сопряжения и точки сопряжения. Обводку контура детали производят с помощью циркуля. При этом необходимо на чертеже сохранить линии построения центров и точек сопряжения.

Практическая работа № 4.

Тема: Основные сведения о видах проецирования: центральной, аксонометрической, прямоугольной. Комплексный чертеж. Точки, отрезки и их координаты.

Цель занятия: изучить ГОСТ 2.303-68 для изображения изделий на чертежах.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать методы и виды проецирования, понятие об эпюре Монжа, уметь строить проекций точки на комплексных чертежах.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Задание Проекция точек, принадлежащих поверхности геометрических тел

Варианты 1 и 13. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямой цилиндр. Координаты центра основания $O(X30, Y30)$. Диаметр оснований - 50мм. Высота цилиндра 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X30; Z60)$; В $(Y20; Z40)$ С $(X50; Y30)$; (D) $(X20; Z10)$

Варианты 2 и 14. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямой конус. Координаты центра основания $O(X30, Y30)$. Диаметр основания - 50мм. Высота конуса 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X30; Z60)$; В $(Y20; Z10)$ С $(X40; Y30)$; (D) $(X40; Z20)$

Варианты 3 и 15. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая трехгранная призма. Основания - правильные треугольники, вписанные в окружности диаметром 50мм. Координаты центров оснований $O(X30, Z30)$. Высота призмы 70мм. Координаты точек для построения: (А) $(X30; Z60)$; В $(Y30; Z40)$ С $(X40; Z30)$; (D) $(Y20; Z10)$

Варианты 4 и 16. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная четырехгранная пирамида. Основание вписано в окружность диаметром

50мм. Координаты центра основания $O(X_{30}D_{30})$. Высота пирамиды 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X_{30}; Z_{60})$; $B^{20}; Z_{10}$) $C(X_{40}; Y_{30})$; $(D)^{40}; Z_{20}$)

Варианты 5 и 17. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная пятигранная призма. Основания вписаны в окружности диаметром 50мм. Координаты центров оснований $O(X_{30}^{30})$. Высота призмы 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X_{30}; Z_{60})$; $B^{30}; Z_{40}$) $C(X_{40}; Z_{30})$; $(D)^{20}; Z_{10}$)

Варианты 6 и 18. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная пятигранная пирамида. Основание вписано в окружность диаметром

50мм. Координаты центра основания $O(X_{30}D_{30})$. Высота пирамиды 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X_{30}; Z_{60})$; $B^{20}; Z_{10}$) $C(X_{40}; Y_{30})$; $(D)^{40}; Z_{20}$)

Варианты 7 и 19. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямой усеченный конус. Координаты центра основания $O(X_{30}D_{30})$. Диаметр нижнего основания - 50мм, верхнего - 20мм. Высота конуса 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X_{30}; Z_{60})$; $B^{20}; Z_{20}$) $C(X_{40}; Y_{30})$; $(D)^{40}; Z_{30}$)

Варианты 8 и 20. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная усеченная четырехгранная пирамида. Нижнее основание вписано в окружность диаметром 50мм, верхнее - в окружность диаметром 20мм. Координаты центра основания $O(X_{30}D_{30})$. Высота пирамиды 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X_{30}; Z_{60})$; $B^{20}; Z_{20}$) $C(X_{40}; Y_{30})$; $(D)^{40}; Z_{30}$)

Варианты 9 и 21. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная усеченная пятигранная пирамида. Нижнее основание вписано в окружность диаметром 50мм, верхнее - в окружность диаметром 30мм. Координаты центра основания $O(X_{30}D_{30})$. Высота пирамиды 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X_{30}; Z_{60})$; $B^{20}; Z_{20}$) $C(X_{40}; Y_{30})$; $(D)^{40}; Z_{30}$)

Варианты 10 и 22. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная шестигранная призма. Основания вписаны в окружности диаметром

50мм. Координаты центров оснований $O(X30; Z30)$. Высота призмы 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X30; Z60)$; $B(30; Z40)$ $C(X40; Z30)$; $(D)^{20; Z10}$

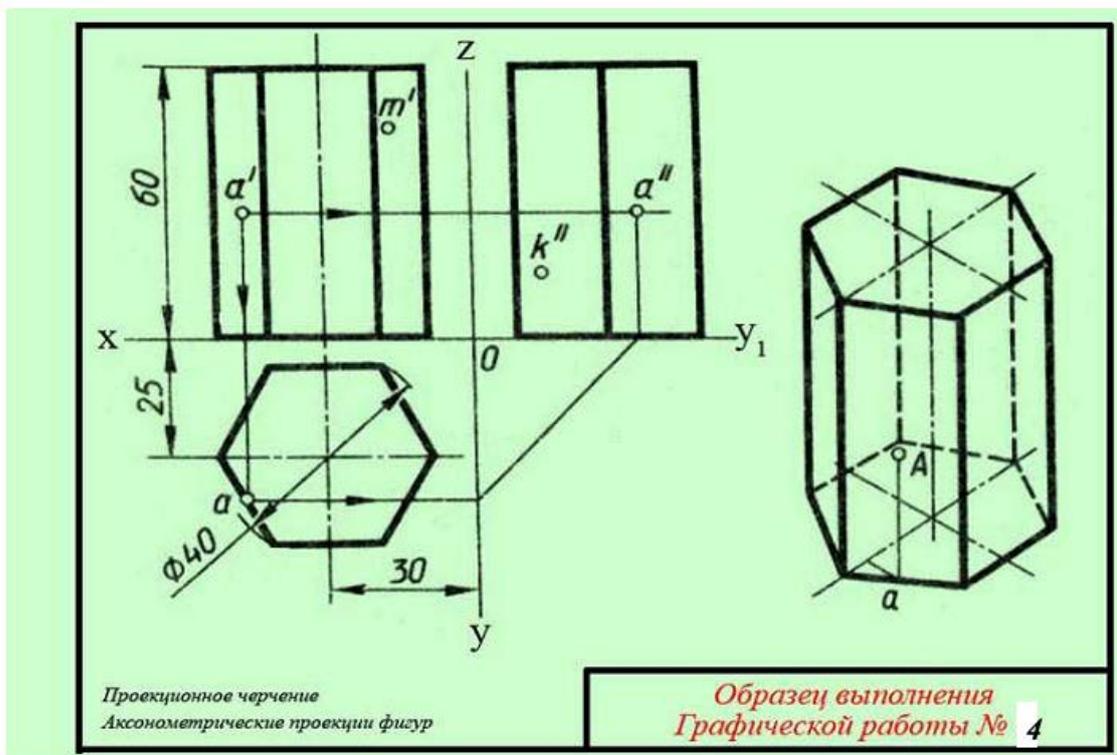
Варианты 11 и 23. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная шестигранная пирамида. Нижнее основание вписано в окружность диаметром 50мм. Координаты центра основания $O(X30; Z30)$. Высота пирамиды 70мм. Координаты точек для построения: (А) $(X30; Z50)$; $B(30; Z20)$ $C(X40; Y30)$; $(D)^{40; Z10}$

Варианты 12 и 24. На листе формата А4 выполнить 3 проекции геометрического тела по заданным размерам. Определить положение точек А, В, С, D. Построить изометрическую проекцию тела, определить положение заданных точек.

Прямая правильная усеченная шестигранная пирамида. Нижнее основание вписано в окружность диаметром 50мм, верхнее - в окружность диаметром 30мм. Координаты центра основания $O(X30; Z30)$. Высота пирамиды 70мм.

Координаты точек для построения: (А) $(X30; Z60)$; $B(20; Z20)$ $C(X40; Y30)$; $(D)^{40; Z20}$ Пример выполнения задания - см. рисунок.



Задание Пересечение прямой и плоскости, заданной треугольником.

По заданным координатам построить комплексный чертёж треугольника ABC и прямой MN. Найти точку пересечения прямой MN с непрозрачной плоскостью ABC. Определить видимые участки прямой, пользуясь методом конкурирующих точек.

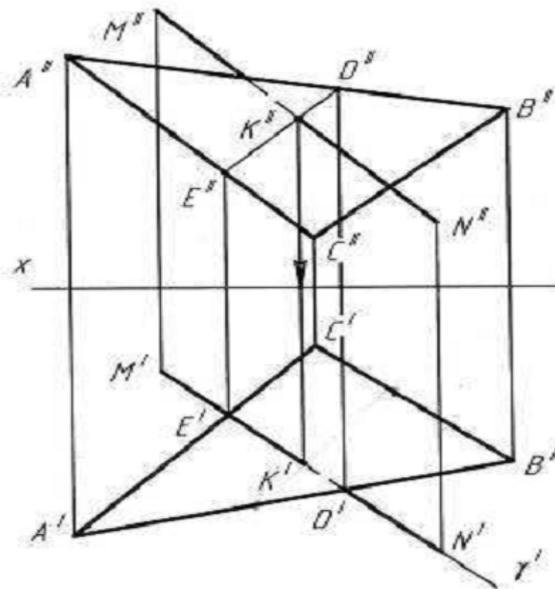
Образец выполнения и описание задания см. рис. 1.21, координаты точек выбирают из таблицы согласно своего варианта:

