Приложение 4

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" *А.В. АНИСИМОВ*

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Часть 1

для студентов 1 курса

Направление подготовки

35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки Технологии пищевых производств в АПК

Саратов 2018

1. МЕТОДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ. ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ.

1.1. Сущность проецирования.

Согласно (ГОСТ 2.305-68), изображения предметов на чертеже должны выполняться по методу прямоугольного проецирования.

Метод проецирования является основным методом начертательной геометрии. Проекция предмета на плоскости является его изображением на плоскости с помощью проецирующих лучей. А так как любой предмет можно представить совокупностью множества точек, то проецирование это построение проекций отдельных точек.

Сущность проецирования заключается в том, чтобы через заданные точки мысленно проводились проецирующие лучи до пересечения их с какой-либо плоскостью. Точки пересечения проецирующих лучей на этой плоскости и называются *проекциями заданных точек*. В зависимости от способа проведения проецирующих лучей различают центральное и параллельное проецирование.



Рисунок. 1.1. Центральное проецирование

Центральные проекции

При центральном (коническом, полярном) проецировании проецирующие лучи выходят из одной и той же точки S, называемой центром (полюсом) проекций (рис. 1.1). Например, для построения кривой, проходящей через точки A, B, C, выбирается произвольная плоскость проекций П и через заданные точки кривой A, B, C проводятся проецирующие прямые до пересечения с плоскостью П. Полученные точки A_n, B_n, C_n кривой являются центральными проекциями исходного геометрического образа, а образованная коническая поверхность объясняет второе название вида проецирования.

Параллельные (цилиндрические) проекции

Если принять, что центр проекций точка S находится в бесконечности, то проецирующие прямые будут параллельными между собой. Для их построения задают направление проецирования s (рис. 1.2). Такой вид проецирования называется параллельным, а точки кривой A_n, B_n, C_n пересечения проецирующих прямых с плоскостью проекций П - параллельными проекциями точек кривой A, B, C. Образованная при проецировании цилиндрическая поверхность объясняет второе название вида



Рисунок. 1.2. Параллельное проецирование.

В зависимости от угла, образованного направлением проецирования с плоскостью проекций, различают прямоугольное (ортогональное) и косоугольное параллельное проецирование. Параллельное проецирование является частным случаем центрального проецирования.

1.2. Правила построения изображений

Правила построения проекций (видов) регламентируется ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» ЕСКД (Единой системы конструкторской документации). Согласно которому, изображения предметов на чертеже должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1.3).

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба; грани совмещают с плоскостью, как показано на рис. 1.3. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.



Рисунок 1.3. Построение проекций (видов).

1.3. Ортогональные проекции

Bud - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций:

1. 1- вид спереди (главный вид);

- 2. 2-вид сверху;
- 3. 3- вид слева;
- 4. 4-вид справа;
- 5. 5- вид снизу;
- 6. 6-вид сзади.

Названия видов на чертежах надписывать не следует, если они находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций).

При нарушении проекционной связи, направление проектирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву (рис. 1.4 вид Д). Чертежи оформляют так же, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним.



Рисунок 1.4. Корпусная деталь

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют *дополнительные виды*, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций (рис. 1.5).



Рисунок 1.5. Дополнительные виды

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой, а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка A, Б рис. 1.5 a, б).

Дополнительный вид допускается повертывать, но с сохранением, как правило, положения принятого для данного предмета на главном изображении чертежа. При этом обозначение вида должно быть дополнено условным графическим обозначением «повернуто» (рис. 1.5, а).

Иногда для сокращения времени вычерчивания применяют ограниченные (неполные) виды (рис. 1.5, в). Ограничивают вид осевой линией. На рисунке вид снизу детали «втулка» выполнен неполностью. На нем изображена только часть вида ограниченная осевой линией.

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется *местным видом* (вид A, puc. 1.<u>6</u>). Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен. Местный вид должен быть отмечен на чертеже подобно дополнительному виду.



Рисунок 1.6. Местные виды

Когда дополнительный или местный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 1.7).



Рисунок 1.7. Построение дополнительного и местного вида без нарушения проекционной связи **1.4. Разрезы**

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

Классификация разрезов

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

- простые при одной секущей плоскости (разрез В-В рис. 1.8);
- сложные при нескольких секущих плоскостях (разрез А-А, разрез Б-Б, рис. 1.8).

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

- горизонтальные секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (разрез Б-Б, рис. 1.8);
- вертикальные секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций (рис. 1.9);

• наклонные - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого(разрез Г-Г, рис. 1.8).

Вертикальные разрезы называются:

• фронтальными, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций (рис. 1.9 а, в);

• профильными, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (рис. 1.9 б, в).

Сложные разрезы разделяются на:

• *ступенчатые*, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные) (разрез Б-Б, рис. 1.8);

• ломаные, если секущие плоскости пересекаются (разрез А-А рис. 1.8).



Рисунок 1.8. Виды разрезов:

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха (рис. 1.8).

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения.

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

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

Для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов расположенных на месте соответствующих основных видов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают (рис. 1.9).



Рисунок 1.9. Выполнение вертикальных разрезов: а - фронтальный разрез,

б - профильный разрез, в - изображение разрезов на чертеже.

При ломаных разрезах секущие плоскости условно повертывают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда (рис. 1.10).



Рисунок 1.10. Выполнение ломаного разреза.

Ели совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение (рис. 1.11).



Рисунок 1.11. Изображение элементов детали, расположенных за секущей плоскостью, при построении ломанного разреза

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется *местным*. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения (рис. 1.12).



Рисунок 1.12. Местный разрез.

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделять их штрих-пунктирной линией и не обозначать их, когда фигура симметричная, секущая плоскость параллельна основным плоскостям проекций и проходит через ось симметрии детали (рис. 1.13).



Рисунок 1.13. Построение совмещенных разрезов у симметричной фигуры.

1.5. Сечения

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

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на:

- *наложенные* (рис. 1.14);
- вынесенные (рис. 1.15, 1.16).

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 1.15).

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрих - пунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.



Рисунок 1.14. Построение наложенного сечения.



Рисунок 1.15. Построение вынесенного сечения.

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направления взгляда и обозначают её одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождают надписью по типу «А-А» (рис. 1.16).



Рисунок 1.16. Обозначение вынесенного сечения.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью, т.е. по типу разреза (рис. 1.17).



Рисунок 1.17. Построение сечения, проходящего через ось поверхности вращения.

2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ГОСТ 2.307-68. 2.1. Нанесение размеров.

Для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Требуемая точность изделия при изготовлении задается указанием на чертеже предельных отклонения размеров, а также предельных отклонений формы и расположения поверхностей.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях. Линейные размеры и их придельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

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

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

- от общей базы (поверхности, оси) - рис. 2.1;

- заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз - рис. 2.2;

- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой) - рис. 2.3.



Рисунок 2.1. Простановка размеров определяющих взаимное расположение окружностей от общей базы



Рисунок 2.2. Задание размеров

нескольких групп элементов



Рисунок 2.3. Задание размеров между

элементами (цепочкой) от нескольких баз

смежными

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

Для нанесения размеров используют выносные и размерные линии и размерные числа (<u>рис.</u> 2.<u>4</u>).

Размерные и выносные линии следует выполнять сплошными тонкими линиями. Размерные линии ограничены стрелками. Величина стрелок выбирается в зависимости от толщины S линии видимого контура предмета (<u>рис.</u> 2.<u>5</u>) и должна быть приблизительно одинакова для всех размерных линий чертежа. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм.



Рисунок 2.4. Составляющие размера

Рисунок 2.5. Стрелки размерной линии

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерам (<u>рис. 2.4</u>).

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально (<u>рис. 2.6</u>).

При нанесении размеров нужно помнить, что на всех чертежах не зависимо от масштаба указываются действительные размеры изделия. Размерные числа в пределах одного чертежа выполняют шрифтом одного размера. Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к её середине. При нанесении нескольких

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



Рисунок 2.6. Пример нанесения размера угла

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на <u>рисунке 3</u>. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски (<u>рис.7</u>).



Рисунок 2.7. Расположение размерных чисел линейных размеров при различных наклонах размерных линий

Стрелки, ограничивающие размерные линии должны упираться острием в соответствующие линии контура, или выносные, или осевые линии.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

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

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

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают выносить за выносные линии (или соответственно за контурные, осевые, центровые и т. д.) и стрелки наносят, как показано на <u>рис.</u> 2.<u>8</u>.



Рисунок 2.8. Пример нанесения размерных линий

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

Если для написании размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, как показано на <u>рис.9</u>; если недостаточно места для нанесения стрелок, то их наносят, как показано на <u>рис. 2.10</u>.



Рисунок 9. Примеры нанесения размерных чисел



Рисунок 2.10. Примеры нанесения размерных чисел

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

Размерные числа, не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают.

2.2. Размеры радиусов.

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R.

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий (<u>рис.</u> 2.<u>11</u>).



Рисунок 2.11. Нанесение размеров, относящихся к одному и тому же конструктивному элементу

При указании размера диаметра (во всех случаях) перед размерным числом наносят условное графическое обозначение. Размер знака равен высоте размерной цифры.

2.3. Виды линий.



Линии на чертежах имеют следующие названия и толщины (рис. 2.12):

Рисунок 2.12. Виды линий.

2.4. Форматы.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией, оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

Формат с размерами сторон 1189х841 мм, площадь которого равна 1м2, и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне этого формата, принимаются за основные (<u>puc.13</u>).

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к его действительным размерам (рис.4).



Масштабы уменьшения	1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:40; 1:50; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1;

Рисунок 2.13. Форматы.

Рисунок 2.14. Масштабы чертежа.

3. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ. 3.1. Изометрическая проекция (прямоугольная).

При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные, т.е. в трех измерениях (объемные).

Аксонометрические проекции - чертежи, которые наглядно, то есть в трех измерениях передают пространственные формы предметов. Недостатком таких чертежей является то, что геометрические элементы предметов в них искажены.

Отношение отрезка координатной оси к соответствующему отрезку аксонометрической оси называется коэффициентом искажения. В зависимости от расположения плоскости проекций и направления проецирования возможны случаи, когда коэффициенты искажения по всем трем осям окажутся равными Kx=Ky=Kz. В этом случае аксонометрические проекции называются *изометрическими* (изометрия). Если равными окажутся два коэффициента, которые не равны третьему $Kx = Kz \neq Ky$, то аксонометрические проекции называются *диметрическими* (диметрия). Если коэффициенты по всем трем осям не равны между собой $Kx \neq Ky \neq Kz$, то аксонометрические проекции называются *изометрические* проекции называются *диметрические* проекции называются *диметрическими* (диметрия).

Аксонометрические проекции делятся на прямоугольные (когда направление проецирования составляет с плоскостью проекций прямой угол) и косоугольные.

ГОСТ 2.317-69 определяет пять стандартных аксонометрий из которых на практике чаще используют прямоугольные изометрические и диметрические проекции.

В прямоугольной изометрии коэффициенты искажения меньше единицы, = 0.82. Следовательно, размеры предмета, откладываемые по аксонометрическим осям, умножают на 0.82. Такой перерасчет размеров неудобен и поэтому для упрощения используют не точные, а приведенные коэффициенты искажения равные единице. То есть по осям ОХ, ОУ и ОZ откладывают размеры без искажения, в натуральную величину. Получаемое изображение предмета в связи с этим оказывается увеличенным в 1.22 раза по отношению к его истинной величине.



Рисунок 3.1. Построение координатных осей для прямоугольной изометрии.

3.2. Диметрическая проекция (прямоугольная).

Покажем расположение аксонометрических осей прямоугольной диметрической проекции (рис. 2.).

Коэффициент искажения по оси у равен 0.47, а по осям х и z - 0.94.

Диметрическую проекцию, при упрощении строят, без искажения по осям *x* и *z* и с коэффициентом искажения 0.5 по оси *y*.



Рисунок 3.2. Расположение аксонометрических осей прямоугольной диметрической проекции

3.3. Нанесение штриховки в вырезах

Согласно ГОСТ 2.317 - 68 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из проекций диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны координатным осям. Покажем построение направлений линий штриховки в изометрии (рис. 3.3.). Для этого на осях Хр, Үр, Zp (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины и соединяют их концы.



Рисунок 3.3. Штриховка сечений в аксонометрических проекциях

Покажем построение направлений линий штриховки в диметрии. Для этого на осях Хр и Zp (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины, а на оси Yp (или линии, ей параллельной) - отрезок, вдвое меньший, и соединяют их концы (рис. 3.4).



Рисунок 3.4. Штриховка сечений диметрической проекции

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии — параллельно измеряемому отрезку.

В разрезах на аксонометрических проекциях ребра жесткости и подобные элементы штрихуют (спицы маховиков и шкивов).

3.4. Изображение окружности в аксонометрии

Окружность расположенная параллельно одной из плоскостей проекций в аксонометрических проекциях изображается в виде эллипса, большая ось которого всегда перпендикулярна оси не принадлежащей аксонометрической плоскости проекций, параллельной данной окружности.

В прямоугольной изометрической проекции окружность диаметром d, проецируется в виде эллипса, большие оси которой AB = 1.22d и CD = 0.71d при приведенных коэффициентах искажения (рис. 5).



Рисунок 3.5. Изображение и расположение окружности в изометрии

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

В прямоугольной диметрической проекции окружность диаметром d, если проекцию выполняют без искажения по осям x и z, то большая ось эллипсов равна 1,06 диаметра окружности, а малая ось эллипса 1 - 0.95, эллипсов 2 и 3 - 0.35 диаметра окружности.

Если диметрическую проекцию выполняют с искажения по осям *x* и *z*, то большая ось эллипсов 1, 2, 3 равна диаметру окружности, а малая ось эллипса 1 - 0,9, эллипсов 2 и 3 - 0,33 диаметра окружности (рис. 6).



Рисунок 3.6. Окружность в диметрии:

1-эллипс (большая ось расположена под углом 90° к оси у); 2-эллипс (большая ось расположена под углом 90° к

оси z):

3-эллипс (большая ось расположена под углом 90^0 к оси х).

Часто на практике при приведенных коэффициентах искажения размеры осей эллипса находят графическими построениями, а построение эллипса построениями четырехцентрового заменяют овала Ha (рис. 7). рис. представлена окружность лежащая в плоскости П₁.

33



Рисунок 3.7. Построение окружности в изометрии

Соединив соседние точки пересечения центровых линий получают величину малой оси эллипса – CD. Проводя дуги радиусом CD попеременно из точек C и D в пересечении получают положение точек A и B, соединив которые получают величину большой оси эллипса – AB. При вычерчивании эллипса в аксонометрии (рис. 7) проводят две окружности диаметрами AB и CD, обозначив большую ось эллипса AB перпендикулярно аксонометрической оси Z, так как окружность лежит в плоскости П₁, а малую ось CD перпендикулярно большой оси. Из свободных от обозначения четырех точек пересечения двух окружностей с центровыми линиями, совпадающими по направлению с направлением осей эллипса, проводят дуги радиусами – 1C, 2D, 3A, 4B, которые образуют овал.

4. РЕЗЬБА. 4.1. Основные понятия.

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении некоторой плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности так, что плоскость фигуры всегда проходит через ось.

Контур сечения резьбы плоскостью, походящей через ось, называется *профилем резьбы*. Угол между боковыми сторонами профиля называется *углом профиля*.

Часть винтового выступа, которая образуется производящим контуром за один оборот, называется витком.

По форме профиля резьбы подразделяются на треугольные, трапецеидальные, прямоугольные и круглые.

В зависимости от направления подъема витка резьбы разделяются на *правые* и левые.

По числу параллельных витков резьбы подразделяются на *однозаходные* и *многозаходные*; число заходов можно сосчитать на торце стержня или отверстия.

Резьба, образованная на наружной поверхности детали, называется наружной, на внутренней - внутренней.

Расстояние Р между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в наплавлении, параллельном оси резьбы, называется *шагом резьбы*.

Ход резьбы - это величина относительного осевого перемещения гайки (винта) за один оборот.

В однозаходной резьбе ход равен шагу (Ph = P), в многозаходной - произведению шага на число Z заходов (Ph = PZ). Геометрическими параметрами, определяющими какую-либо конкретную цилиндрическую резьбу, являются:

1) профиль (его форма и размеры);

2) направление резьбы (правая или левая);

3) число заходов;

4) наружный диаметр резьбы.

Под наружным диаметром резьбы понимают диаметр цилиндра, описанного около вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Резьбы по назначению подразделяют на крепежные и ходовые.

4.2. Типы резьбы и их условное обозначение

Метрическая резьба. Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом между боковыми сторонами 60 градусов (рис. 4.1).

Диаметр и шаг метрической резьбы выражаются в миллиметрах. Метрическая резьба подразделяется на резьбу с *крупным шагом* и резьбу с *мелкими шагами* при одинаковом наружном диаметре резьбы. У резьбы с мелким шагом на одной той же длине вдоль оси резьбы распределено большее количество витков, чем у резьбы с крупным шагом.


Рисунок 4.1. Изображение профиля резьбы

Резьба трубная цилиндрическая. Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом при вершине 55 градусов. Вершины выступов и впадин закруглены. Закругленный профиль обеспечивает большую герметичность соединения. Трубная резьба применяется для соединения труб и других деталей арматуры трубопроводов (рис. 1). Наружный диаметр резьбы измеряется в дюймах (1" = 25,4мм). Штрихи (") обозначают дюйм.

Ходовые резьбы. Стандарты предусматривают трапецеидальную и упорную резьбы. Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобочной трапеции с углом 30 градусов между боковыми сторонами (рис. 4.1).

Специальные резьбы. К специальным резьбам относят:

1) резьбы, имеющие стандартный профиль, но отличающиеся от стандартизованной резьбы диаметром или шагом;

2) резьбы с нестандартным профилем, например, прямоугольным, квадратным (рис. 4.1).

Специальную резьбу со стандартным профилем обозначают сокращенно Сп и условным обозначением резьбы.

4.3. Изображения и условные обозначения резьбы.

Резьбу изображают:

a) *на стержне* - сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 4.2)



Рисунок 4.2. Изображение цилиндрической резьбы на стержне



б) *в отверстиях* - сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией (рис. 4.3).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 4.3).

Изображение и обозначение конической и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рис. 4.



Рисунок. 4.4. Изображение и обозначения конической и трубной цилиндрической резьб

4.4. Крепежные резьбовые изделия.

К крепежным резьбовым изделиям относятся болты, шпильки, гайки, винты и фитинги. С их помощью осуществляются неподвижные разъемные соединения деталей машин и механизмов.

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом. Головки болтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798 - 70.

Болты следует обозначить по следующей схеме:

Болт M12x1,25x60 ГОСТ.7798-70

где:

Болт - наименование крепежного изделия

М12 - символ метрической резьбы и ее наружный диаметр

1,25 - мелкий шаг резьбы в мм (крупный шаг не указывается)

60 - длина болта в мм

ГОСТ - номер стандарта на конструкцию и размеры.

Другим видом крепежных изделий, широко применяемых в технической практике для соединения деталей, например крышки двигателя внутреннего сгорания с корпусом, является *шпилька*. *Шпилька* представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется ввинчиваемым (посадочным) концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется стяжным концом. Конструкция и размеры шпилек регламентированы ГОСТ 22032 - 76 ... ГОСТ 22043 - 76. Длина l₁ ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается.

Ночжер менянопарбозначения шпильки шимпиром разбор ССТР 2238527646 шагом резьбы, длиной 1 = 90мм:

Гайка представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глухим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку. По своей форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые, гайки-барашки и др. Шестигранные гайки подразделяются на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками. Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки (нормальной точности) по ГОСТ 5915 - 70.

Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы d = 12 мм, с крупным шагом резьбы: Гайка M12 ГОСТ 5915 - 70

То же класса с мелким шагом резьбы Р = 1,25:

Гайка M12x1,25 ГОСТ 5915 – 70

4.5. Соединение болтом.

Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется **болтовым** соединением (рис. 4.5). Для прохода болта скрепляемые детали имеют гладкие, т.е. без резьбы, соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр болта. На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка.

При вычерчивании болтового соединения конструктивные размеры болта, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов.



<u>Рисунок 4.5</u>. Болтовое соединение.

5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА.

5.1. Эскиз и чертеж детали.

Объект производства, для изготовления которого выполняют конструкторскую документацию, называют *изделием*. *Изделие*-предмет или совокупность предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Одним из видов изделий является деталь. *Деталь* – изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций.

Основным конструкторским документом детали является чертеж детали.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Каждый рабочий чертеж должен давать полное представление о форме детали и на нем должны быть нанесены все размеры, необходимые для ее изготовления. Кроме того, на рабочих чертежах должны быть также нанесены условные обозначения чистоты поверхностей (шероховатость), подвергающихся обработке, обозначения посадок и допусков соприкасающихся поверхностей деталей, указания по термической обработке поверхностей и др.

Количество видов и разрезов на чертеже должно быть минимальным, но достаточным, для получения полного представления о детали.

В условиях производства и при проектировании перед тем как выполнять рабочий чертеж на деталь, выполняют на нее эскизные чертежи (эскизы). Эскиз - чертеж, выполненный «от руки» (без применения чертежных инструментов), на любой графленой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами, служащий материалом для изготовления рабочих чертежей.

43

Эскизы выполняются от руки на обычной писчей бумаге, графленной в клетку или миллиметровке, мягким карандашом (2M, 3M). Соблюдать масштаб по ГОСТу не требуется; но обязательно должна быть выдержана пропорциональность между размерами отдельных элементов детали (глазомерный масштаб) и проекционная связь между видами.

Эскиз детали может служить для составления по нему рабочих чертежей детали, поэтому он должен содержать все данные, необходимые для изготовления по нему детали (достаточное число видов, разрезов, сечений, все размеры). Он должен быть выполнен аккуратно; числа размеров должны быть написаны четко в миллиметрах. При съемке эскизов необходимо точно выявить форму всех элементов детали и правильно определить их размеры.

Эскиз и рабочий чертеж должны иметь основную надпись (угловой штамп) расположенную в правом нижнем углу формата. ГОСТ2.104-68 устанавливает формы и порядок заполнения основной надписи на штампе.

5.2. Порядок составления эскизов.

1. Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее конструкцию, назначение, технологию изготовления и определить название (рис. 5.1). При изучении конструкции тщательно анализируется форма детали путем мысленного расчленения ее на простейшие геометрические тела (или их части), включая пустоты. Следует иметь в виду, что любая деталь представляет собой различные сочетания простейших геометрических форм: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер, торов и т.п.



Рисунок 5.1. Деталь.

2. Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для полного выявления конструкции детали. Для деталей типа тел вращения, а также для деталей типа валов и втулок с резьбой достаточно одного изображения. Если на таких деталях имеются отверстия, срезы, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами (рис. 5.2 а, б, в). Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на полке линии-выноски с указанием символа "S" (толщины) перед ее цифровым обозначением (рис. 5.2 г).



Рисунок 5.2. Детали типа тел вращения.

Особое внимание уделяется выбору главного вида. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Главный вид детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Планки, линейки, валики, оси и т.п. рекомендуется располагать на формате горизонтально, а корпуса, кронштейны и т.п. - основанием вниз.

Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии - приборе, машине.

Для деталей типа шкивов, колес главным изображением является фронтальный разрез. Его выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров.

Детали типа винтов, болтов, валиков изготовляют на токарных станках или автоматах. Их ось при обработке горизонтальна. При изображении таких деталей на эскизе учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход - обработка одной элементарной поверхности). 3. Выбрать в соответствии с ГОСТ 2.301 - 68 формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись. Размер формата выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом возможности как увеличения изображения по сравнению с натурой для сложных и мелких, так и уменьшения для простых по форме и крупных деталей. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров.

4. Наметить тонкими сплошными линиями габаритные прямоугольники для будущих изображений с расчетом равномерного использования поля формата. Провести осевые линии (рис. 5.3).



Рисунок 5.3. Четвертый этап эскизирования

5. Обозначить тонкими сплошными линиями видимый контур детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь и пропорцию элементов детали. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения. В случае надобности нанести линии невидимого контура (рис. 5.4).



Рисунок 5.4. Пятый этап эскизирования

6. Изобразить ранее пропущенные подробности: канавки, фаски, скругления и т.п. Заштриховать разрезы и сечения. Обозначить шероховатость поверхностей, руководствуясь, ГОСТ 2.309 - 73. Удалить лишние линии, обвести эскиз, соблюдая соотношение толщины различных типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303 - 68.

7. Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, уклонов и конусности, обозначить разрезы и сечения. Провести обмер детали и вписать размерные числа, причем размерные числа записывать сразу после каждого измерения, не накапливая их в памяти (рис. 5.5).

Заполнить основную надпись и записать технические требования.

8. Внимательно проверить эскиз и устранить погрешности.

При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.109 - 73 "Основные требования к чертежам".



Рисунок 5.5. Седьмой этап эскизирования

5.3. Виды изделий.

Настоящий стандарт устанавливает виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства и на изделия вспомогательного производства.

К изделиям основного производства следует относить изделия, предназначенные для поставки (реализации).

К изделиям вспомогательного производства следует относить изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия (объединения), изготавливающего их.

Изделия, предназначенные для поставки (реализации) и одновременно используемые для собственных нужд предприятием, изготавливающих их, следует относить к изделиям основного производства.

Устанавливаются следующие виды изделий:

а) детали;

б) сборочные единицы;

в) комплексы;

г) комплекты.

Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят на:

а) неспецифицированные (детали) - не имеющие составных частей;

б) специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) - состоящие из двух и более составных частей.

Деталь - изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. Например: валик из одного куска металла, литой корпус; маховичок из пластмассы (без арматуры); отрезок кабеля или провода заданной длинны. Эти же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), не зависимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склепки, сшивки и т.п., например: винт, подвергнутый хромированию, трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка склеенная из одного куска картона.

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятииизготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.). Например: автомобиль, станок, телефонный аппарат, микромодуль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

Комплекс - два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

Каждое из специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например: цех-автомат, автоматическая телефонная станция, бурильная установка; изделие, состоящее из метеорологической ракеты, пусковой установки и средств управления; корабль.

В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например: детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплекс запасных частей, укладочные средства, тары и др.

Комплект - два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Например: комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т.п.

К комплектам также относят сборочную единицу или деталь, поставляемую вместе с набором других сборочных единиц и (или) деталей, предназначенных для выполнения вспомогательных функций при эксплуатации этой сборочной единицы или детали, например: осциллограф в комплекте с укладочным ящиком, запасными частями, монтажным инструментом, сменными частями

5.4. Виды и комплектность конструкторских документов.

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, приемки, эксплуатации и ремонта.

Чертеж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Сборочный чертеж - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля. Сокращенное обозначение документа (код) - СБ.

Чертеж общего вида - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Сокращенное обозначение документа (код) - ВО.

Теоретический чертеж - Документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей. Сокращенное обозначение документа (код) - ТЧ.

Габаритный - чертеж - Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами. Сокращенное обозначение документа (код) - ГЧ.

Электромонтажный чертеж - Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия. Сокращенное обозначение документа (код) - МЭ.

Монтажный чертеж - документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия. Сокращенное обозначение документа (код) - МЧ.

Спецификация - документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

При определении комплектности конструкторских документов на изделия следует различать:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов.

Основной конструкторский документ изделия полностью и однозначно определяют данное изделие и его состав.

За основные конструкторские документы принимают:

- для деталей чертеж детали;
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов спецификацию.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет конструкторские документы, относящиеся ко всему изделию (составленные на все данное изделие в целом), например, сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационные документы.

Конструкторские документы составных частей в основной Комплект документов изделия не входят.

Полный комплект конструкторских документов изделия составляют (в общем случае) из следующих документов:

• основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;

• основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

5.5. Спецификация - форма и порядок заполнения.

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата А4 выполняется спецификация.

Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 - 68) по форме "2", а последующие листы - по форме "2a".

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);

2. Сборочные единицы (если они есть);

3. Детали;

4. Стандартные изделия;

5. Материалы (если они есть).

Для большинства сборочных чертежей спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

1. В раздел "Документация" вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают "Сборочный чертеж".

2. В разделы "Сборочные единицы" и "Детали" вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел "Стандартные изделия" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

4. В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.108 - 68. В пределах каждого вида материалы

записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределе каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе "Формат" указывают обозначение формата.

В графе "Поз." указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе "Документация" графу "Поз." не заполняют.

В графе "Обозначение" указывают обозначение составной части сборочной единицы, например:

СМ-101.25.28.05, где:

СМ - факультет; 101 - номер группы; 25 - номер варианта; 28 - номер узла; 05 - номер детали.

В разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу "Обозначение" не заполняют.

В графе "Наименование" указывают наименование составной части сборочной единицы.

Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: "Колесо зубчатое", "Гайка накидная". Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом, например: Болт M12*1,25-8g*30.48 ГОСТ 7798 - 70

В графе "Кол." указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе "Материалы" - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

5.6. Требования к сборочному чертежу.

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109 - 73.

Сборочный чертеж должен содержать:

a) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;

б) размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

5.7. Условности и упрощения на сборочных чертежах.

1. Перемещающиеся части сборочной единицы изображают в крайних или промежуточных положениях. На сборочном чертеже условно изображают:

а) клапаны вентилей, насосов, двигателей, диски (клинья) задвижек - в положении "закрыто" для перемещения движущейся среды;

б) пробки пробковых кранов - в положении "открыто";

в) домкраты в положении начала подъема груза;

г) тиски со сдвинутыми губками.

2. