

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Контрольные задания и методические указания  
для студентов-заочников сокращенной формы обучения  
направления 190600.62

Курган 2014

Кафедра: «Начертательная геометрия и инженерная графика»  
Дисциплина: «Начертательная геометрия и инженерная графика»  
(направление 190600.62).  
Составил: канд. техн. наук, доц. В.В. Иванов.

Утверждены на заседании кафедры 22 мая 2014 г.  
Рекомендованы методическим советом университета 11 июня 2014 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Чертеж – это своеобразный язык, с помощью которого человек имеет возможность изобразить на поверхности, в частности на плоскости, геометрические фигуры и их сочетания. Начертательная геометрия является теоретической базой для составления чертежа, способствует развитию у человека пространственного воображения.

При изучении курса начертательной геометрии предусматривается лекционное изложение курса, работа с учебниками и учебными пособиями, практические занятия, выполнение домашних работ, консультации по курсу. Знания, умения, навыки и способности к представлению пространственных форм проверяются на экзамене.

По курсу начертательной геометрии и инженерной графики предусматривается две контрольные работы, в которых решение задач осуществляется графическим путем. Контрольные работы студент высылает на кафедру для рецензирования с последующей защитой их перед экзаменом. Каждая контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме. К экзамену допускается студент, выполнивший контрольные работы и защитивший их на собеседовании. На экзамене студенту предлагается решить две-три задачи и ответить один-два вопроса (ответ подтверждается графическими примерами).

Решение задач контрольных работ выполняется на листах чертежной бумаги (ватман) формата А3 (297x420) с помощью чертежных инструментов в карандаше (рисунок 1).

На тщательность построений должно быть обращено серьезное внимание. Небрежно выполненные построения не только снижают качество чертежа, но и приводят к неправильным результатам. При обводке тип и толщина линий берутся в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Все видимые основные линии, а также внешняя рамка чертежа, основная надпись, дополнительная графа выполняются сплошной толстой основной линией, её толщина  $S=0,8 \dots 1$  мм. Линии центров и осевые линии – штрихпунктирные толщиной  $S/2 \dots S/3$ . Линии построений и линии связи проводятся сплошной тонкой линией ( $S/2 \dots S/3$ ). Линии невидимых контуров вычерчиваются штриховыми ( $S/2 \dots S/3$ ).

Задания на контрольные работы индивидуальные. Они представлены в вариантах. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме двух последних цифр номера его зачетной книжки.



- графа 4 – литера, присвоенная данному документу, например «У» – учебный;
- графа 5 – масса детали;
- графа 6 – масштаб чертежа;
- другие основные данные, относящиеся к изделию и к чертежу.

Первая страница контрольной работы может быть оформлена по образцу, приведенному на рисунке 3.

---

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Курганский государственный университет  
Факультет транспортных систем  
Направление 190600.62

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №  
по начертательной геометрии и инженерной графике

Выполнил студент .....

Группа .....

Номер зачетной книжки.....

Преподаватель .....

Курган 2014

---

Рисунок 3 – Оформление титульного листа

## Список литературы

### Основная учебная литература

- 1 Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии [Текст] : учеб. пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский ; под ред. В. О. Гордона. – М. : Высшая школа, 2008. – 272 с. : ил.
- 2 ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Общие правила выполнения чертежей : сборник. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 384 с.
- 3 Левицкий, В. С. Курс машиностроительного черчения [Текст] / В. С. Левицкий. – М. : Машиностроение, 2002. – 351 с. : ил.
- 4 Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей [Текст] : учеб. для вузов / В. С. Левицкий. – М. : Высш. шк., 1998. – 423 с.
- 5 Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – М. : Высш. шк., 2004. – 493 с.

### Дополнительная учебная литература

- 1 Силич, А. А. Краткий курс по начертательной геометрии для студентов заочной формы обучения (технические специальности) [Текст] / А. А. Силич, Т. А. Миронова, Ф. Авдощенко. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2002. – 95 с.
- 2 Полибза, Т. Т. Краткий курс по инженерной графике для студентов заочной формы обучения (технические специальности) [Текст] : учебное пособие / Т. Т. Полибза, И. Е. Карпова, В. В. Иванов. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2006.
- 3 Полибза Т. Т. Применение справочных материалов в технической графике [Текст] : учебное пособие / Т. Т. Полибза. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2004. – 95 с.

### Рабочая программа по начертательной геометрии и инженерной графике

- 1 Введение. Предмет начертательной геометрии. Центральное и параллельное проецирование. Свойства параллельного проецирования. Эпюр Монжа.
- 2 Задание точки, прямой на комплексном чертеже Монжа. Способ прямоугольного треугольника. Теорема о прямом угле. Взаимное положение двух прямых.
- 3 Плоскость. Способы задания плоскости. Плоскости частного и общего положения. Главные линии плоскости. Взаимное положение прямой и плоскости, двух плоскостей.
- 4 Позиционные задачи. Метрические задачи.
- 5 Способы преобразования чертежа. Способ замены плоскостей проекций. Способы вращения.

6 Многогранники. Задание многогранника на чертеже. Точки на поверхности многогранника. Сечение многогранника плоскостью. Пересечение прямой с гранной поверхностью.

7 Кривые линии. Винтовые линии.

8 Поверхности. Поверхности вращения. Линейчатые поверхности. Сечение поверхности вращения плоскостью. Пересечение прямой с поверхностью вращения.

9 Пересечение поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей. Способ концентрических сфер.

10 Плоскости касательные к поверхности.

11 Развертки поверхностей.

12 Аксонометрические проекции.

13 Изображения, основные правила их выполнения. Виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Надписи и обозначения на чертеже.

14 Аксонометрические проекции деталей: фронтальная и прямоугольная диметрии, прямоугольная изометрия. Вырез  $\frac{1}{4}$  детали и нанесение размеров, штриховка в плоскостях сечения.

15 Изображение и обозначение резьбы, определение ее вида и параметров. Резьбы цилиндрические и конические. Резьбы крепежные и ходовые. Технологические элементы резьбы (фаски, проточки).

16 Изображение и обозначение стандартных деталей. Виды соединений деталей, правила, условности и упрощения их изображения. Соединения резьбовые (болтовые, винтовые, шпилечные, трубные). Соединения шпоночные и шлицевые, штифтовые. Зубчатое зацепление. Неразъемные соединения (сварные, клеевые, паяные, заклепочные).

17 Элементы геометрии деталей, их изображения и обозначения. Эскизирование деталей. Нанесение размеров на технических деталях (точеных, штампованных, литых). Выполнение рабочих чертежей технических деталей. Обозначение материалов и знаков шероховатости.

18 Изображение сборочной единицы. Сборочный чертеж изделий. Нанесение размеров на сборочных чертежах. Условности и упрощения. Спецификация.

## КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Контрольные работы по начертательной геометрии и инженерной графике составлены с учетом требований государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников технических специальностей. *Контрольные работы № 1, 2 выполняются студентом во втором семестре.*

## Контрольная работа № 1

Контрольная работа № 1 состоит из 5 задач.

### Задача 1

Определить расстояние между ребрами пирамиды АВ и SC. Данные для своего варианта взять из таблицы 1.

Таблица 1 – Варианты задачи 1

№ вар.	А			В			С			S		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
0												
1	20	10	40	80	50	0	40	0	70	35	65	10
2	15	40	10	80	0	10	45	60	35	50	35	65
3	80	10	40	25	70	60	10	25	15	60	60	0
4	70	40	10	25	40	40	10	0	0	55	10	55
5	20	20	40	80	50	10	55	80	65	70	10	55
6	20	50	10	90	65	40	100	20	0	50	0	50
7	100	40	75	5	10	40	70	60	10	35	55	75
8	30	50	5	90	50	25	10	15	40	40	90	65
9	35	0	50	80	20	35	10	25	10	50	65	80
10	95	10	55	15	15	40	50	40	85	70	75	10
11	30	0	50	100	25	40	10	40	15	50	70	60
12	20	50	0	90	35	20	10	20	40	50	60	80
13	60	45	15	5	30	35	85	0	45	60	85	70
14	15	30	60	95	10	20	70	50	0	80	70	50
15	20	30	60	80	10	15	40	55	15	90	65	60
16	90	50	40	20	10	20	20	40	60	55	0	75
17	0	25	15	85	10	35	35	50	60	70	40	0
18	60	60	30	20	20	10	35	0	50	0	60	55

### Методические указания к решению задачи

Задача решается способом замены плоскостей проекций. Ребра пирамиды АВ и SC являются скрещивающимися прямыми. Для определения кратчайшего расстояния между этими ребрами достаточно одно из ребер спроецировать в точку. Тогда перпендикуляр, опущенный из полученной точки на проекцию второго ребра, будет натуральной величиной расстояния между ребрами. Если ребра АВ и SC – прямые общего положения, то потребуется две замены плоскостей проекций. После первой замены одно из ребер проецируется в натуральную величину, второй заменой плоскостей проекций это ребро следует сделать проецирующим.

Пример решения задачи 1 приведен на рисунке 4.

### Задача 2

Определить натуральную величину угла при вершине С основания пирамиды – грани ABC способом вращения вокруг линии уровня. Четный вариант – решить задачу вращением вокруг горизонтали, нечетный вариант – решить за-

дачу вращением вокруг фронтали. Данные для своего варианта взять из таблицы 1.

### **Методические указания к решению задачи**

В треугольнике ABC строится линия уровня. Вращение треугольника выполняется на той проекции, на которой линия уровня проецируется в натуральную величину. Следует помнить правило, что при вращении каждая точка фигуры описывает дугу окружности, плоскость которой перпендикулярна оси вращения. Натуральную величину радиуса вращения определить способом прямоугольного треугольника.

Пример решения задачи 2 приведен на рисунке 4.

Задача 1

Задача 2

100 SL 10 JMK

КМГ 01 15 001

Задание	Макс.	Минимум
Задачи 1,2	11	

КГУ ТЗ-116

Рисунок 4 – Пример выполнения задачи 1, 2

### Задача 3

По фронтальной проекции сферы со сквозным вырезом построить горизонтальную и профильную проекции сферы. Сквозное отверстие треугольной формы. Данные для своего варианта взять из таблицы 2.

Таблица 2 – Варианты заданий к задаче 3

№ варианта	О (центр сферы)			R (радиус сферы)	А			В			С		
	x	y	z		x	y	z	x	y	z	x	y	z
0	80	65	60	45	116	-	86	43	-	86	66	-	26
1	72	60	55	43	75	-	90	45	-	25	105	-	45
2	75	65	65	50	44	-	95	44	-	25	95	-	25
3	80	80	70	48	118	-	99	41	-	41	118	-	41
4	70	63	58	42	70	-	90	40	-	38	100	-	38
5	80	65	60	45	110	-	70	55	-	90	70	-	25
6	70	63	58	42	95	-	85	35	-	58	62	-	20
7	80	80	70	48	80	-	118	56	-	28	128	-	70
8	75	65	65	50	55	-	100	105	-	30	105	-	100
9	72	60	55	43	95	-	85	40	-	30	95	-	30
10	80	80	70	48	80	-	110	40	-	50	120	-	50
11	80	65	60	45	80	-	105	37	-	44	122	-	44
12	75	65	65	50	105	-	100	45	-	100	75	-	25
13	70	63	58	42	101	-	30	48	-	90	48	-	30
14	72	60	55	43	45	-	85	72	-	12	108	-	55
15	80	80	70	48	55	-	102	55	-	38	115	-	70
16	70	63	58	42	97	-	85	45	-	85	45	-	30
17	80	65	60	45	105	-	90	40	-	60	105	-	30
18	75	65	65	50	110	-	35	40	-	35	75	-	90

### Методические указания к решению задачи

Намечаются оси координат с началом координат в центре листа. Строятся проекции сферы заданного радиуса  $R$  с центром в точке  $O$ . Определяются по заданным координатам проекции точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – вершин сквозного выреза. Строится треугольник – вырожденная проекция линии сквозного отверстия.

Вначале следует построить проекцию выреза на горизонтальной плоскости проекций, а затем – проекцию выреза на профильной плоскости проекций.

Необходимо определить характер линий, получаемых от сечения сферы плоскостями сквозного отверстия. При сечении сферы плоскостью в сечении получается окружность либо ее часть. Вопрос в том, как смотреть на эту окружность. Если смотреть вдоль окружности, то увидим прямую линию, если смотреть перпендикулярно плоскости окружности, то получим окружность в натуральную величину, если смотреть на окружность под углом, отличным от нуля и  $90^\circ$ , то увидим эллипс. Анализируя, таким образом, плоскости выреза, представленного на рисунке 5, делаем вывод, что на плоскость проекций  $H$  в прямую линию будет проецироваться плоскость по линии  $AC$ . Эта же плоскость на плоскость проекций  $W$  будет проецироваться в дугу окружности. Плоскость по линии  $BC$  на плоскость проекций  $H$  будет проецироваться в дугу

окружности, и на плоскость проекций  $W$  она будет проецироваться в прямую линию. Только часть выреза по линии  $AB$  будет проецироваться на плоскости проекций  $H$  и  $W$  в виде дуги эллипса. Чтобы построить дугу эллипса следует отметить на линии  $AB$  ряд точек, найти проекции этих точек на плоскости проекций  $H$  и соединить их плавной кривой с помощью лекала. На линии  $AB$  точки 2 и 3 являются границами видимости для плоскостей проекций  $W$  и  $H$  соответственно. Проекция этих точек, а также точек  $A$  и  $5$  определяются по линиям связи без дополнительных построений на плоскости проекций  $H$ . Проекция остальных точек на плоскости проекций  $H$  определяются одним и тем же способом – через построение параллелей, проходящих через эти точки. В качестве примера построена параллель через точку  $1_v$ . На плоскости проекций  $H$  строится проекция параллели в виде окружности и на ней определяются проекции точек  $1_H$  и  $1'_H$ .

Для построения проекций точек выреза на плоскости проекций  $W$  вначале проводят линии связи от точек с плоскости проекций  $V$ . Перенос проекций точек на плоскость проекций  $W$  осуществляется измерением координат  $Y$  этих точек. За начало отсчета удобно принять горизонтальную ось сферы на плоскости проекций  $H$ , а на плоскости проекций  $W$  координаты  $Y$  откладывают от вертикальной оси вдоль линии связи.

Пример решения задачи 3 приведен на рисунке 5.

КИГ 01 15 002

КИГ 01 15 002

Имя	№ инст.	Курс	Группа	Дата

Семестр	Месца	Мінуцы	Дзень	Лістапад

### Задача 3

КГУ ТЗ-116

Рисунок 5 – Пример выполнения задачи 3

#### **Задача 4**

Построить линию пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных концентрических сфер. Данные для своего варианта взять из таблицы 3.

#### **Методические указания к решению задачи**

Способ вспомогательных концентрических сфер применяется, если:

- обе поверхности – поверхности вращения;
- оси поверхностей пересекаются;
- общая плоскость симметрии тел параллельна какой-либо плоскости проекций.

В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и строятся по размерам проекции тел согласно своему варианту из таблицы 3.

Линия пересечения двух тел строится по точкам. Проекции точек этой линии определяются с помощью концентрических сфер, которые строятся из точки пересечения осей тел. С каждым из тел сфера пересекается по окружности. На плоскости проекций  $V$  эти окружности проецируются в прямые линии. Точки пересечения окружностей и будут являться общими точками для двух тел.

Сфера наименьшего диаметра должна вписаться в большее из тел и пересекать образующие меньшего тела. На рисунке 6 наименьшая сфера вписана в конус. Сфера наибольшего радиуса не должна выходить за наиболее удаленную точку пересечения тел. Характерные точки – верхняя и нижняя точки сечения (точки  $A_v$  и  $B_v$ ) определяются по пересечению фронтальных меридианов конуса и цилиндра. Следовательно, сфера наибольшего радиуса не должна выходить за точку  $B_v$ .

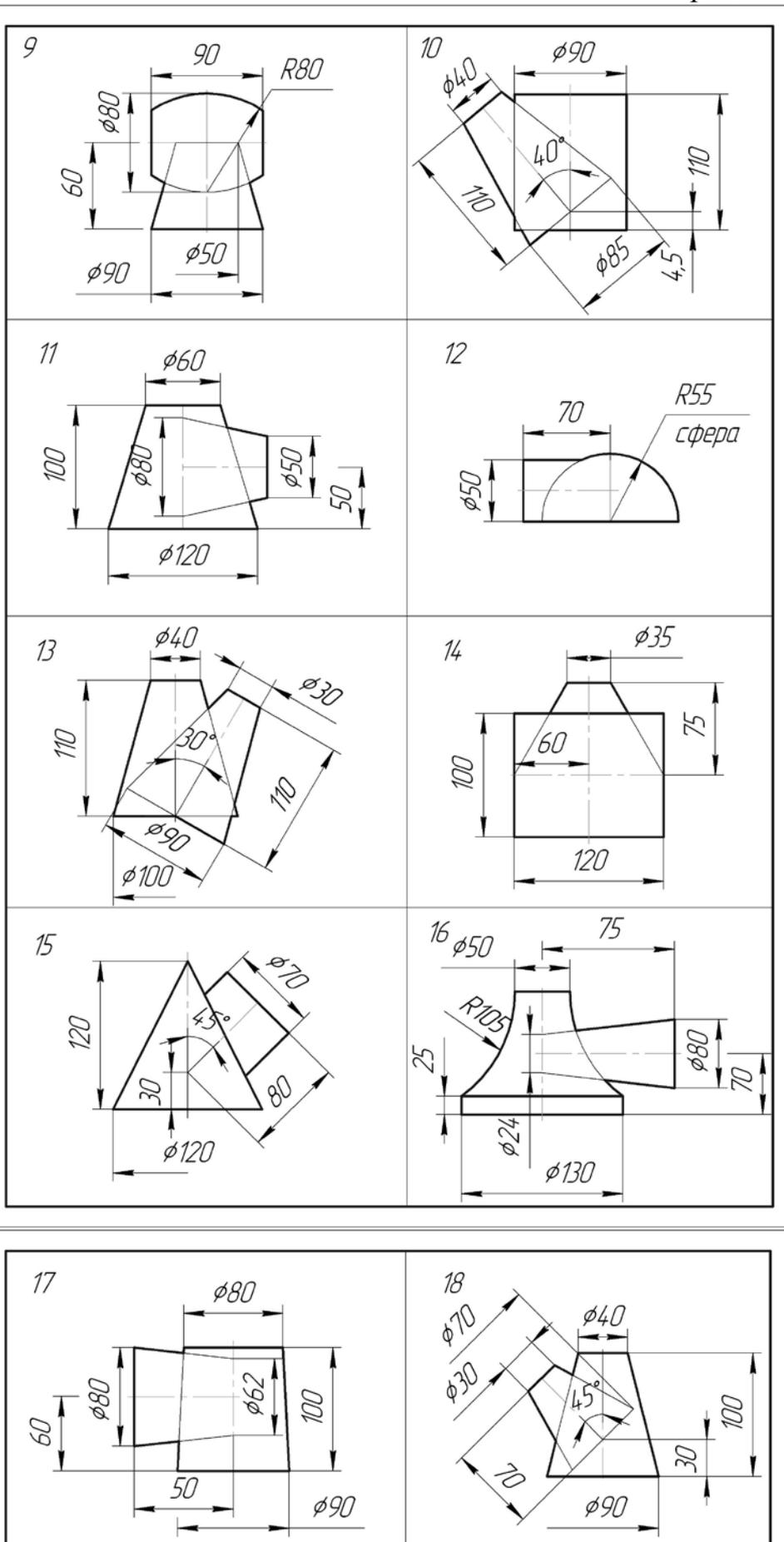
Промежуточные сферы строятся произвольными радиусами и должны располагаться между наименьшей и наибольшей вспомогательными сферами.

Проекция линии пересечения тел на плоскости  $H$  строится по точкам с использованием параллелей.

Пример решения задачи 4 приведен на рисунке 6.

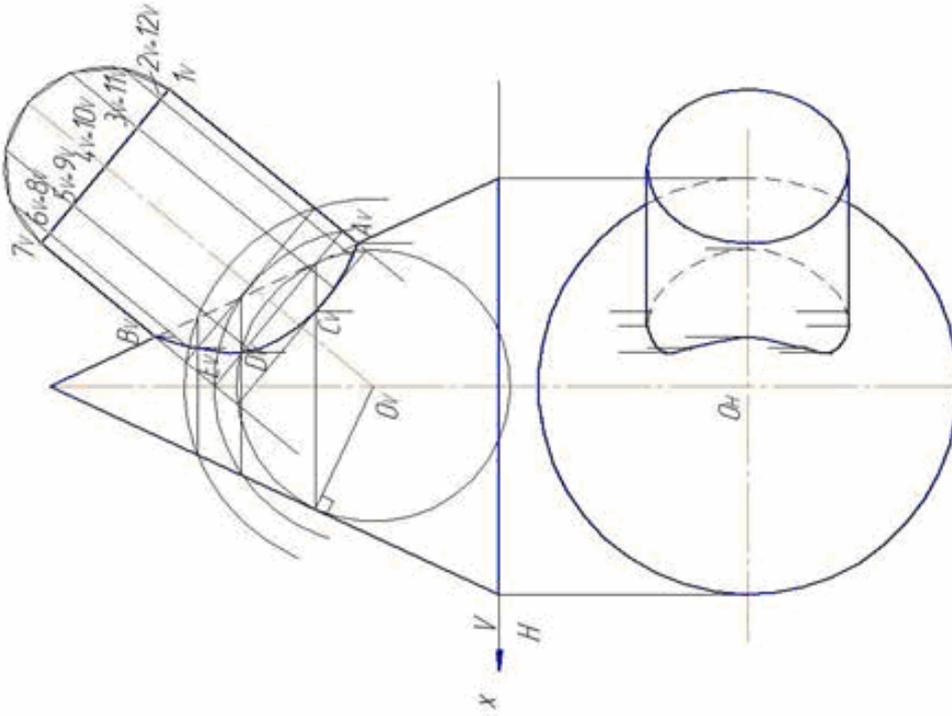
Таблица 3 – Варианты заданий к задаче 4

<p>1</p>	<p>2</p>
<p>3</p>	<p>4</p>
<p>5</p>	<p>6</p>
<p>7</p>	<p>8</p>

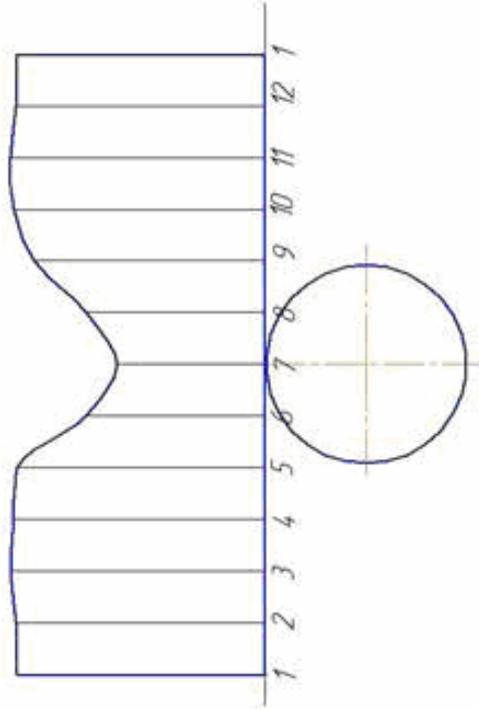


КИГ 01 15 003

Задача 4



Задача 5



ИД № инст.	Лист в доку.	Вхм иф. №
------------	--------------	-----------

КИГ 01 15 003

Задачи 4,5

Степан / Мерец / Мусумбад	11
Лист	1
КТУ ТЗ-116	

Рисунок 6 – Пример выполнения задач 4, 5

## **Задача 5**

Построить развертку боковой поверхности одного из тел из задачи 4.

### **Методические указания к решению задачи**

Поверхность вращения аппроксимируется гранной поверхностью – призмой или пирамидой. На рисунке 6 выполнена развертка цилиндра.

Подготовительные действия выполняются в задаче 6. В поверхность цилиндра вписывают 12-гранную призму. Для этого на плоскости проекций  $V$  на верхнем основании цилиндра строят половину окружности, которую циркулем делят на 6 равных частей. Строят проекции боковых ребер призмы от верхнего основания до линии пересечения тел. На свободной части листа формата А3 строят горизонтальную линию. Отмечают на этой линии точку 1 и откладывают вправо от этой точки двенадцать раз величину ребра основания грани призмы (на дуге полуокружности это длина хорды между соседними точками). Вверх от полученных точек откладывают длины ребер боковых граней призмы (расстояния от верхнего основания призмы до линии пересечения тел). Соединяя точки на концах ребер плавной линией, получают приблизительную развертку боковой поверхности цилиндра.

Если строить развертку конуса, то следует иметь в виду, что только крайние ребра вписанной пирамиды проецируются на плоскость  $V$  в натуральную величину. Для определения длин остальных ребер следует прибегнуть к способу вращения вокруг проецирующей оси.

## **Контрольная работа № 2**

Контрольная работа № 2 состоит из 5 заданий.

**Тема 1. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений.**

**Задание по теме 1.** Построить третье изображение детали по двум данным, выполнить указанные разрезы, построить натуральный вид наклонного сечения. Данные взять на рисунке 7. Пример выполнения задания приведен на рисунке 8.

### **Порядок выполнения**

На формате А3 построить три вида внешней формы детали в тонких линиях. После построения трех видов нужно выполнить разрезы. При симметричных изображениях следует соединить половину вида с половиной разреза.

Проставить размеры и обозначить разрезы.

Построить натуральный вид сечения заданной фронтально-проецирующей плоскостью («косое сечение»). Обвести чертеж. Заполнить основную надпись.

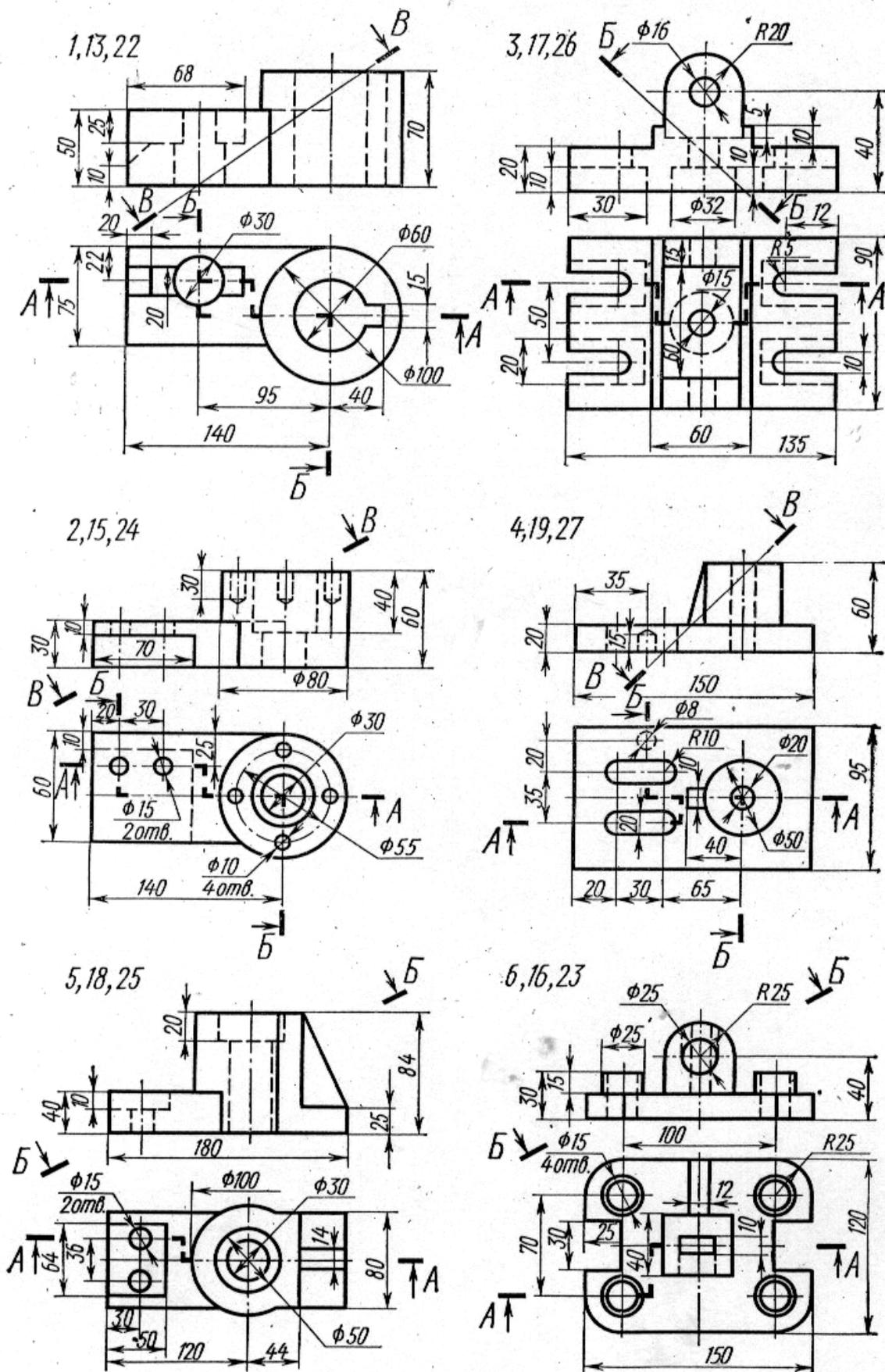
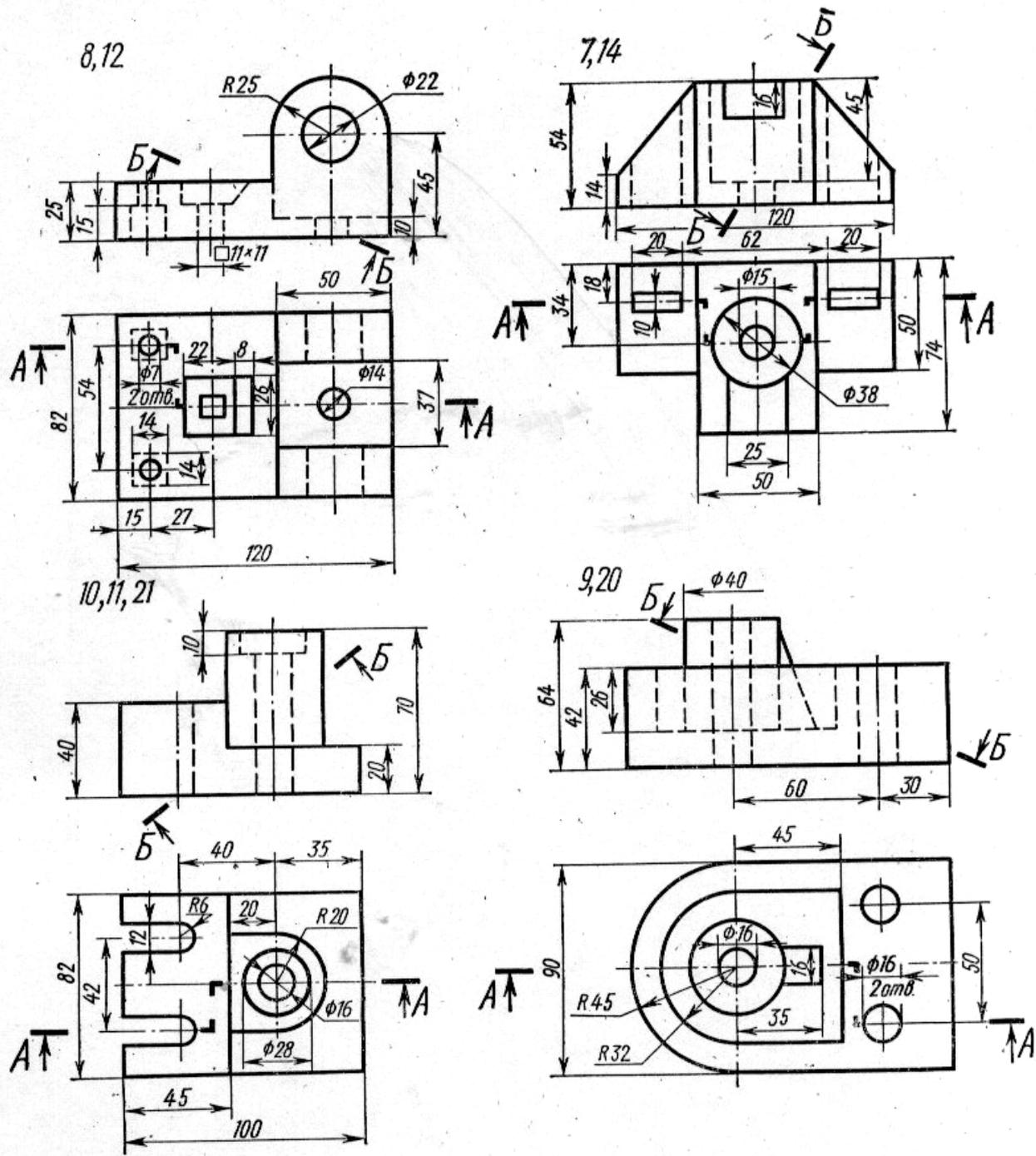


Рисунок 7 – Варианты заданий по теме 1



Продолжение рисунка 7

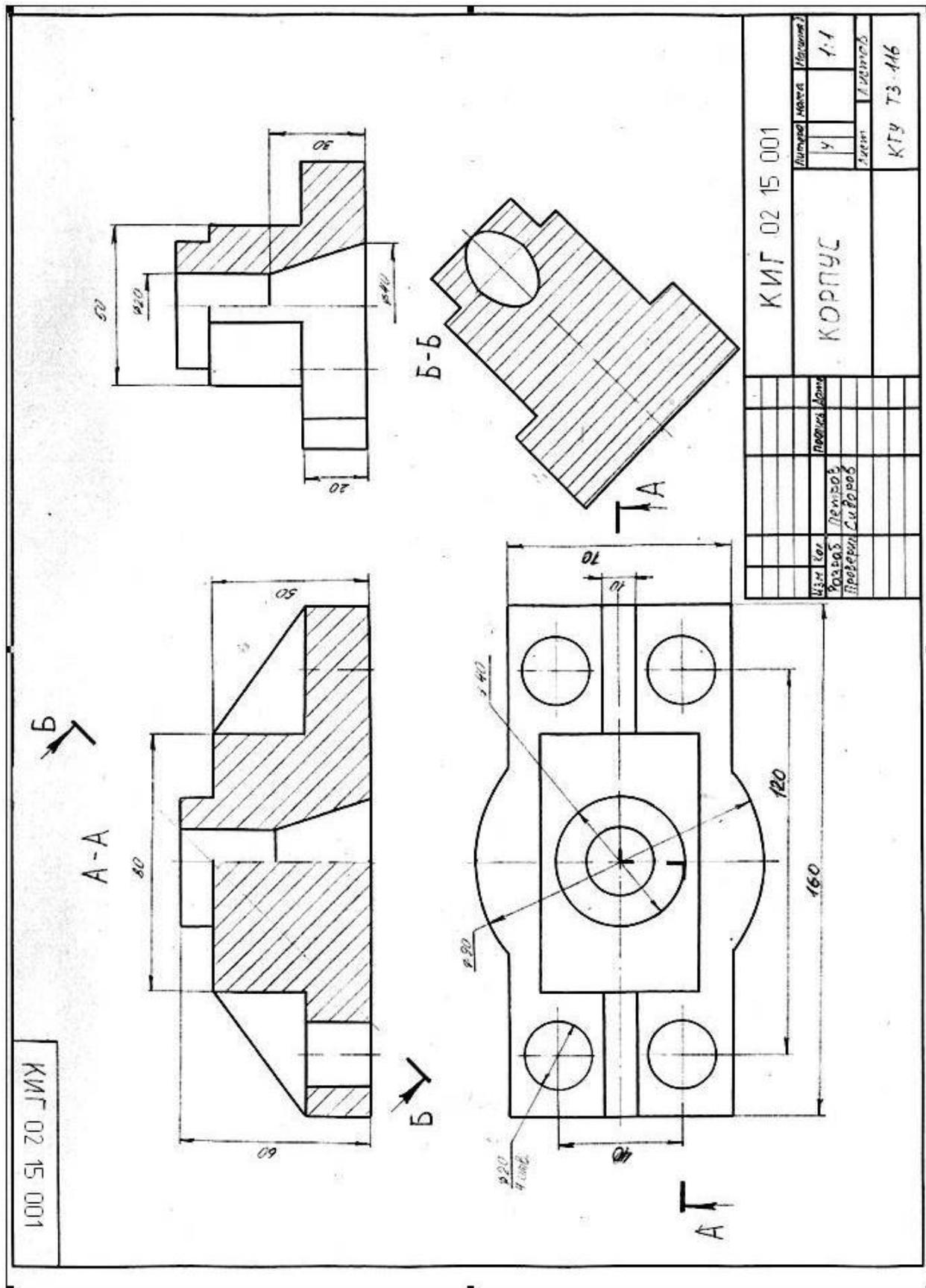


Рисунок 8 – Пример выполнения задания по теме 1

## Тема 2. Эскизирование

Выполнить эскиз детали «Крышка» (фланец).

Деталь для выполнения эскиза подобрать самостоятельно, либо получить в препараторской кафедры начертательной геометрии и графики (ауд. Б-410а) для работы с деталью в аудиториях кафедры.

### Пояснения к заданию

**Эскизом** называется конструкторский документ, который может быть выполнен «от руки», без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз должен содержать все сведения о её форме, размеров, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т.п.).

**Рабочий чертеж детали** – конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Рабочие чертежи деталей разрабатываются по чертежам общего вида проектной документации или эскизам деталей с натуры.

В отличие от эскиза рабочий чертеж детали выполняют чертежными инструментами или на ЭВМ в определенном масштабе. Такой чертеж, оформленный подлинными подписями лиц, участвующих в работе над чертежом, называется подлинником. С подлинника снимают копии – дубликаты. Дубликаты размножают для серийного и массового изготовления деталей.

В машиностроении широко применяют детали, имеющие различные резьбы. Ниже приводятся сведения о изображении и обозначении резьбы на чертежах.

**Общие сведения о резьбе.** Резьба образуется при винтовом перемещении некоторой плоской фигуры, задающей профиль резьбы, расположенной в одной плоскости с осью поверхности вращения (осью резьбы) – цилиндрической или конической, по которой профиль совершает свое движение. Часть резьбы, образованную при одном повороте профиля вокруг оси, называют витком. Шагом резьбы называют расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля.

Винтовая линия бывает правой и левой, поэтому резьба образуется правой или левой. Если ось резьбы расположить вертикально перед наблюдателем, то у правой резьбы видимые витки поднимаются слева направо, а у левой – справа налево. Так как применяется преимущественно правая резьба, то на чертеже оговаривают только левую резьбу, добавляя к обозначению резьбы «LH».

**Изображение резьбы.** На чертежах резьбу изображают условно согласно ГОСТу 2.311-68. Характер условного изображения одинаков для всех видов резьб, а именно: резьбу на стержне показывают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности и разомкнутую в любом месте. На изображении резьбы в отверстии сплошные основные и сплошные тонкие линии как бы меняются местами. Фаски на стержне с резьбой и в отверстии на виде сбоку не изображают (рисунок 9). Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят сплошной толстой основной линией (или штриховой, если резьба изображена как невидимая), которую проводят до линий наружного диаметра резьбы.

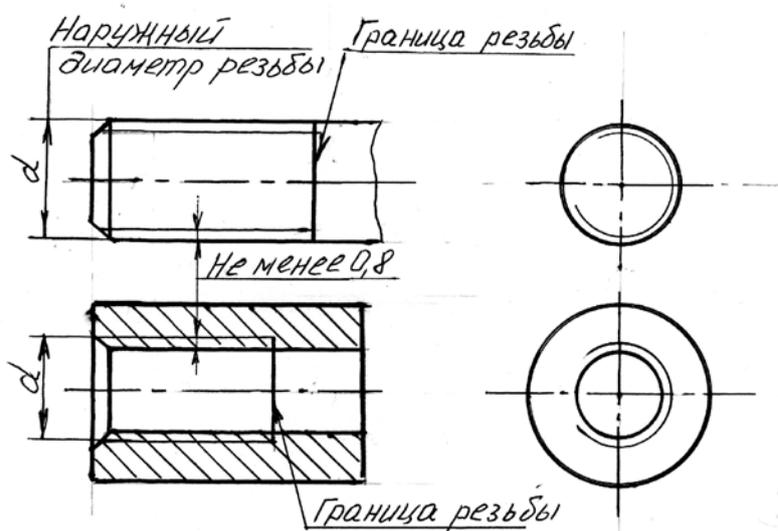


Рисунок 9 – Изображение резьбы на стержне и в отверстии

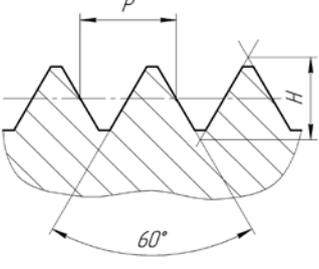
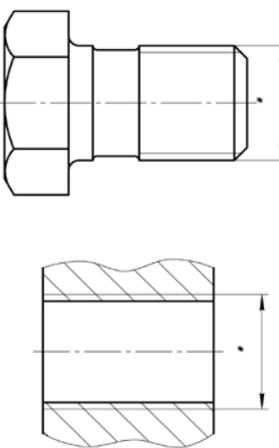
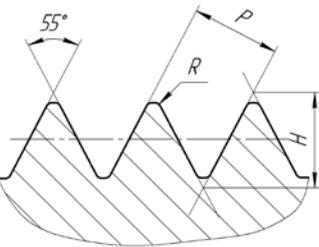
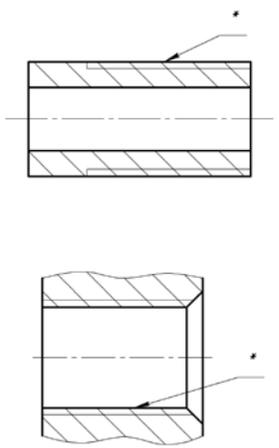
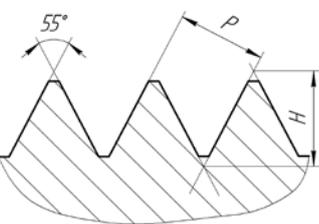
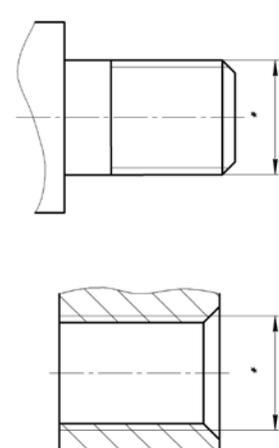
**Обозначение резьбы.** Стандартные резьбы подразделяются на резьбы общего назначения и специальные. В свою очередь резьбы общего назначения подразделяются на крепежные и ходовые. К специальным резьбам относятся, например, резьба круглая для цоколей и патронов электроламп, резьба круглая для санитарно-технической арматуры и др.

Прямоугольная резьба не стандартизована. При её применении на чертеже указываются все необходимые для изготовления размеры.

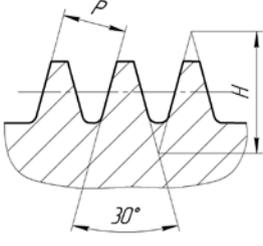
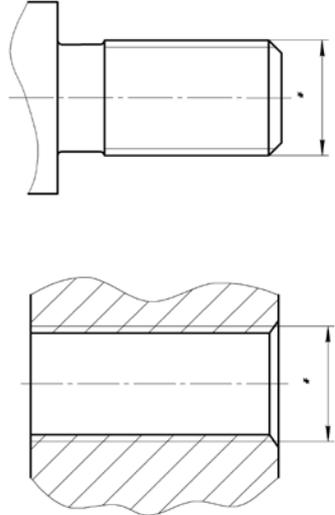
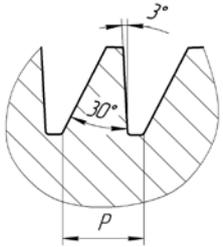
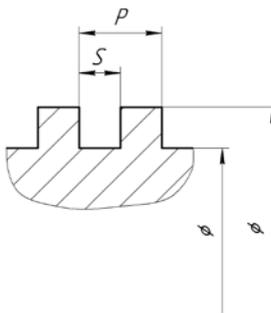
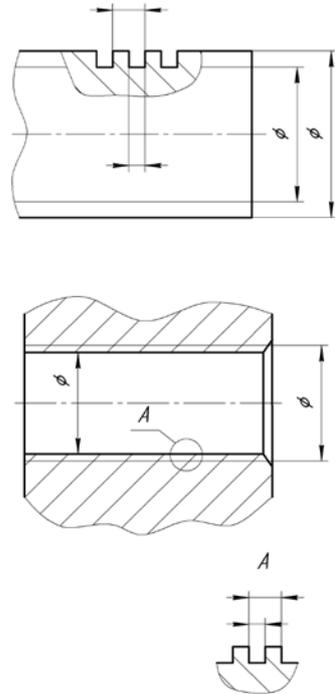
В таблице 4 приведены условные обозначения резьб общего назначения.

Таблица 4 – Резьбы крепежные и ходовые

**Резьбы крепежные**

Тип резьбы	Профиль резьбы	Условное изображение резьбы на стержне и в отверстии	Размеры, указываемые на чертеже	Примеры обозначения
<p><b>Резьба метрическая</b></p> <p>Профиль по ГОСТ 9150-81, основные параметры по ГОСТ 24705-81, диаметры и шаг по ГОСТ 8724-81</p>			<p>Наружный диаметр резьбы (в мм) и шаг резьбы, если он мелкий (мм).</p>	<p>M12 – 6g M20 × 1,5 LH M12 – 6H</p>
<p><b>Резьба трубная цилиндрическая</b></p> <p>по ГОСТ 6357-81</p>			<p>Диаметр условного прохода трубы в дюймах.</p>	<p>G 1/2 G 1</p>
<p><b>Резьба дюймовая цилиндрическая</b></p> <p>по ОСТ НКТП 1260</p>			<p>Наружный диаметр резьбы в дюймах.</p> <p>1" = 25,4 мм</p>	<p>1 1/2" 1"</p>

**Резьбы ходовые**

<p>Резьба трапецеидальная по ГОСТ 24737-81 профиль по ГОСТ 9481-76</p>			<p>Наружный диаметр и шаг резьбы (мм) для однозаходной резьбы.</p> <p>Наружный диаметр (мм), числовое значение хода и в скобках буква Р с числовым значением шага (мм) для многозаходной резьбы.</p>	<p>Tr 20 × 4</p> <p>Tr 24 × 15 (P5)</p> <p>Tr 10 × 4 (P2) LH</p>
<p>Резьба упорная по ГОСТ 10177-82</p>			<p>Для однозаходной: наружный диаметр и шаг</p> <p>Для многозаходной: наружный диаметр, числовое значение хода и в скобках буква Р с числовым значением шага (мм).</p>	<p>S 16 × 2 LH</p> <p>S 28 × 10 (P5)</p>
<p>Резьба прямоугольная (нестандартная)</p>			<p>На чертеже указываются размеры наружного и внутреннего диаметров резьбы, величина шага и ширина впадины (между двумя соседними профилями).</p>	<p>Буквенного обозначения нет</p>

**Задание размеров.** Дать подробные и точные указания правильной про-  
становки размеров на рабочих чертежах деталей трудно, ввиду огромного раз-  
нообразия конструкций машин, форм деталей и способов обработки этих дета-  
лей.

Рассмотрим некоторые общие положения по простановке размеров.

1 Размерные линии с размерами желательно наносить вне контура изоб-  
ражения. Это облегчает чтение чертежа и обеспечивает достаточно места для  
нанесения размеров, условных знаков и обозначений (рисунок 10).

2 При нанесении нескольких параллельных размерных линий, нельзя до-  
пускать взаимного пересечения выносных и размерных линий (пересечение  
выносных линий допускается). Расстояние между контуром детали и первой  
размерной линией должно быть минимум 10 мм. Между последующими раз-  
мерными линиями минимальное расстояние 7 мм.

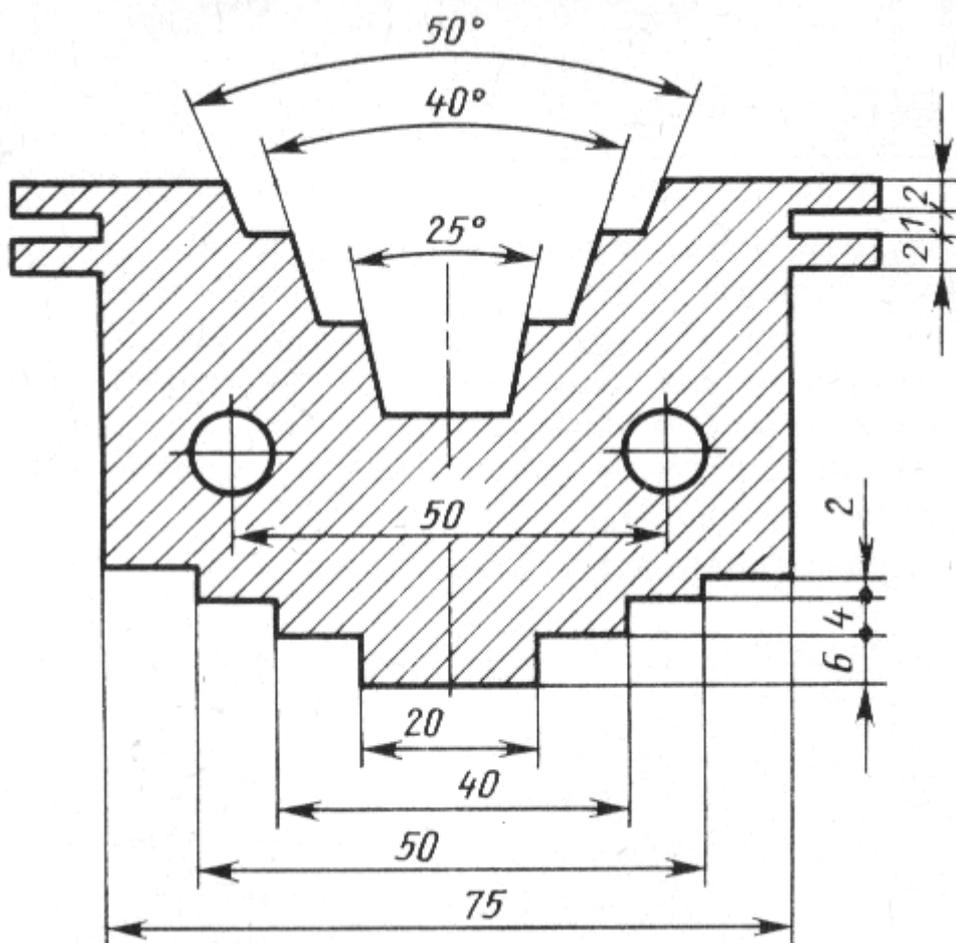


Рисунок 10 – Примеры нанесения размеров

3 Перед размерным числом диаметра во всех случаях следует наносить  
знак диаметра Ø, а перед размерным числом радиуса – букву R. Размер радиуса  
или диаметра сферической поверхности может сопровождаться словом «сфера»  
в случае, когда это не ясно из чертежа. На рисунке 11 приведены примеры про-  
становки диаметров, радиусов, квадратов. Все эти обозначения упрощают чте-  
ние чертежа и иногда дают возможность уменьшить число изображений.

4 Не рекомендуется проставлять размеры внутреннего контура детали, изображенного на чертеже штриховыми линиями.

5 При нескольких изображениях размеры, определяющие какой-либо элемент, следует давать только один раз и проставлять их на том изображении, на котором данный элемент дается наиболее полно.

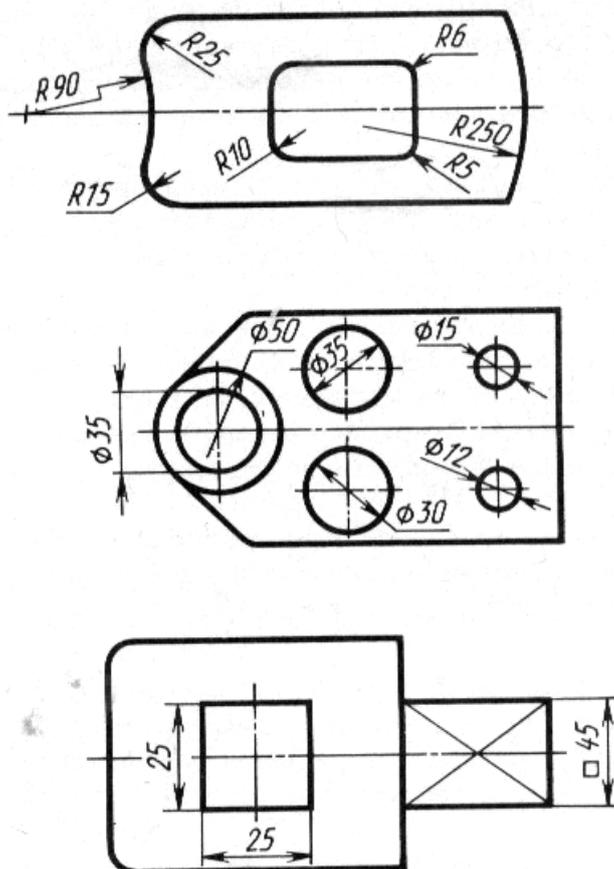


Рисунок 11 – Простановка радиусов, диаметров, квадратов

6 Простановку размеров на деталях, имеющих внутренние формы, по возможности группируют: размеры, относящиеся к внутренним очертаниям, отдельно от размеров, относящихся к наружным очертаниям.

### Обозначение шероховатости поверхностей

Если рассмотреть в сильную лупу или под микроскопом поверхность какой-либо детали, то даже на хорошо отполированной поверхности заметны микронеровности. Высота этих неровностей имеет большое значение. Чем меньше микронеровности, тем меньше поверхность детали подвергается вредному воздействию внешней среды (коррозии), поэтому, проектируя машины, конструктор задает не только точность, с какой должны быть выдержаны размеры элементов детали, но и допустимую величину шероховатостей.

Для оценки качества поверхности ГОСТ 2789-73 установил шесть параметров. В курсе инженерной графики студент знакомится только с двумя из них:

1 Среднее арифметическое отклонение профиля (символ Ra), иначе среднее арифметическое значение ординат  $y_1, y_2, \dots, y_n$  некоторого количества точек профиля на базовой длине  $l$ .

2 Высота неровностей профиля на некоторой базовой длине  $l$  по 10 точкам (символ Rz).

В таблице 5 приведены числовые значения параметра шероховатости Ra.

В таблице 6 приведены числовые значения параметра шероховатости Rz.

Таблица 5 – Значения шероховатости по Ra

Ra 100	Ra 10,0	Ra 1,00	Ra 0,100	Ra 0,010
Ra 80	Ra 8,0	Ra 0,80	Ra 0,080	Ra 0,008
Ra 63	Ra 6,3	Ra 0,63	Ra 0,063	
Ra 50	Ra 5,0	Ra 0,50	Ra 0,050	
Ra 40	Ra 4,0	Ra 0,40	Ra 0,040	
Ra 32	Ra 3,2	Ra 0,32	Ra 0,032	
Ra 25	Ra 2,5	Ra 0,25	Ra 0,025	
Ra 20	Ra 2,0	Ra 0,20	Ra 0,020	
Ra 16	Ra 1,6	Ra 0,16	Ra 0,016	
Ra 12,5	Ra 1,25	Ra 0,125	Ra 0,012	

Таблица 6 – Значение шероховатости по Rz

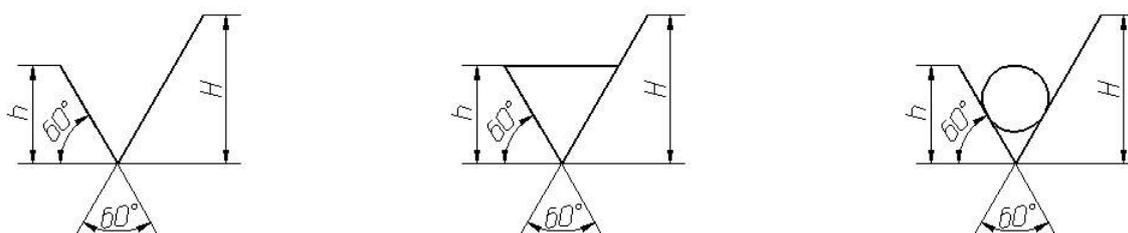
Rz 1600	Rz 160	Rz 16	Rz 1,6	Rz 0,16
Rz 1250	Rz 125	Rz 12,5	Rz 1,25	Rz 0,125
Rz 1000	Rz 100	Rz 10,0	Rz 1,00	Rz 0,100
Rz 800	Rz 80	Rz 8,0	Rz 0,80	Rz 0,080
Rz 630	Rz 63	Rz 6,3	Rz 0,63	Rz 0,063
Rz 500	Rz 50	Rz 5,0	Rz 0,50	Rz 0,050
Rz 400	Rz 40	Rz 4,0	Rz 0,40	Rz 0,040
Rz 320	Rz 32	Rz 3,2	Rz 0,32	Rz 0,032
Rz 250	Rz 25	Rz 2,5	Rz 0,25	Rz 0,025
Rz 200	Rz 20	Rz 2,0	Rz 0,20	

Правила нанесения обозначения шероховатости на чертежах установлены ГОСТ 2.309-73. Структура знака обозначения шероховатости приведена на рисунке 12. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.



Рисунок 12 – Структура знака шероховатости

Согласно стандарту, в обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков приведенных на рисунке 13.



а) знак наносится на поверхность, вид обработки которой конструктором не устанавливается;

б) знак указывает, что поверхность должна быть образована удалением слоя материала;

в) знак указывает шероховатость поверхности, образованной без удаления слоя материала

Рисунок 13 – Варианты начертания знака шероховатости

Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел (3,5 – 5 мм), высота  $H = (1,5 \dots 3)h$ . Толщина линий знаков  $s/2$ .

Обозначения располагают на линиях видимого контура, выносных линиях, на тех видах, разрезах и сечениях, на которых проставлены соответствующие размеры, или на полках линий-выносок, возможно ближе к размерным линиям. При недостатке места допускается располагать их на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рисунок 14). На рисунке 15 показано, как надо располагать знаки относительно основной надписи чертежа.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рисунок 16). Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый верхний угол чертежа, должна быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

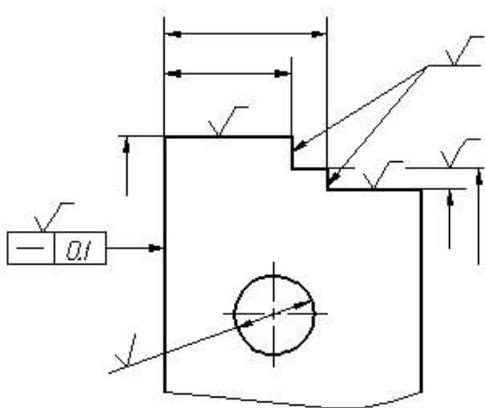


Рисунок 14 – Варианты нанесения знаков шероховатости

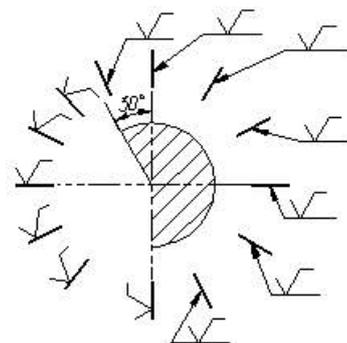


Рисунок 15 – Расположение знаков шероховатости относительно основной надписи

При указании одинаковой шероховатости для большей части поверхностей изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение шероховатости поверхности и знак по рисунку 13 а, заключенный в скобки. Это означает, что все поверхности, на изображении которых не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком в скобках. Размеры знака в скобках должны быть одинаковы с размерами знаков, нанесенных на изображении.

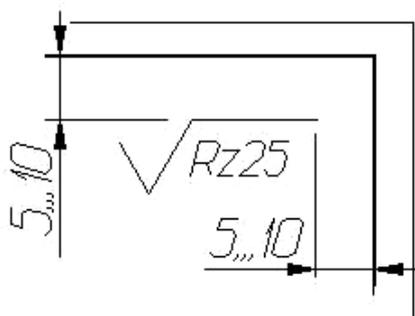


Рисунок 16 – Указание одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия

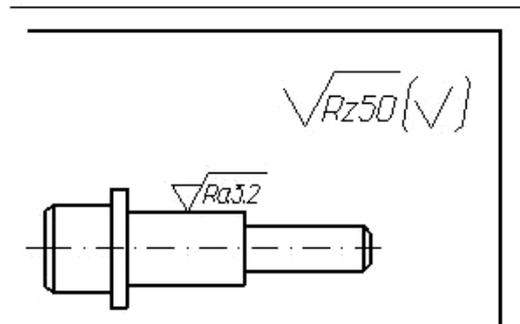


Рисунок 17 – Указание шероховатости для большей части поверхностей изделия

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов (отверстий, пазов, зубьев и т.п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз независимо от числа изображений.

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рисунок 18). Обозначение шероховатости профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении

профиля или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рисунок 19), на размерной линии или её продолжении.

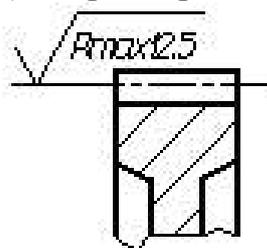


Рисунок 18 –

Обозначение шероховатости боковых поверхностей зубьев колеса

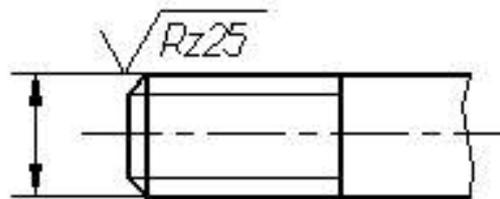


Рисунок 19 –

Обозначение шероховатости резьбы поверхностей зубьев колеса

Обозначать шероховатость поверхностей заданных деталей следует только после внимательного их осмотра и уяснения условий работы. Полезно, если есть возможность, посоветоваться об этом с технологом предприятия, на котором работает заочник. В качестве рекомендаций при обозначении шероховатости поверхностей студент может воспользоваться таблицей 7.

Таблица 7– Значение шероховатости различных поверхностей

Примерные параметры шероховатости поверхности	Типичные поверхности деталей, соответствующие данному значению шероховатости
–	Поверхности, к которым не предъявляется особых требований в отношении шероховатости поверхности
400-160	Грубо обработанные поверхности, полученные после черновых операций: чернового строгания, чернового растачивания
80	Свободные поверхности валов, стоек, грубых кучек, корпусов, кронштейнов. Поверхности отверстий из-под сверла
40	Поверхности корпусов, кронштейнов, втулок, крышек и других деталей, прилегающих к другим поверхностям, но не являющиеся посадочными. Наружные несоприкасающиеся поверхности зубчатых колес и т.д.
6,3	Поверхности зуба зубчатых колес. Сопряженные плоскости неподвижных соединений; торцовые поверхности деталей, прилегающие к другим деталям. Наружные поверхности зубчатого венца. Внутренние поверхности корпусов под подшипники качения
3,2	Посадочные поверхности зубчатых колес, червяков, втулок. Отверстия подшипников скольжения
1,6	Рабочие шейки коленчатых и распределительных валов. Рабочие поверхности ходовых винтов. Поверхность вала под подшипники качения
0,8	Посадочные поверхности точных осей и валов малого диаметра

## Порядок выполнения эскиза

Практика выработала определенную последовательность операций при выполнении эскиза. Это в значительной мере предотвратит совершение ошибок.

1 Внимательно осмотреть деталь, уяснить её назначение, конструктивные особенности, выявить поверхности, которыми она будет соприкасаться с другими деталями при сборке изделия, составной частью которого она является. Нельзя упрощать конструкцию детали и опускать литейные уклоны, галтели, зенковки, смазочные канавки и т.п., в особенности фаски, которые студенты часто не показывают на своих эскизах, считая их несущественными. Отметим, что внимательный осмотр деталей развивает способность к критическому анализу формы изделия, весьма важную для последующей конструкторской деятельности.

2 Наметить необходимое (минимальное с учетом условностей, установленных ГОСТ 2.305-68) число изображений – видов, разрезов, сечений, которые в своей совокупности должны выявить форму детали с исчерпывающей полнотой. Особое внимание уделить выбору главного вида (изображение на фронтальной плоскости проекций); оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

3 Выбрать формат. Это должна быть писчая бумага в клетку или миллиметровая бумага. Начертить рамку поля чертежа и рамку основной надписи.

4 Выделить на листе соответствующую площадь в виде прямоугольника для каждого изображения (рисунок 20 а); провести осевые линии. Нанести тонкими линиями линии видимого контура на видах и разрезах (не штриховать), добавить полезные линии невидимого контура, позволяющие избежать построения дополнительного вида (рисунок 20 б). Оси проекций и линии связи не проводить. Все линии проводить от руки, по возможности, по линиям имеющейся на бумаге сетки. Центры кругов помещать в точках пересечений линий сетки. Окружности больших радиусов можно проводить циркулем тонкими линиями с последующей их обводкой.

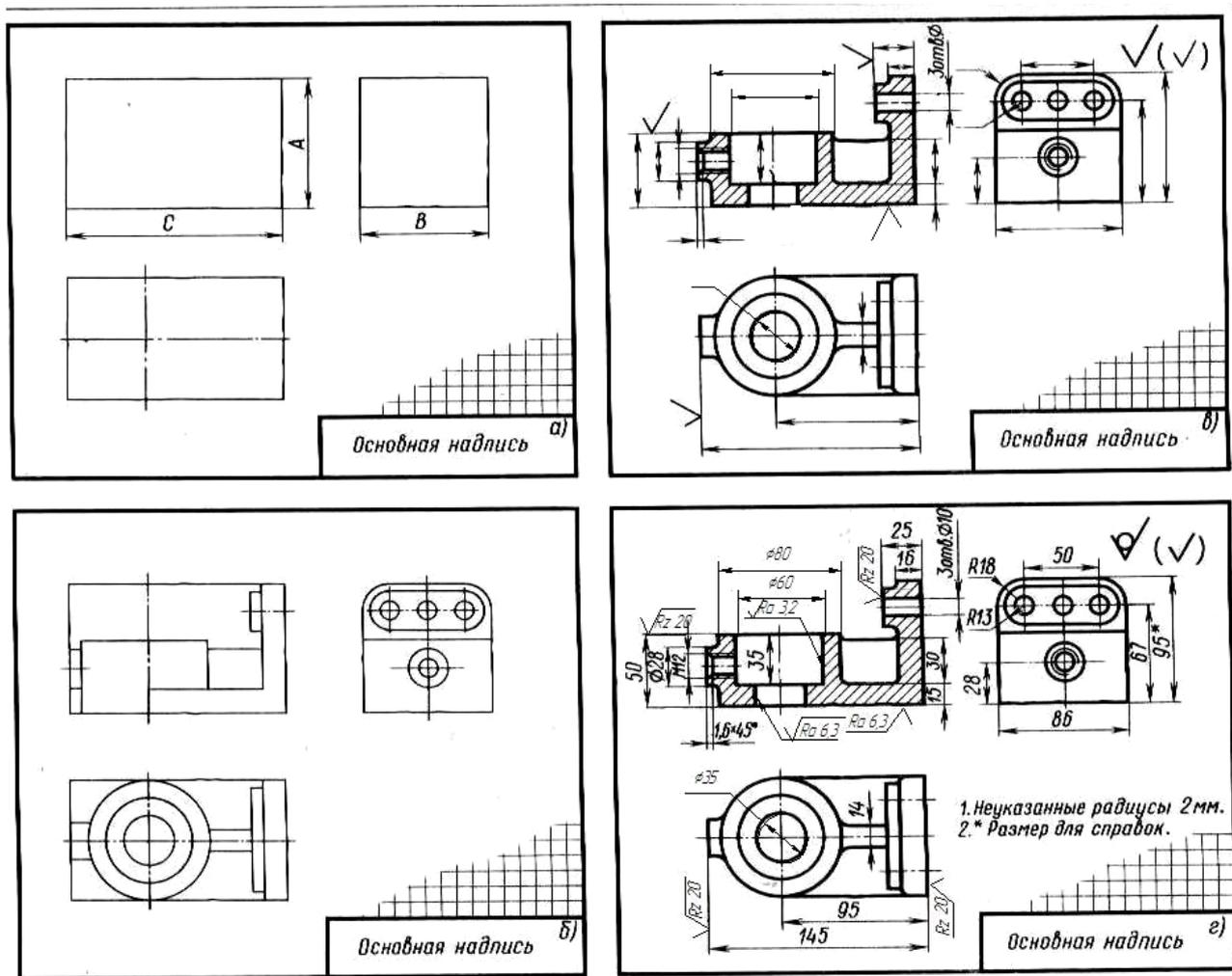


Рисунок 20 – Последовательность выполнения эскиза детали

5 Построив все изображения и убедившись в их правильности, обвести линии контура, придав им толщину 0,8-1 мм; заштриховать разрезы.

6 Нанести размерные и необходимые выносные линии. Никаких измерений при этом не производить (рисунок 20 в).

7 Нанести обозначения шероховатости поверхностей, руководствуясь таблицей 12. Высота знаков 5 мм.

8 Произвести обмер детали и вписать в эскиз размерные числа (рисунок 20 г). Обозначить резьбу (проверить шаги), размеры проточек согласовать с ГОСТ 10549-80. О приемах обмера деталей прочитать в любом учебнике по черчению.

9 Заполнить основную надпись (наименование детали, обозначение эскиза, например, КИГ 04 15 001 и т.д.) Указать материал, из которого изготовлена деталь, например, *Сталь 20* ГОСТ 1050-88.

Следует иметь в виду, что чем тщательнее будут выполнены эскизы, тем легче по ним составлять чертеж и аксонометрию.

Пример выполнения эскиза крышки приведен на рисунке 21.



Таблица 8 – Варианты заданий болтового соединения

№ варианта	Резьба	Общая толщина соединяемых деталей	ГОСТ		
			Болт	Гайка	Шайба
1, 18	M16	55	7798-70 (исполнение 1)	5915-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 1)
2, 10	M18x1,5	60	7798-70 (исполнение 2)	15521-70 (исполнение 2)	6402-70
3, 17	M16x1,5	50	7805-70 (исполнение 1)	5927-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 1)
4, 16	M20	M18x1,5	7798-70 (исполнение 1)	5918-73 (исполнение 2)	6402-70
5, 15	M18	60	7796-70 (исполнение 1)	15521-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 1)
6, 14	M20x1,5	75	7805-70 (исполнение 2)	5918-73 (исполнение 2)	6402-70
7, 13	M16	60	7805-70 (исполнение 1)	5927-70 (исполнение 1)	6402-70
8, 12	M18x1,5	M18x1,5	7798-70 (исполнение 2)	5918-73 (исполнение 2)	11371-78 (исполнение 2)
9, 11	M20	75	7796-70 (исполнение 1)	15521-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 2)

Таблица 9 – Варианты заданий соединения шпилькой

№ варианта	Резьба	Толщина присоединяемой детали	ГОСТ		
			Шпилька	Гайка	Шайба
1, 11	M16x1,5	35	22036-76	5918-73 (исполнение 1)	6402-70
2, 12	M18	40	22034-76	5915-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 1)
3, 13	M20x1,5	45	22032-76	5918-73 (исполнение 2)	6402-70
4, 14	M16	40	22036-76	5915-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 1)
5, 15	M18x1,5	45	22032-76	5918-73 (исполнение 2)	6402-70
6, 16	M20	50	22034-76	5915-70 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 1)
7, 17	M16x1,5	35	22036-76	5918-73 (исполнение 1)	11371-78 (исполнение 2)
8, 10	M18	40	22034-76	5916-73 (исполнение 1)	6402-70
9, 18	M20x1,5	45	22032-76	5918-73 (исполнение 2)	11371-78 (исполнение 2)

**Виды соединений составных частей изделий.** Процесс соединения составных частей изделий (деталей, сборочных единиц) называется сборочной операцией.

Неподвижные соединения разделяются на **разъемные** и **неразъемные**. **Разъемными** называются соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения его составных частей (соединения при помощи резьбы, шпонок, шлицев, штифтов и др.). При изображении резьбовых соединений в разрезе предпочтение отдается охватываемой детали (рисунок 22).

Те соединения, которые нельзя разобрать без их повреждения, называются **неразъемными** (соединения при помощи сварки, пайки, клепки, опрессовки, склеивания и др.). Для разъемного соединения составных частей машин и различных устройств широко применяется соединение при помощи резьбы или крепежных деталей с резьбой. Изучение правил изображения и обозначения таких соединений составляет содержание темы 3.

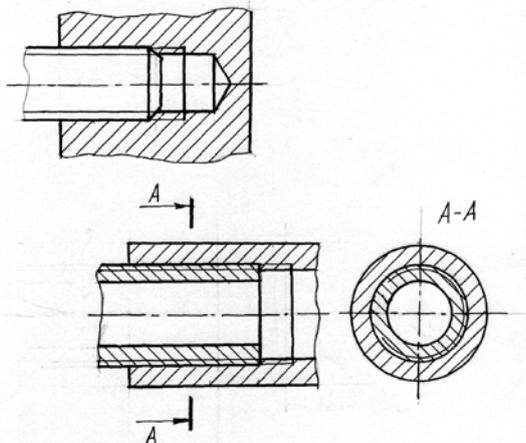


Рисунок 22 – Примеры изображения резьбового соединения

**Определение длины болта и шпильки.** При расчете длины болта следует иметь в виду, что головка болта не входит в его длину. Длина болта складывается из толщины соединяемых деталей, толщины шайбы, высоты гайки и выступающего над гайкой конца болта длиной от двух до трех шагов резьбы. После того как длина болта посчитана, её следует по справочнику сравнить со стандартным значением и, при необходимости, округлить до ближайшего стандартного значения.

При расчете длины шпильки следует иметь в виду, что резьбовой конец шпильки, который вворачивается в первую деталь, в длину шпильки не входит.

На упрощенном изображении не показываются фаски, зазоры между стержнем болта и отверстием. Резьба изображается на всей длине стержня. На виде сверху не показывается внутренний диаметр резьбы.

В дальнейшем при выполнении сборочного чертежа обозначения болта, гайки, шайбы записываются в спецификацию в раздел «Стандартные изделия» в алфавитном порядке.

Например, запись Болт 2 М20х1,5. 2а х75.68.09 ГОСТ 7798-70 означает:

2 – исполнение 2; М – резьба метрическая; 20 – наружный диаметр резьбы; 1,5 – шаг резьбы; 2а – класс точности резьбы; 75 – длина болта; 68 – условная запись класса прочности 68, указывающая на то, что болт выполнен из стали с определенными механическими свойствами; 09 – цинковое покрытие; ГОСТ 7798-70 – размерный стандарт, указывающий, что болт имеет шестигранную головку и выполнен с нормальной точностью. Допускается в учебных спецификациях не указывать классы точности, прочности и покрытие:

Болт 2 М20х1,5х75 ГОСТ 7798-70.

Гайка в спецификации может быть записана в следующем виде:

Гайка 1 М20х1,5 ГОСТ 5915-70, где

1 – исполнение 1; М20 – резьба метрическая диаметром 20 мм; 1,5 – шаг резьбы; ГОСТ 5915-70 указывает на то, что гайка шестигранная нормальной точности.

Шайба в спецификации может быть записана следующим образом:

Шайба 20.01. 019 ГОСТ 11371-78, где:

20 – шайба под резьбу диаметром 20 мм; 01 – материал группы 01; 019 – покрытие 01, толщиной 9 мкм.



## Тема 4. Изображение цилиндрической зубчатой передачи

**Задание по теме.** Выполнить эскиз шестерни. Вычертить цилиндрическую зубчатую передачу.

**Пояснения к эскизу шестерни (зубчатого колеса).** Объектом для эскиза служит цилиндрическое зубчатое колесо с прямыми некорректированными зубьями. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес изложены в ГОСТ 2.403-75, в полном объеме могут быть изучены в курсах деталей машин и теории механизмов и машин. На рисунке 24 приведены параметры зубчатого колеса. В курсе инженерной графики студент-заочник должен получить только самое общее представление об основных параметрах зубчатого колеса – шаге ( $p_t$ ), модуле ( $m$ ), диаметрах вершин и впадин зубьев ( $d_a$ ,  $d_f$ ) делительном диаметре ( $d$ ) и некоторых других; знать, что зубья на плоскости, перпендикулярной оси шестерни, изображают условно: сплошной основной линией показывают окружность выступов зубьев, штрихпунктирной тонкой – начальную или делительную окружности, окружность же впадин изображается сплошной тонкой линией.

Эскиз шестерни оформить, как показано на рисунке 25. Отметим, что таблица параметров на рисунке 25 по понятной причине содержит меньше данных, по сравнению с таблицами, применяемыми на заводских рабочих чертежах.

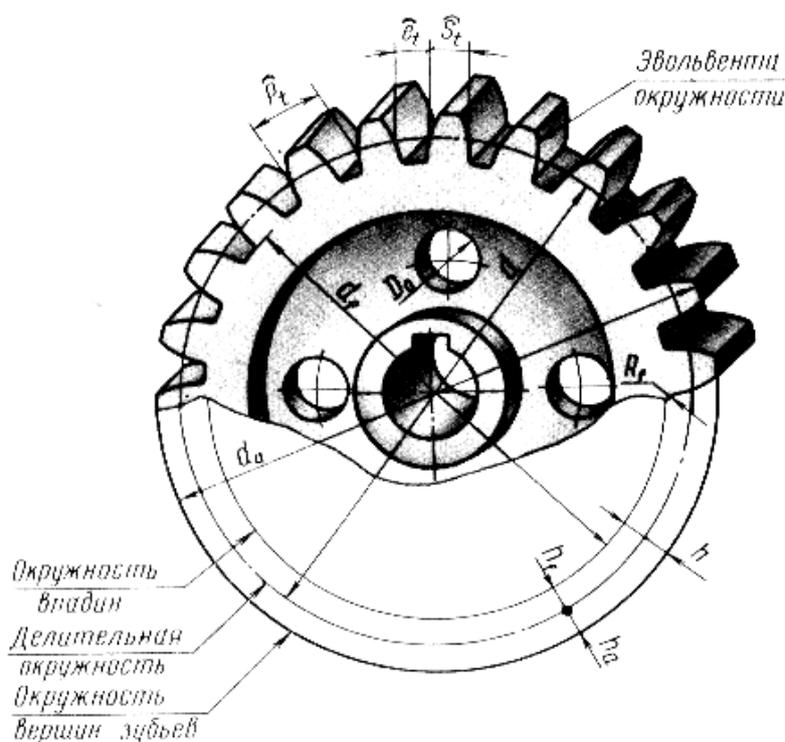
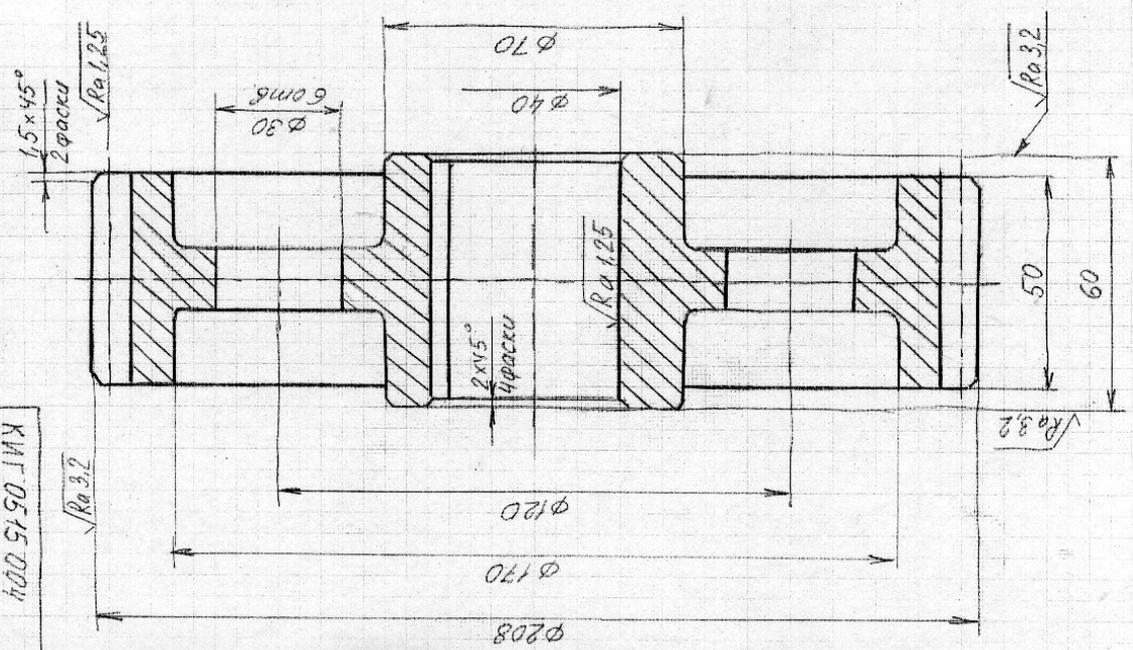


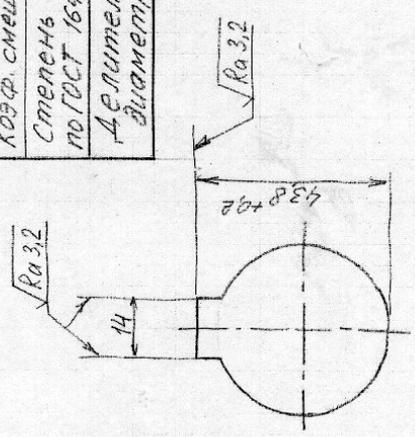
Рисунок 24 – Элементы зубчатого колеса

КНИГ 05 15 004



$\sqrt{Rz 40(V)}$

Модуль	m	4
Число зубьев	Z	50
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Кэф. смещения	x	0
Ступень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Делительный диаметр	d	200



КНИГ 05 15 004	Лист	Масштаб
Колесо зубчатое	Лист	Листов
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	КГУ	ТЗ-216
Исполнитель	Проверено	Утверждено
Т. Копир	С. Сидоров	—
Д. Давыдов	Подп.	—

Рисунок 25 – Эскиз зубчатого колеса

Выполняя разрез, учесть, что зубья шестерен в продольном разрезе всегда показываются незаштрихованными. На эскизе шестерни должен быть указан модуль  $m$  и число зубьев  $z$ . Эти параметры обязательно указываются на рабочем чертеже любой шестерни. Зная модуль, рабочий получает режущий инструмент соответствующего модуля (фрезу, рейку). Значение  $z$  необходимо знать для настройки делительного устройства станка

Модуль определяется по формуле :

$$m = d/z.$$

Высота головки зуба обычно равна модулю, т.е.  $h_a = m$ . Тогда диаметр окружности выступов определяется формулой :

$$d_a = d + 2m = mz + 2m = m(z + 2).$$

При снятии эскиза шестерни следует измерить наружный диаметр шестерни  $d_a$  и, подсчитав число зубьев  $z$ , определить модуль в мм :

$$m = d_a / (z + 2).$$

При расчете модуля колеса возможно, что полученное значение модуля будет несколько отличаться от стандартного (см. ГОСТ 9563-60, его можно найти в любом справочнике или учебнике по черчению). Тогда следует выбрать ближайшее значение стандартного модуля и сделать перерасчет, уточнив замеренные величины. Высота ножки зуба  $h_f$  обычно берется равной  $1,25m$ .

### Пояснения к выполнению чертежа зубчатой передачи

Варианты заданий даны в таблице 10. Чертеж зубчатой передачи выполнить на листе ватмана формата А3. Пример выполнения чертежа приведен на рисунке 27.

Таблица 10 – Варианты заданий по теме 4

№ варианта	$m$	$z_1$	$z_2$	$D_{в1}$	$D_{в2}$
1	5	20	25	25	25
2	4	20	40	25	30
3	5	15	32	25	35
4	3	25	40	20	25
5	4	25	35	25	32
6	4	20	34	22	25
7	5	18	30	25	32
8	4	15	35	20	30
9	4	18	30	22	25
10	4	20	36	22	30
11	4	15	35	20	30
12	5	16	30	25	32
13	4	20	32	22	30
14	5	16	30	25	36
15	4	15	35	20	25
16	4	18	35	24	30
17	4	20	36	25	32
18	5	16	30	25	30

Перед выполнением чертежа необходимо рассчитать геометрические параметры цилиндрической зубчатой передачи. В качестве исходных данных дан модуль ( $m$ ), число зубьев шестерни ( $z_1$ ), число зубьев колеса ( $z_2$ ), а также диаметр вала шестерни ( $D_{в1}$ ) и диаметр вала колеса ( $D_{в2}$ ).

По формулам, приведенным в таблице 11, рассчитываются геометрические параметры зубчатой передачи. Шпонки для валов выбираются призматические по ГОСТ 23360-78.

Таблица 11 – Формулы для расчета параметров цилиндрической зубчатой передачи

Элемент передачи	Обозначение	Величина элемента, мм
Высота головки зуба	$h_a$	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f$	$h_f = 1,25 m$
Высота зуба	$h$	$h = h_a + h_f = 2,25 m$
Делительный диаметр шестерни	$d_1$	$d_1 = m z_1$
Диаметр вершин зубьев шестерни	$d_{a_1}$	$d_{a_1} = d_1 + 2h_a$
Диаметр впадин шестерни	$d_{f_1}$	$d_{f_1} = d_1 - 2h_f$
Длина ступицы шестерни	$L_{ст_1}$	$L_{ст_1} = 1,5 D_{в_1}$
Наружный диаметр ступицы шестерни	$D_{ст_1}$	$D_{ст_1} = 1,6 D_{в_1}$
Диаметр вала шестерни	$D_1$	$D_1 = 1,2 D_{в_1}$
Делительный диаметр колеса	$d_2$	$d_2 = m z_2$
Диаметр вершин зубьев колеса	$d_{a_2}$	$d_{a_2} = d_2 + 2h_a$
Диаметр впадин колеса	$d_{f_2}$	$d_{f_2} = d_2 - 2h_f$
Длина ступицы колеса	$L_{ст_2}$	$L_{ст_2} = 1,5 D_{в_2}$
Наружный диаметр ступицы колеса	$D_{ст_2}$	$D_{ст_2} = 1,6 D_{в_2}$
Диаметр вала колеса	$D_2$	$D_2 = 1,2 D_{в_2}$
Ширина зубчатого венца	$b$	$b = 7m$
Толщина обода зубчатого венца	$\delta_1$	$\delta_1 = 2,25 m$
Толщина диска	$\delta_2$	$\delta_2 = \frac{1}{3} b$
Межосевое расстояние	$a$	$a = 0,5 (d_1 + d_2)$

Сначала чертят оси валов на расстоянии друг от друга равным межосевому расстоянию ( $a_w$ ). Строят диаметры делительных окружностей ( $d_1, d_2$ ). На виде слева эти диаметры должны касаться. При построении следует обратить внимание на то, чтобы не пересекались между собой диаметр выступов шестерни с диаметром впадин колеса и наоборот. Параметры зубчатой передачи

приведены на рисунке 26. На готовом чертеже проставляются только три размера: монтажный размер – расстояние между осями валов ( $a_w$ ) и присоединительные размеры – диаметры валов ( $D_{B1}$ ,  $D_{B2}$ ).

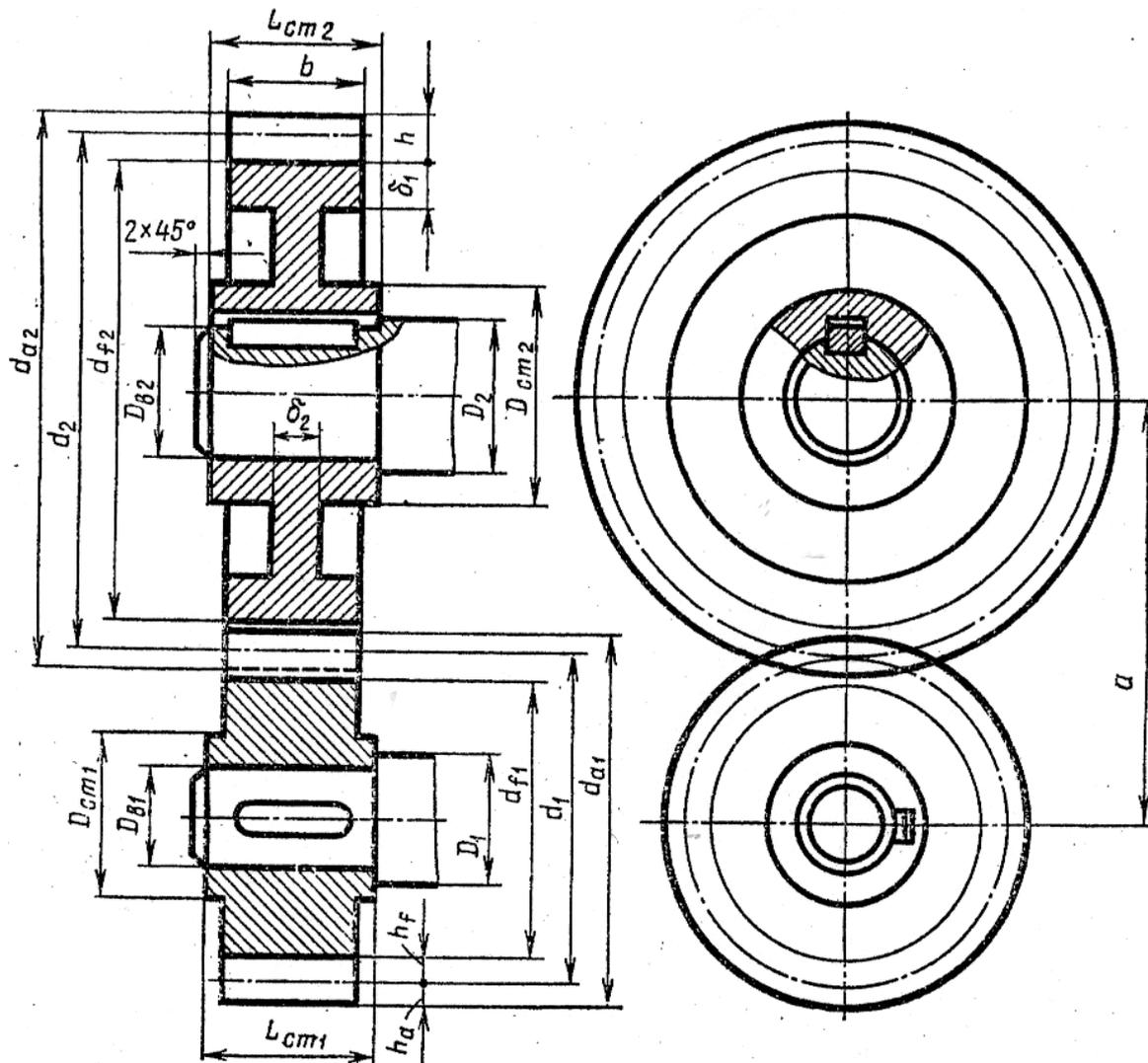


Рисунок 26 – Размеры цилиндрической зубчатой передачи

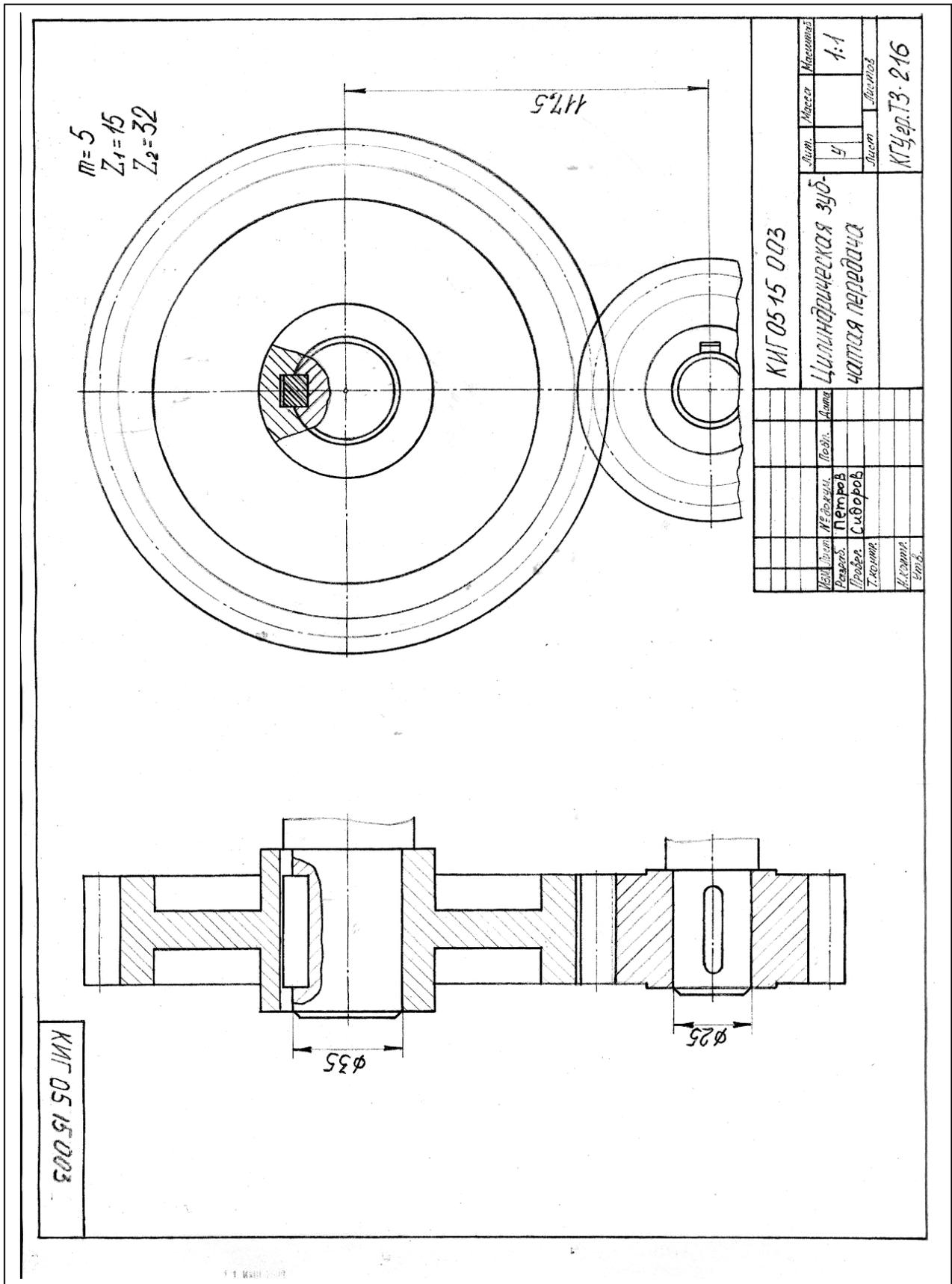


Рисунок 27 – Чертеж цилиндрической зубчатой передачи

Иванов Вадим Валентинович

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Контрольные задания и методические указания  
для студентов-заочников сокращенной формы обучения  
направления 190700.62

Редактор Е. А. Могутова

---

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ. л. 3,0	Уч.-изд. л 3,0
Заказ	Тираж э/в	Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640000, г. Курган, ул. Советская 63/4.  
Курганский государственный университет.