| № вар. | Координаты | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| | A | | | B | | | C | | | M | | | N | | |
| | X | Y | Z | X | Y | Z | X | Y | Z | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 1 | 80 | 0 | 50 | 60 | 50 | 10 | 10 | 5 | 90 | 110 | 20 | 30 | 5 | 15 | 60 |
| 2 | 90 | 5 | 60 | 55 | 50 | 5 | 10 | 5 | 40 | 90 | 15 | 20 | 10 | 40 | 50 |
| 3 | 95 | 10 | 40 | 50 | 70 | 0 | 10 | 10 | 90 | 115 | 60 | 30 | 10 | 20 | 50 |
| 4 | 85 | 15 | 35 | 45 | 75 | 5 | 15 | 5 | 70 | 95 | 80 | 20 | 10 | 20 | 20 |
| 5 | 100 | 20 | 30 | 40 | 10 | 10 | 15 | 70 | 50 | 90 | 50 | 10 | 10 | 35 | 45 |
| 6 | 95 | 0 | 25 | 35 | 60 | 20 | 30 | 10 | 80 | 100 | 50 | 40 | 10 | 20 | 20 |
| 7 | 105 | 5 | 20 | 60 | 50 | 70 | 20 | 10 | 10 | 105 | 45 | 10 | 10 | 20 | 80 |
| 8 | 85 | 10 | 15 | 55 | 60 | 60 | 10 | 60 | 10 | 95 | 35 | 50 | 10 | 45 | 5 |
| 9 | 90 | 15 | 10 | 50 | 70 | 5 | 15 | 40 | 80 | 105 | 65 | 20 | 10 | 15 | 30 |
| 10 | 100 | 25 | 5 | 45 | 10 | 60 | 10 | 50 | 10 | 100 | 60 | 20 | 10 | 15 | 20 |
| 11 | 105 | 0 | 10 | 40 | 60 | 70 | 15 | 30 | 10 | 105 | 55 | 30 | 10 | 40 | 55 |
| 12 | 80 | 5 | 15 | 35 | 50 | 80 | 10 | 30 | 10 | 110 | 10 | 65 | 50 | 65 | 40 |
| 13 | 110 | 10 | 20 | 60 | 60 | 90 | 10 | 40 | 10 | 110 | 0 | 50 | 10 | 75 | 40 |
| 14 | 95 | 15 | 25 | 55 | 30 | 80 | 10 | 5 | 40 | 110 | 5 | 50 | 0 | 20 | 30 |
| 15 | 105 | 15 | 30 | 50 | 20 | 70 | 20 | 85 | 20 | 90 | 55 | 55 | 10 | 35 | 10 |
| 16 | 100 | 20 | 35 | 45 | 10 | 60 | 20 | 70 | 0 | 100 | 30 | 5 | 10 | 40 | 60 |
| 17 | 100 | 5 | 40 | 40 | 60 | 80 | 30 | 5 | 5 | 100 | 35 | 15 | 10 | 10 | 80 |
| 18 | 85 | 10 | 70 | 35 | 60 | 10 | 10 | 0 | 50 | 100 | 35 | 15 | 10 | 10 | 80 |
| 19 | 95 | 15 | 50 | 60 | 5 | 5 | 30 | 75 | 75 | 100 | 50 | 15 | 10 | 50 | 80 |
| 20 | 90 | 15 | 30 | 50 | 50 | 80 | 20 | 30 | 0 | 95 | 45 | 20 | 30 | 0 | 40 |
| 21 | 100 | 20 | 0 | 50 | 10 | 60 | 10 | 50 | 10 | 100 | 50 | 20 | 10 | 0 | 20 |
| 22 | 95 | 15 | 15 | 45 | 0 | 70 | 10 | 75 | 10 | 100 | 30 | 10 | 0 | 40 | 40 |
| 23 | 80 | 10 | 10 | 110 | 40 | 60 | 10 | 55 | 20 | 110 | 55 | 10 | 10 | 10 | 55 |
| 24 | 105 | 5 | 20 | 35 | 50 | 90 | 10 | 20 | 10 | 110 | 55 | 10 | 0 | 10 | 60 |

Методические указания по выполнению задания.

На рисунке показано построение точки пересечения прямой MN с плоскостью общего положения, заданной треугольником ABC.

Через прямую MN проведена вспомогательная горизонтально-проецирующая плоскость γ , указанная одним следом γ' , проходящим через проекции $M'N'$. Плоскость γ пересекает ABC по прямой $D'E$. По точкам $D'E$ найдены фронтальные проекции $E''D''$ и тем самым определена прямая ED, по которой вспомогательная плоскость γ пересекает данную плоскость ABC. Затем найдена точка K'' в которой фронтальная проекция прямой непосредственно пересекает проекцию $E''D''$. После этого определяется горизонтальная проекция точки пересечения – K' . Считая, что в пространстве заданы прямая и непрозрачный треугольник, определена видимая и невидимая части прямой MN относительно плоскостей π_1 и π_2 методом конкурирующих точек.



Практическая работа № 5.

Тема: Комплексный чертёж цилиндра, конуса, пирамиды, призмы

Цель занятия: развивать умение связывать теоретические знания с практической деятельностью; вырабатывать пространственное мышление; воспитывать аккуратность и любовь к творчеству.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать методы и виды проецирования точки и прямой.

Оборудование: модели геометрических тел, шаблоны для построения 6-и угольника в изометрии, развертка 6-и угольной призмы, чертежные инструменты и принадлежности.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

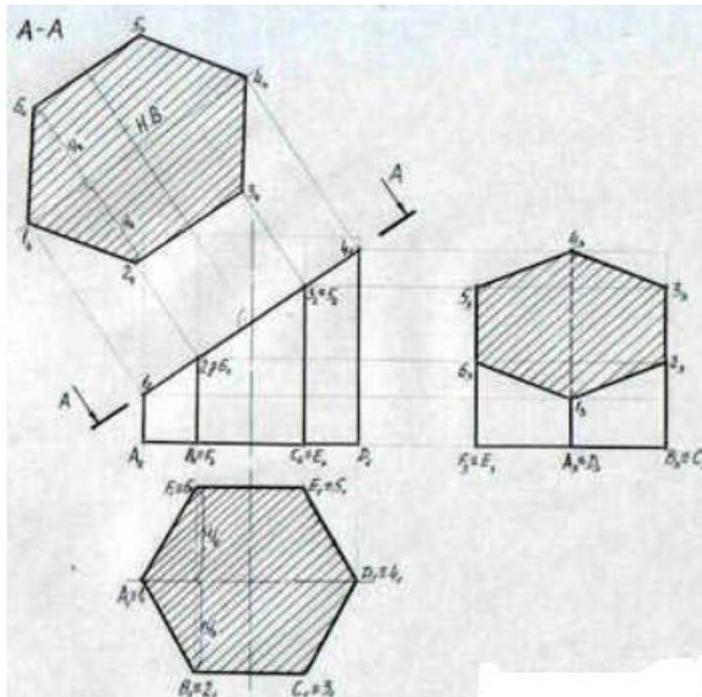
Задание. Построить комплексный чертёж геометрических тел и недостающие проекции точек или отрезков прямых, расположенных на проекциях.

Задача на построение комплексного чертежа усеченного многогранника состоит из решения следующих вопросов:

1. Построение проекций фигуры сечения.
2. Определение натуральной величины сечения.
3. Построение развертки отсеченной части.
4. Построение аксонометрического изображения отсеченной части.

Рассмотрим все поставленные задачи.

Задача 1. (см. Рис. 1).



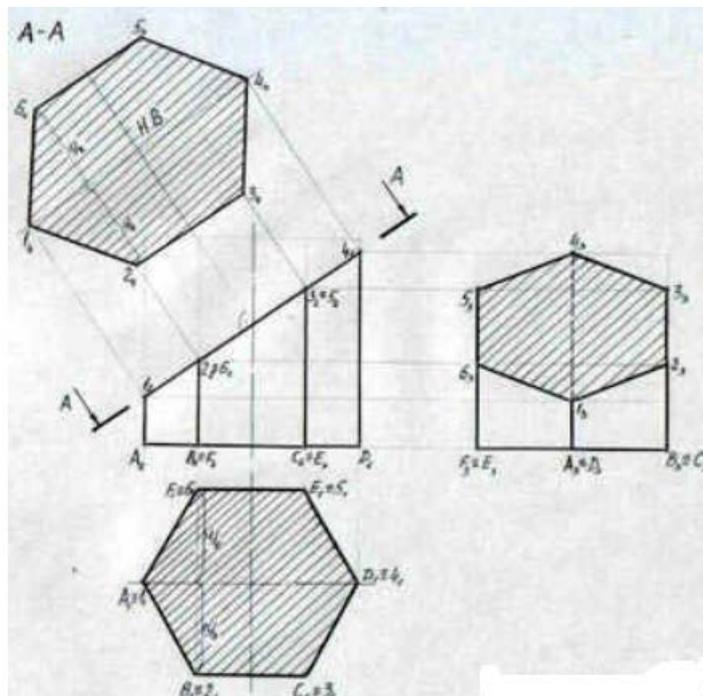
Для построения трех проекций усеченной призмы выполняем следующие операции:

1. Строим 3 проекции правильной 6-угольной призмы, сторона основания $a = 30$, высота - произвольная.

2. Проводим фронтально-проецирующую секущую плоскость А-А.

3. На горизонтальной проекции плоскость сечения совпадает с проекцией основания ABCDEF, на профильной проекции сечение строится путем определения профильных проекций точек 1,2,3,4,5,6 и их последовательного соединения.

Задача 2. (см. Рис. 1).



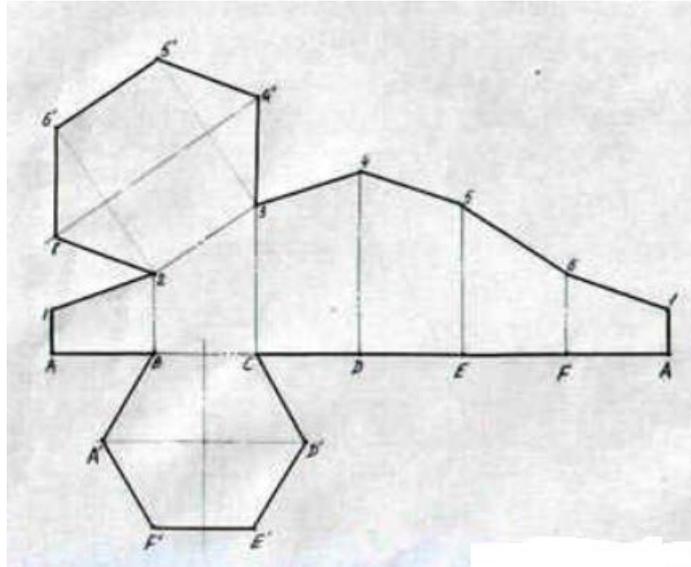
Решение задачи 2 проводится с использованием чертежа, полученного при решении задачи 1. Для определения натуральной величины сечения используем метод вспомогательных секущих плоскостей. Для решения задачи выполняем следующие операции:

1. На произвольном расстоянии и параллельно секущей плоскости А-А проводим прямую. От фронтальных проекций точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 проводим прямые, которые будут перпендикулярны плоскости сечения. Прямые проводим до пересечения с новой плоскостью проекций.

2. Новые проекции точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 получаем перенося горизонтальные проекции данных точек в новую систему координат.

3. Полученный 6-и угольник в новой системе плоскостей проекций и будет являться натуральной величиной сечения 6-угольной призмы.

Задача 3. (см. Рис. 2).



Разверткой (выкройкой) поверхности тела называется плоская фигура, полученная путем совмещения всех точек данной поверхности с плоскостью без разрывов и складок.

Построение разверток выполняется обычно графическими приемами, с применением способов, предлагаемых начертательной геометрией. Построение развертки поверхности многогранника сводится к определению истинной величины каждой его грани по чертежу многогранника (см. Рис. 1). После этого грани многогранника стыкуются (соединяются) по ребрам и вершинам.

Для решения задачи 3 выполняем следующие операции:

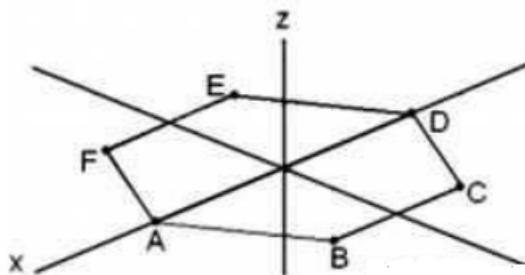
Проводим горизонтальную прямую, на которой от произвольно выбранной точки А, откладываем отрезки АВ, ВС, CD, DE, EF, FA, равные длине стороны основания $a = 30$.

Из точек А, В, С, D, E, F, А восстанавливаем перпендикуляры и на них откладываем величины ребер усеченной призмы. Величины данных отрезков А1, В2, С3, D4, E5, F6, А1 берем с фронтальной проекции усеченной призмы. Полученные точки соединяем и получаем развертку боковой поверхности призмы.

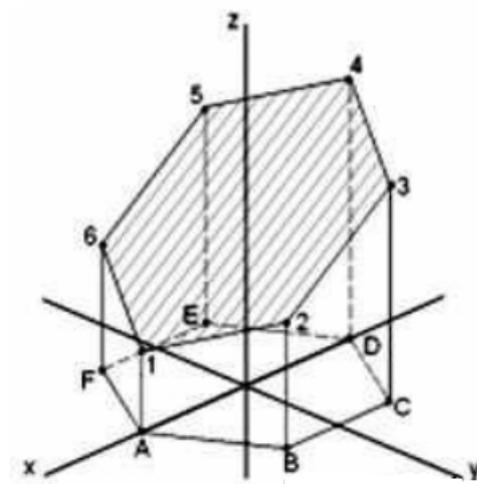
К одному из отрезков основания, например к ВС, пристраиваем 6-угольник ABCDEF.

К одному из звеньев ломаной, например, к отрезку 2-3, пристраиваем 6-угольник 123456 (сечение призмы), который переносим, используя метод засечек, с рисунка 1.

Задача 4. (см. рис. 3)



Строим усеченную 6-и угольную призму в изометрии. Сторона основания призмы, $a = 30$. Для выполнения задачи учащимся раздаются трафареты 6-и угольника в изометрии. Высоты A1, B2, C3, D4, E5, F6 – берем с фронтальной проекции усеченной призмы.



Практическая работа № 6.

Тема: Построение аксонометрических проекций цилиндра конуса, пирамиды, призмы.

Цель занятия: изучить способы построения комплексных чертежей геометрических тел

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать методы и виды проецирования точки, принадлежащей поверхностям тел.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Построение проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. Для призмы удобнее начинать с построения вершин полностью видимого основания. На рисунке 6.1 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 рисунке 6.1. Ход построения ясен из рисунка 6.1.

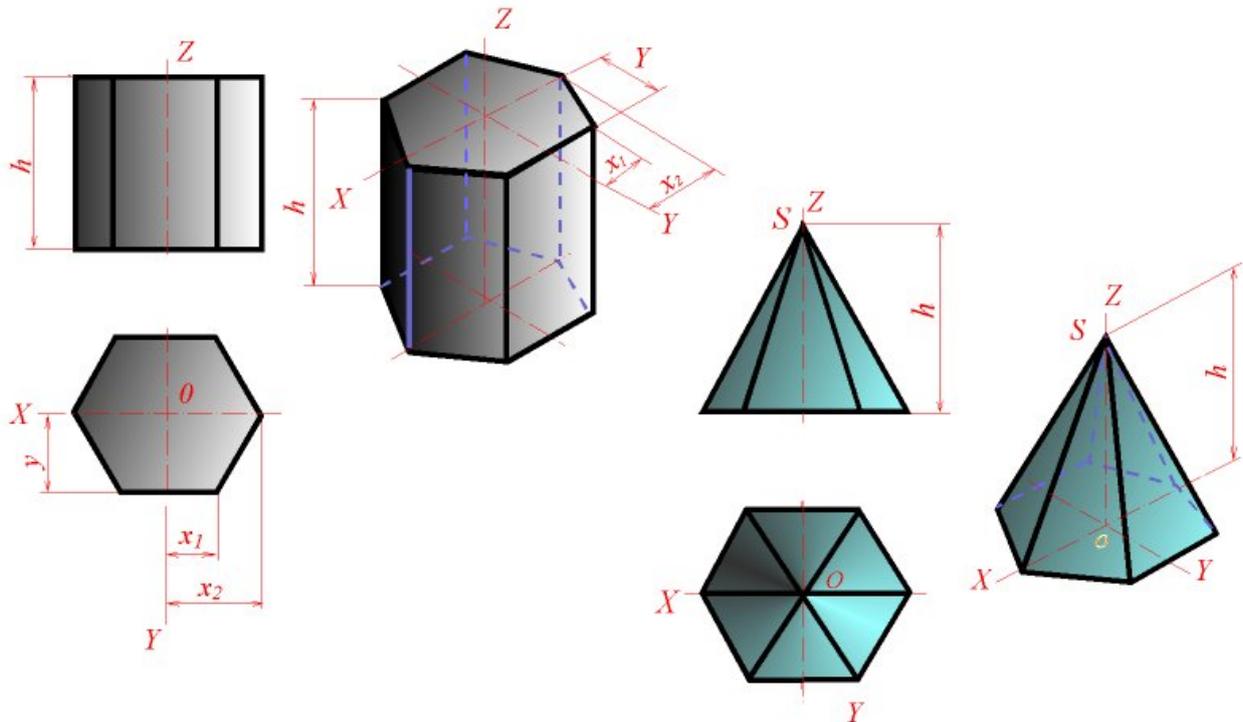


Рисунок 6.1- Шестиугольная призма

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 рисунке 6.1, 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.

Построение аксонометрических проекций линий пересечения кривых поверхностей

Проекцию линии пересечения поверхностей можно строить или по координатам ряда ее точек, взятых с чертежа проектируемого предмета, или непосредственно на аксонометрическом изображении, используя для построения вспомогательные поверхности.

Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые с заданными поверхностями дают на чертеже простые для построения линии пересечения.

Так при построении линии пересечения цилиндров вспомогательные плоскости следует проводить параллельно прямолинейным образующим цилиндрических поверхностей. На рисунке 6.2 плоскость R пересекает основания цилиндров по прямым $E_p F_p$ и $Q_p H_p$, а цилиндрические поверхности - по образующим, проходящим через точки E_p, F_p, Q_p, H_p .

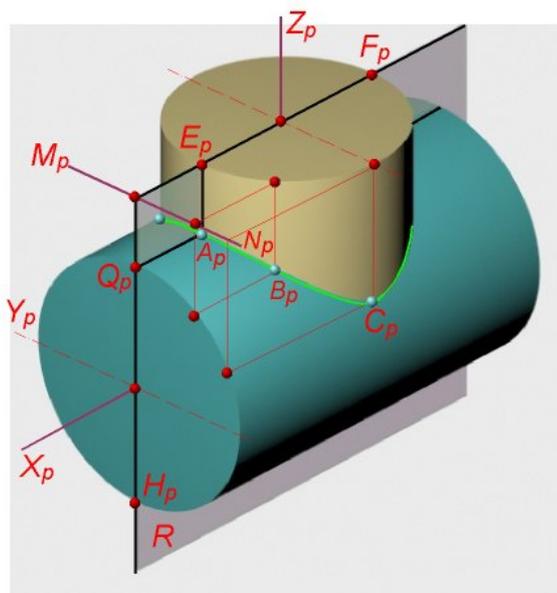


Рисунок 6.2 - Пересечение цилиндра плоскостью.

Образующие, пересекаясь между собой, дают точки (например, точка A_p), принадлежащие линии пересечения. Для построения точек искомой линии удобно использовать линию пересечения плоскостей оснований цилиндров ($M_p N_p$). Если на чертеже отсутствуют проекции оснований пересекающихся цилиндров, то их можно построить вне изображения самой детали (рис. 6.3).

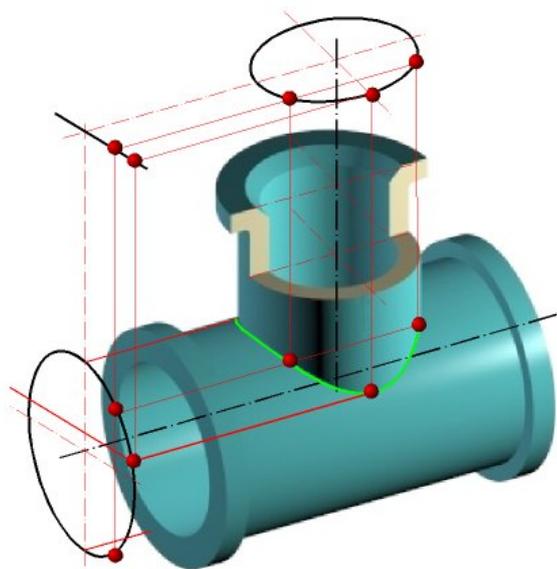
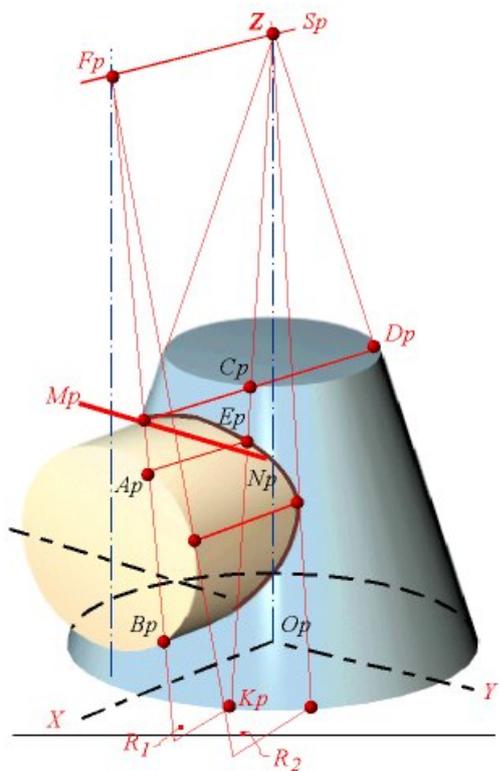


Рисунок 6.3 - Пересечение плоскостей оснований цилиндров.

При построении линии пересечения конуса с цилиндром следует использовать вспомогательные плоскости, проходящие через вершину конуса параллельно образующей цилиндра.

На рис. 6.4 плоскость $R1$ пересекает основания цилиндра и конуса по прямым $A_p B_p$ и $C_p D_p$, а боковые поверхности - по образующим $A_p E_p$ и $C_p E_p$.



Плоскость R_1 пересекает основание цилиндра и конуса по прямым $A_p B_p$ и $C_p D_p$, а боковые поверхности - по образующим $A_p E_p$ и $C_p K_p$. Точка их пересечения E_p принадлежит искомой линии пересечения.

При построениях удобно использовать прямую $M_p N_p$ - линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

Рисунок 6.4 - Плоскость пересекает основания цилиндра.

Точка их пересечения E_p принадлежит искомой линии. При построении удобно использовать прямую $M_p N_p$ - линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

Последовательность вычерчивания аксонометрической проекции

Построение аксонометрической проекции предмета нужно производить в последовательности, позволяющей избежать нанесение на чертеже лишних линий. Поясним это на двух примерах.

Пример 1.

Построение аксонометрической проекции детали (рис. 6.5).

Этап 1. Нанесение осей (рис. 6.5).

Этап 2. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 6.5).

Этап 3. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца (рис. 6.5).

Этап 4. Вычерчивание видимой части эллипса проекции окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 6.5).

Этап 5. Удаление лишних линий и обводка изображений (рис. 6.5).

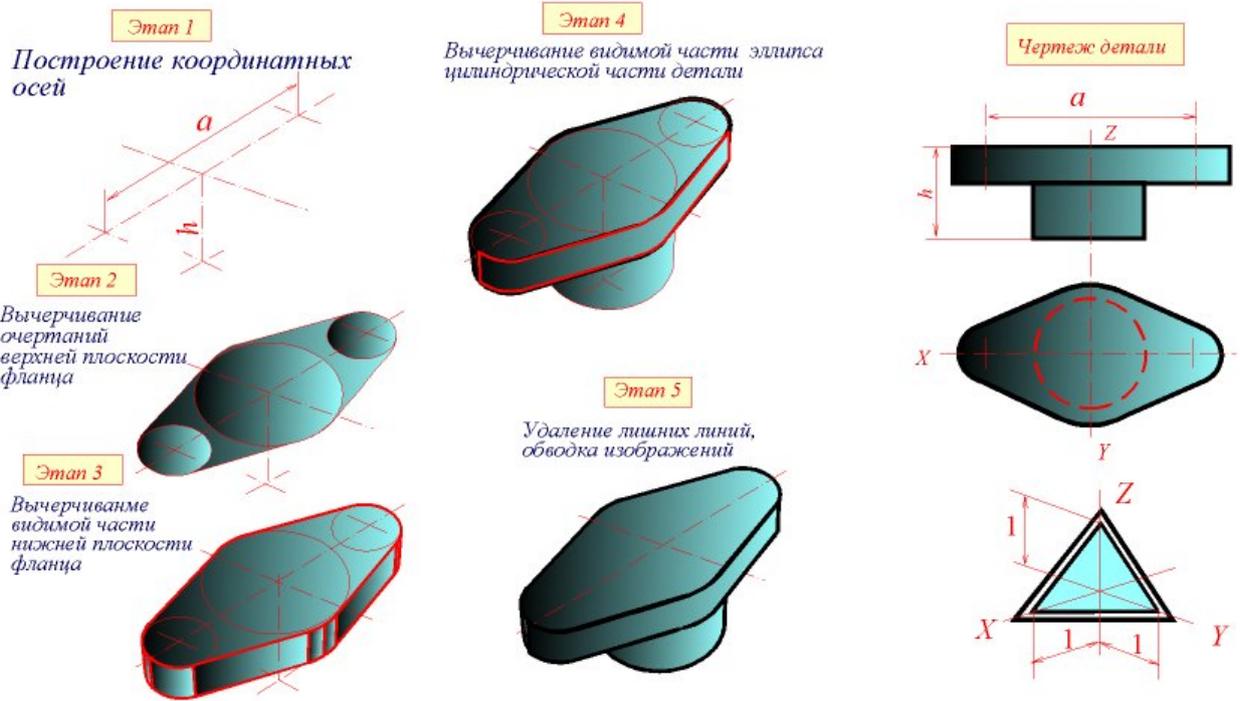


Рисунок 6.5 - Построение аксонометрической проекции детали.

Построить третью проекцию модели по двум заданным. Задание выбрать по рисунку согласно варианта.

Практическая работа № 7.

Тема: Сечение призмы плоскостью с построением развертки

Цель занятия: изучить способы сечения призмы плоскостью с построением развертки

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать способы сечения призмы плоскостью, уметь строить сечения призмы плоскостью с построением развертки.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

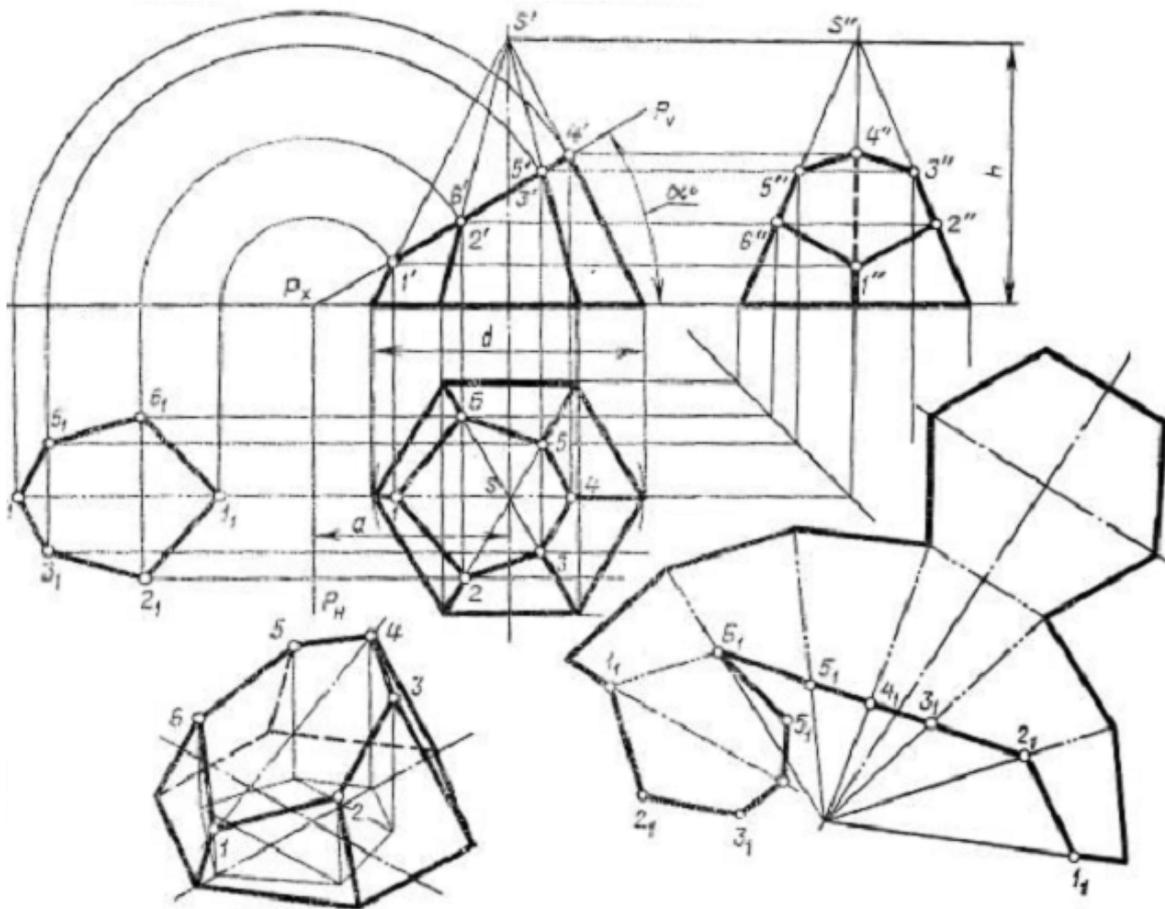
2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Задание. Проекция и развертка усеченного геометрического тела

Выполнить чертёж усечённого геометрического тела. Секущей плоскостью является фронтально проецирующая плоскость, заданная следами. Найти действительную величину контура фигуры сечения. Построить аксонометрическую проекцию и развёртку поверхности усечённого тела. Данные к графической задаче выбирают из таблиц:

| | | |
|---|--|--|
| Варианты 1-4 Прямой конус | Варианты 5-8 Прямая пятигранная призма | Варианты 9-12 Правильная шестигранная пирамида |
| Варианты 13-16 Прямой цилиндр | Варианты 17-20 Прямая шестигранная призма | Варианты 21-24 Правильная четырехгранная пирамида |
| Варианты 25-30 Правильная пятигранная пирамида | | |

| Сложность зад. | № варианта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| h | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 | 70 |
| d | 70 | 55 | 60 | 65 | 50 | 55 | 60 | 65 | 60 | 55 | 60 | 65 | 50 | 55 | 60 | 65 | 50 | 55 | 60 | 65 | 65 | 55 | 60 | 65 | 50 | 55 | 60 | 65 | 65 | 55 |
| α | 45 | 30 | 30 | 35 | 45 | 30 | 33 | 35 | 45 | 30 | 30 | 38 | 45 | 30 | 30 | 35 | 45 | 30 | 30 | 38 | 45 | 30 | 30 | 38 | 45 | 30 | 30 | 33 | 45 | 30 |
| α' | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 |



Практическая работа № 8

Тема: Выполнение простого и сложного разреза. Выполнение сечений

Цель занятия: изучить способы вычерчивания технических деталей на формате А3 и построить комплексный чертеж.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать способы вычерчивания технических деталей на формате А3, уметь строить комплексный чертеж.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

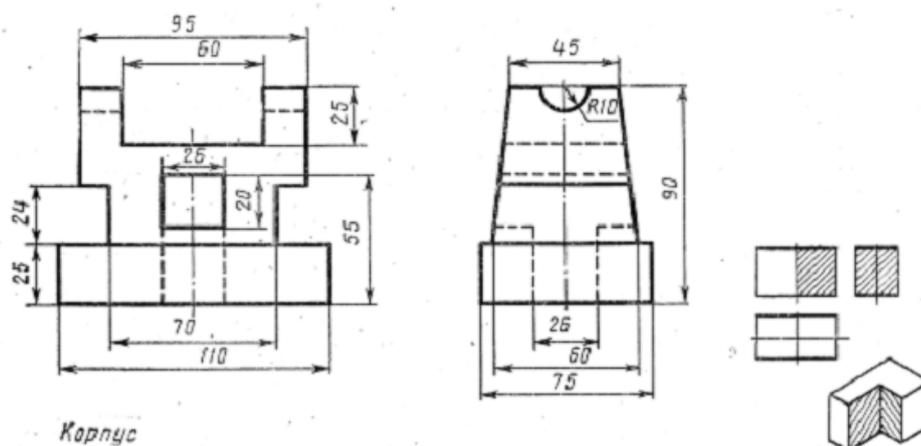
1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Задание. Построить комплексный чертеж технической детали с необходимыми разрезами.

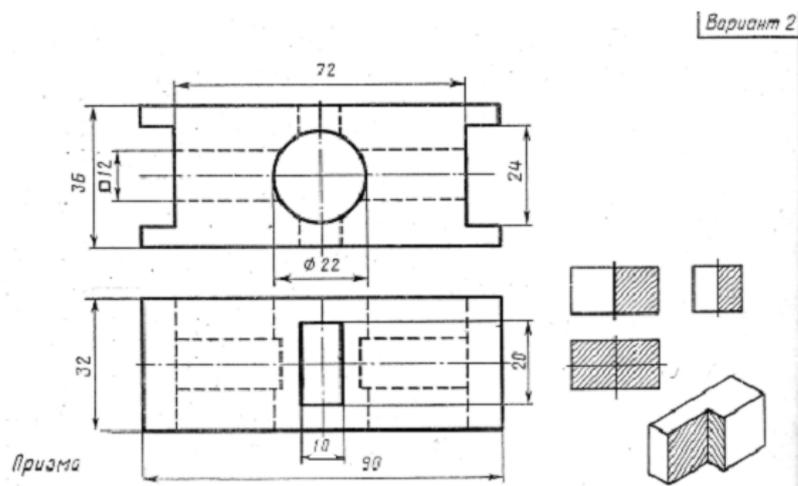
Вариант 1.

Шероховатость нижней и верхней горизонтальных поверхностей Яа 2,5, углубления радиусом R10 - Rz 20, остальные поверхности - Rz 50



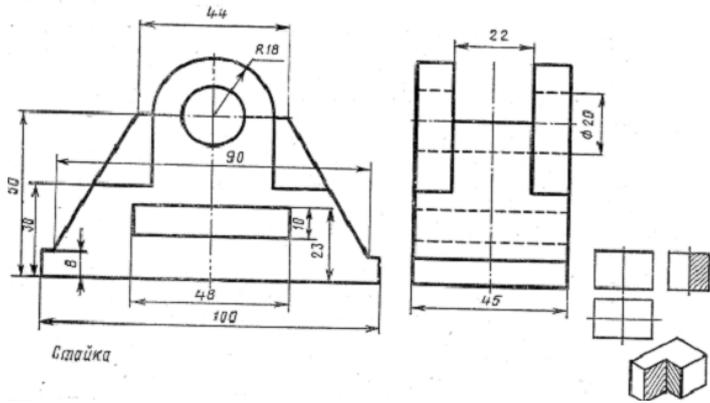
Вариант 2.

Шероховатость нижней и верхней горизонтальных поверхностей Rz 12,5, отверстия диаметром 22мм - Яа 2,5, остальные поверхности остаются в состоянии поставки.



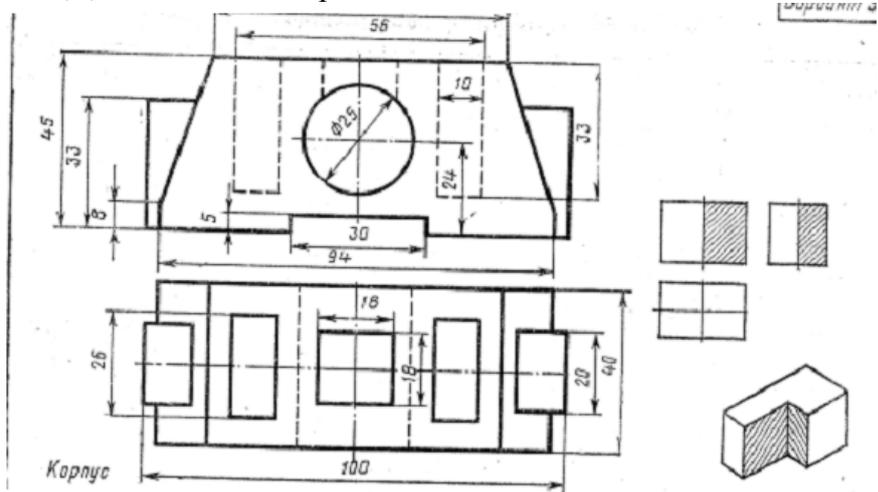
Вариант 3.

Шероховатость нижней горизонтальных поверхностей $Ra\ 2,5$, левой и правой наклонных поверхностей - $Rz\ 20$, боковых поверхностей прямоугольного отверстия - $Rz\ 50$, остальные поверхности - $Rz\ 80$



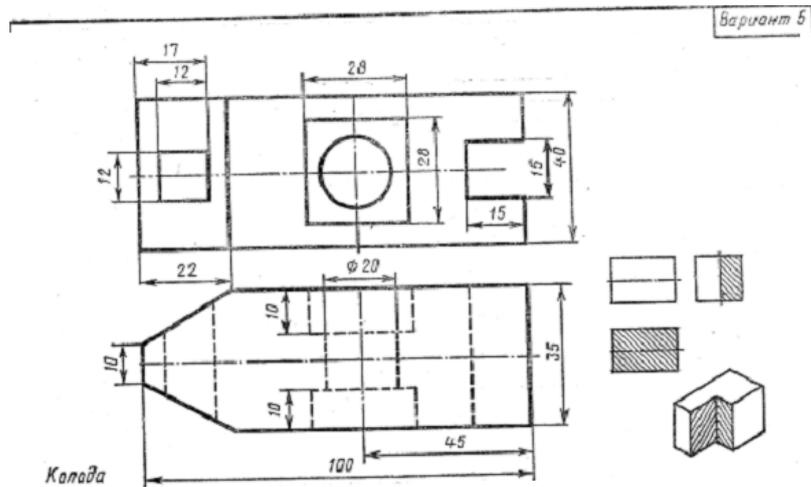
Вариант 4.

Шероховатость левой и правой наклонных поверхностей $Rz\ 20$, отверстия диаметром 25мм - $Ra\ 2,5$, остальные поверхности - $Rz\ 50$.



Вариант 5.

Шероховатость нижней и верхней горизонтальных поверхностей Rz 20, отверстия диаметром 20мм - Ra 12,5; остальные поверхности остаются в состоянии поставки.



Тема: Формат А3. Вычерчивание технической детали с необходимыми разрезами
Построение наглядного изображения с вырезом $\frac{1}{4}$.

Цель занятия: изучить способы вычерчивания технических деталей на формате А3 и построить наглядное изображение с вырезом $\frac{1}{4}$.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать способы вычерчивания технических деталей на формате А3, уметь строить наглядное изображение с вырезом $\frac{1}{4}$.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Задание. Построить наглядное изображение детали с вырезом $\frac{1}{4}$.

Построение диметрической проекции детали с вырезом $\frac{1}{4}$ части детали (рис. 8.1).

Этап 1. Нанесение осей (рис. 8.1).

Этап 2. Вычерчивание фигур сечений, расположенных в плоскостях, ограничивающих вырез (рис. 8.1).

Этап 3. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца (рис. 8.1).

Этап 4. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца, окружности основания цилиндра и образующих цилиндра (рис. 8.1).

Этап 5. Обводка и нанесение линий штриховки (рис. 8.1).

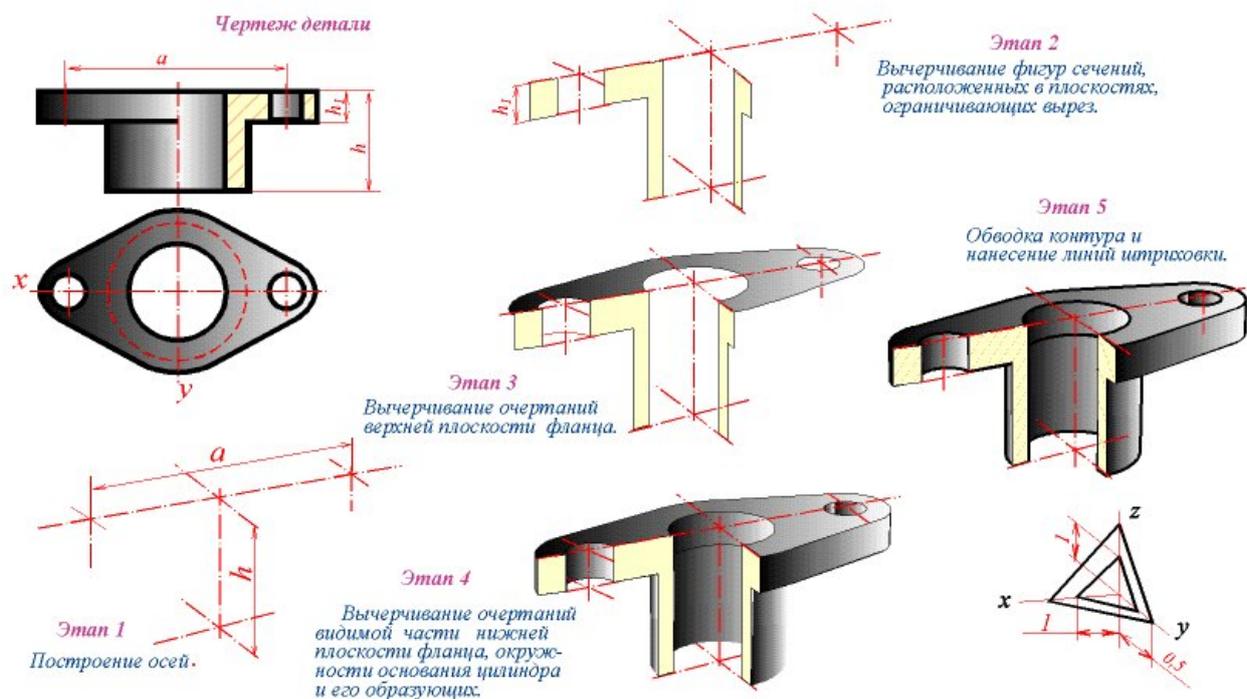


Рисунок 8.1 - Построение диметрической проекции детали с вырезом 1/4 части детали.

Практическая работа № 9.

Тема: Форма А4. Болтовое соединение.

Цель занятия: изучить болтовое соединение деталей

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать приемы болтового соединения деталей, уметь строить их изображение.

Оборудование: чертежные инструменты, миллиметровке А4.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Резьбовые соединения

Цель: выполнить вычерчивание крепёжных деталей с резьбой (болтов, гаек).

Требования к выполнению: выбрать необходимый масштаб.

Применить обозначения по ГОСТу стандартных резьб.

Осуществить расчет соединения согласно формулам и табличных данных.

Практическая работа №8

Тема: Выполнение эскизов деталей

Цель занятия: выполнить сборочный чертёж. Выполнить эскизы 3-х деталей (миллиметровка А4).

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: усвоить развернутый план чтения чертежей общего вида; усвоить детализирование – выполнение рабочих чертежей отдельных деталей и определение их размеров, порядок детализирования; усвоить определение и увязку сопрягаемых размеров; усвоить технические требования, назначение и принцип работы конкретной сборочной единицы, узла.

Оборудование: чертежные инструменты, миллиметровка А4.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Работу выполнить на миллиметровке А4.

нанести размеры на сборочный чертеж; составить спецификацию; усвоить габаритные, установочные и присоединительные размеры; определить увязку сопрягаемых размеров;

усвоить способы составления спецификации и выполнить ее; усвоить чтение и детализирование чертежей; усвоить габаритные, установочные и присоединительные размеры.

Практическая работа № 9

Тема: Основные виды передач. Конструктивные разновидности зубчатых передач, их параметры. Основы расчета.

Цель занятия: Научиться выполнять чертежи зубчатых передач.

Умения и навыки, которые должны приобрести обучаемые на занятии: знать правила и приемы расчета зубчатых передач.

Оборудование: чертежные инструменты.

Перечень используемых источников:

1. Кокошко А.Ф. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — 978-985-503-590-0. <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

2. Кокошко А.Ф. Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Кокошко, С.А. Матюх. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 88 с. — 978-985-503-582-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67633.html>

Зубчатой передачей называется механизм, служащий для передачи вращательного движения с одного вала на другой и изменения частоты вращения посредством зубчатых колес и реек.

Зубчатое колесо, сидящее на передающем вращение валу, называется ведущим, а на получающем вращение — ведомым. Меньшее из двух колес сопряженной пары называют шестерней; большее — колесом; термин «зубчатое колесо» относится к обоим деталям передачи.

Зубчатые передачи представляют собой наиболее распространенный вид передач в современном машиностроении. Они очень надежны в работе, обеспечивают постоянство

передаточного числа, компактны, имеют высокий КПД, просты в эксплуатации, долговечны и могут передавать любую мощность (до 36 тыс. кВт).

К недостаткам зубчатых передач следует отнести: необходимость высокой точности изготовления и монтажа, шум при работе со значительными скоростями, невозможность бесступенчатого изменения передаточного числа.

В связи с разнообразием условий эксплуатации формы элементов зубчатых зацеплений и конструкции передач весьма разнообразны.

Зубчатые передачи классифицируются по признакам, приведенным ниже.

1. **По взаимному расположению осей колес:** с параллельными осями (цилиндрическая передача); с пересекающимися осями (коническая передача); со скрещивающимися осями (винтовая передача; червячная передача).

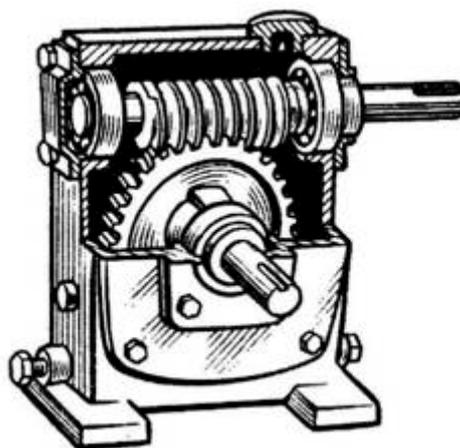
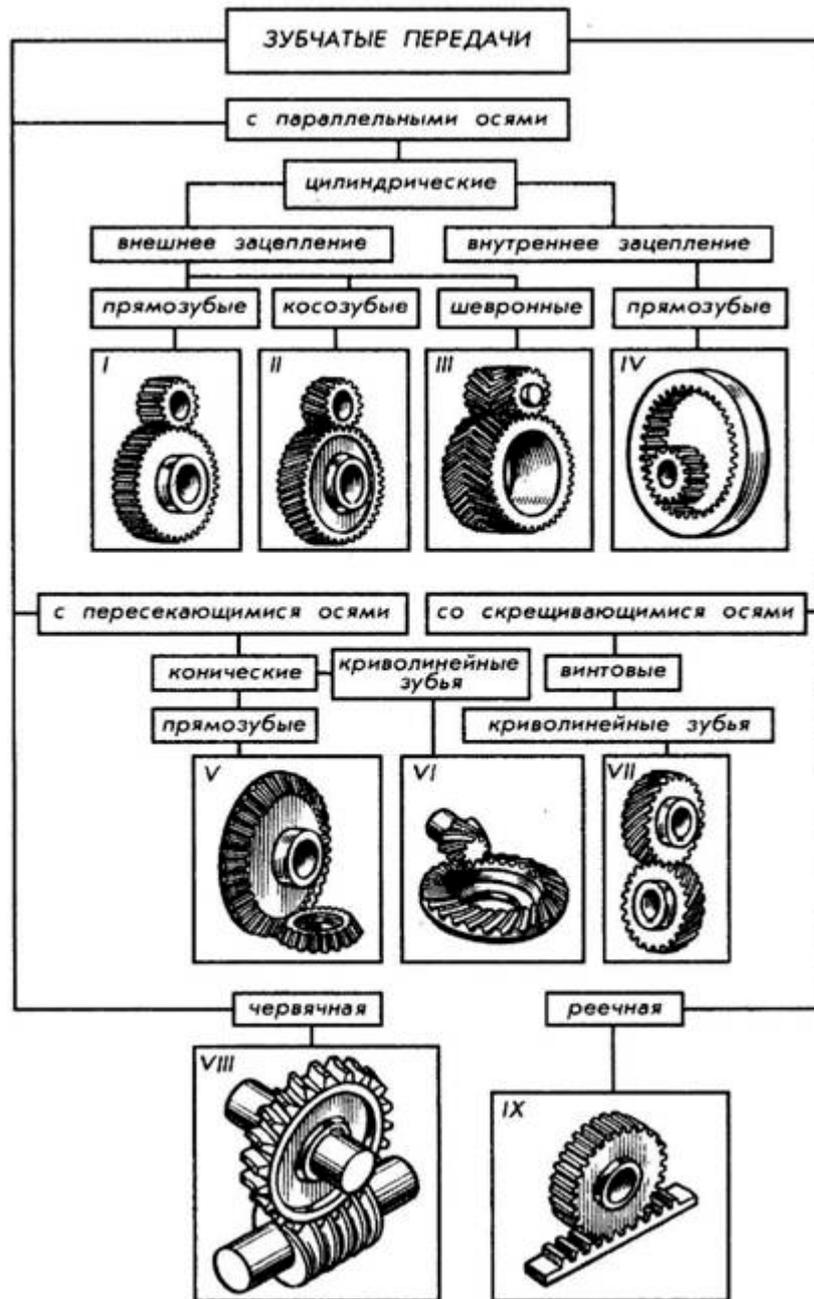
2. **В зависимости от относительного вращения колес и расположения зубьев** различают передачи с внешним и внутренним зацеплением. В первом случае вращение колес происходит в противоположных направлениях, во втором - в одном направлении. Ременная передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное.

3. **По форме профиля** различают зубья эвольвентные и неэвольвентные, например цилиндрическая передача Новикова, зубья колес которой очерчены дугами окружности.

4. **В зависимости от расположения теоретической линии зуба** различают колеса с прямыми зубьями (рис. 173, I), косыми, шевронными и винтовыми. В непрямозубых передачах возрастает плавность работы, уменьшается износ и шум. Благодаря этому непрямозубые передачи большей частью применяют в установках, требующих высоких окружных скоростей и передачи больших мощностей.

5. **По конструктивному оформлению** различают закрытые передачи, размещенные в специальном непроницаемом корпусе и обеспеченные постоянной смазкой из масляной ванны, и открытые, работающие без смазки или периодически смазываемые консистентными смазками.

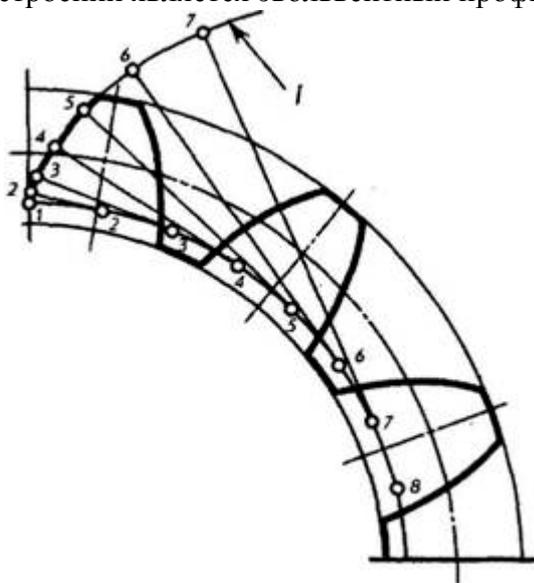
По величине окружной скорости различают: тихоходные передачи (v равной до 3 м/с), среднескоростные (v равной от 3... 15 м/с) и быстроходные (v более 15 м/с).





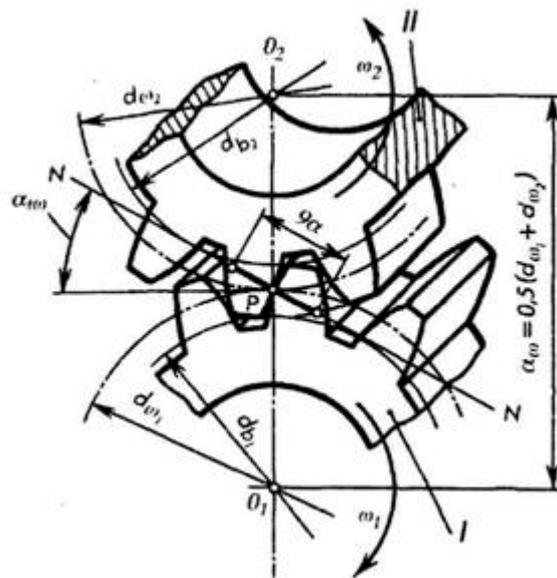
Основы теории зацепления

Боковые грани зубьев, соприкасающиеся друг с другом во время вращения колес, имеют специальную криволинейную форму, называемую профилем зуба. Наиболее распространенным в машиностроении является эвольвентный профиль (рис.).



Придание профилям зубьев зубчатых зацеплений таких очертаний не является случайностью. Чтобы зубья двух колес, находящихся в зацеплении, могли плавно перекатываться один по другому, необходимо было выбрать такой профиль для зубьев, при котором не происходило бы перекосов и защемления головки одного зуба во впадине другого.

На рис. изображена пара зубчатых колес, находящихся в зацеплении. Линия, соединяющая центры колес O_1 и O_2 называется линией центров или межосевым расстоянием — a_w .



Точка P касания начальных окружностей d_{w1} и d_{w2} — полюс — всегда лежит на линии центров. Начальными называются окружности, касающиеся друг друга в полюсе зацепления, имеющие общие с зубчатыми колесами центры и перекатывающиеся одна по другой без скольжения.

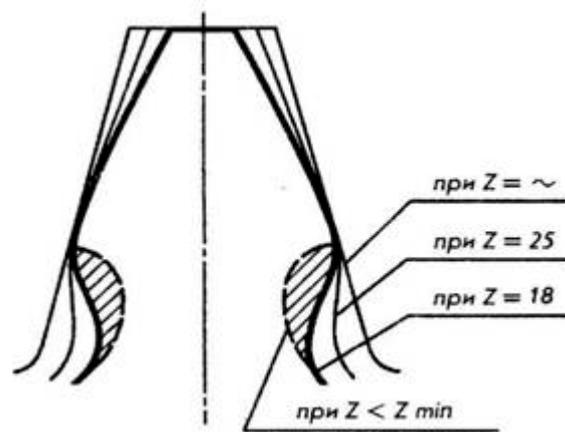
Если проследить за движением пары зубьев двух колес с момента, когда они впервые коснутся друг друга до момента, когда они выйдут из зацепления, то окажется, что все точки касания их в процессе движения будут лежать на одной прямой NN . Прямая NN , проходящая через полюс зацепления P и касательная к основным* окружностям db_1 , db_2 , двух сопряженных колес, называется **линией зацепления**. Отрезок g_a линии зацепления, отсекаемый окружностями выступов сопряженных колес, — активная часть линии зацепления, определяющая начало и конец зацепления пары сопряженных зубьев.

Линия зацепления представляет собой линию давления сопряженных профилей зубьев в процессе эксплуатации зубчатой передачи.

Угол φ_w между линией зацепления и перпендикуляром к линии центров O_1O_2 называется углом зацепления. В основу профилирования эвольвентных зубьев и инструмента для их нарезания положен стандартный по ГОСТ 13755-81 исходный контур так называемой рейки, равный 20° .

Во время работы цилиндрической прямозубой передачи сила давления P_n ведущей шестерни O_1 в начале зацепления передается ножкой зуба на сопряженную боковую **поверхность (контактную линию)** головки ведомого колеса O_2 . Чем больше пара зубьев одновременно находится в зацеплении, тем более плавно работает передача, тем меньшую нагрузку воспринимает на себя каждый зуб.

Стремление сделать зубчатую передачу более компактной вызывает необходимость применять зубчатые колеса с возможно меньшим числом зубьев. Изменение количества зубьев зубчатого колеса влияет на их форму (рис.). При увеличении числа зубьев до бесконечности колесо превращается в рейку и зуб приобретает прямолинейное очертание. С уменьшением числа зубьев одновременно уменьшается толщина зуба у основания и вершины, а также увеличивается кривизна эвольвентного профиля, что приводит к уменьшению прочности зуба на изгиб. При уменьшении числа зубьев, когда $z < z_{\text{min}}$, происходит так называемое подрезание зубьев, то есть явление, когда зубья большого колеса при вращении заходят в область ножки меньшего колеса (см. заштрихованная площадь на рис. 177), тем самым ослабляя зуб в самом опасном сечении, увеличивая износ зубьев и снижая КПД передачи.



На практике подрезку зубьев предотвращают прежде всего выбором соответствующего числа зубьев. Наименьшее число зубьев (Z_{\min}), при котором еще не происходит подрезание, рекомендуется выбирать от 35 до 40 при равном 15° и от 18 до 25 при φ_w равном 20° .

В отдельных случаях приходится выполнять передачу с числом зубьев меньшим, чем рекомендуется, при этом производят исправление, или, как говорят, корригирование формы зубьев. Один из таких способов заключается в изменении высоты головки и ножки зуба до $h_a = 0,8m$; $h_f = m$. Этот способ исключает подрезку, но увеличивает износ зубьев.

Теперь обратимся к изложению основной теоремы зацепления: общая нормаль (линия зацепления NN) к сопряженным профилям зубьев делит межосевое расстояние ($\varphi_w = O_1O_2$) на отрезки (O_1P и O_2P), обратно пропорциональные угловым скоростям (w_1 и w_2). Если положение точки P (полюса зацепления) неизменно в любой момент зацепления, то передаточное отношение — отношение частоты вращения ведущего колеса к частоте вращения ведомого — будет постоянным.

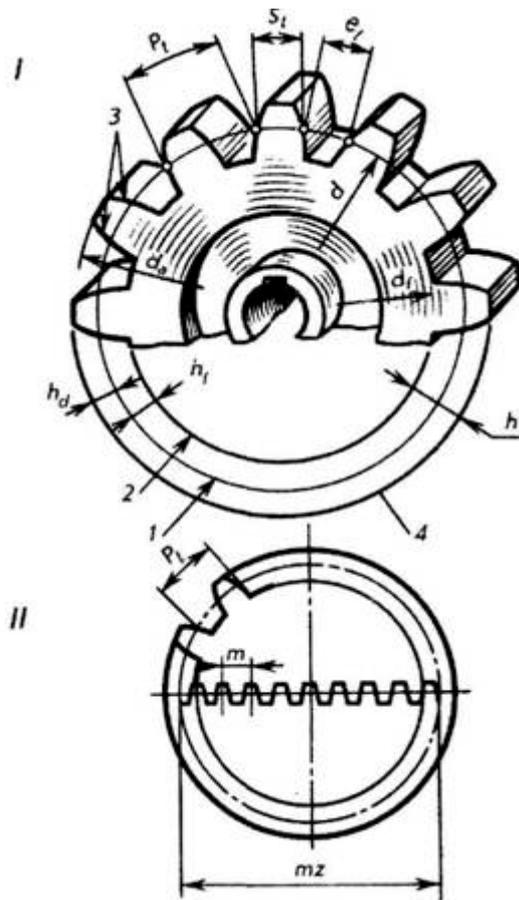
$$O_2P / O_1P = w_1/w_2 = i = \text{const.}$$

4.3. Основные элементы зубчатых зацеплений. При изменении осевого расстояния $\varphi_w = O_1O_2$ пары зубчатых колес будет меняться и положение полюса зацепления P на линии центров, а следовательно, и величина диаметров начальных окружностей, то есть у пары сопряженных зубчатых колес может быть бесчисленное множество начальных окружностей. Следует отметить, что понятие **начальные окружности** относится лишь к паре сопряженных зубчатых колес. Для отдельно взятого зубчатого колеса нельзя говорить о начальной окружности.

Если заменить одно из колес зубчатой рейкой, то для каждого зубчатого колеса найдется только одна окружность, катящаяся по начальной прямой рейке без скольжения, — эта окружность называется **делительной**.

Примечание. В настоящей книге рассматриваются зубчатые передачи, у которых начальные и делительные окружности совпадают.

Так как у каждого зубчатого колеса имеется только одна делительная окружность, то она и положена в основу определения основных параметров зубчатой передачи по ГОСТ 16530-83 и ГОСТ 16531-83 (рис.)



Основные параметры зубчатых колес:

1. Делительными окружностями пары зубчатых колес называются соприкасающиеся окружности, катящиеся одна по другой без скольжения. Эти окружности, находясь в зацеплении (в передаче), являются сопряженными. На чертежах диаметр делительной окружности обозначают буквой d .

2. Окружной шаг зубьев P_t — расстояние (мм) между одноименными профильными поверхностями соседних зубьев. Шаг зубьев, как нетрудно представить, равен делительной окружности, разделенной на число зубьев z .

3. Длина делительной окружности. Модуль. Длину делительной окружности можно выразить через диаметр и число зубьев: $P_d = P_t \cdot z$. Отсюда диаметр делительной окружности $d = (P_t \cdot z) / \pi$.

Отношение P_t / π называется модулем зубчатого зацепления и обозначается буквой m . Тогда диаметр делительной окружности можно выразить через модуль и число зубьев $d = m \cdot z$. Отсюда $m = d / z$.

Значение модулей для всех передач — величина стандартизированная.

Для понимания зависимости между величинами P_t , m и d приведена схема на рис. 178, II, где условно показано размещение всех зубьев 2 колеса по диаметру ее делительной окружности в виде зубчатой рейки.

4. Высота делительной головки зуба h_a — расстояние между делительной окружностью колеса и окружностью вершин зубьев.

5. Высота делительной ножки зуба h_f — расстояние между делительной окружностью колеса и окружностью впадин.

6. Высота зуба h — расстояние между окружностями вершин зубьев и впадин цилиндрического зубчатого колеса $h = h_a + h_f$.

7. Диаметр окружности вершин зубьев d_a — диаметр окружности, ограничивающей вершины головок зубьев.

8. Диаметр окружности впадин зубьев d_f — диаметр окружности, проходящей через основания впадин зубьев.

При конструировании механизма конструктор рассчитывает величину модуля t для зубчатой передачи и, округлив, подбирает модуль по таблице стандартизированных величин. Затем он определяет величины остальных геометрических элементов зубчатого колеса.

Зубчатые передачи с зацеплением М.Л. Новикова

В этом зацеплении профиль зубьев выполняется не по эвольвенте, а по дуге окружности или по кривой, близкой к ней (рис.).



При зацеплении выпуклые зубья одного из колес контактируют с вогнутыми зубьями другого. Поэтому площадь соприкосновения одного зуба с другим в передаче Новикова значительно больше, чем в эвольвентных передачах. Касание сопряженных профилей теоретически происходит в точке, поэтому данный вид зацепления называют **точечным**.

При одинаковых с эвольвентным зацеплением параметрах точечная система зацепления с круговым профилем зуба обеспечивает увеличение контактной прочности, что в свою очередь позволяет повысить нагрузочную способность передачи в 2...3 раза по сравнению с эвольвентной. Взаимодействие зубьев в сравниваемых передачах также различно: в эвольвентном зацеплении преобладает скольжение, а в зацеплении Новикова — качение. Это создает благоприятные условия для увеличения масляного слоя между зубьями, уменьшения потерь на трение и увеличения сопротивления заеданию.

К достоинствам зацепления Новикова относятся возможность применения его во всех видах зубчатых передач: с параллельными, пересекающимися и скрещивающимися осями колес, с внешним и внутренним зацеплением, постоянным и переменным передаточным отношением. Потери на трение в этой системе зацепления примерно в 2 раза меньше потерь в эвольвентном зацеплении, что увеличивает КПД передачи.

К основным недостаткам передач с зацеплением Новикова относятся: технологическая трудоемкость изготовления колес, ширина колес должна быть не менее 6 модулей и др. В настоящее время передачи с зацеплением Новикова находят применение в редукторах больших размеров.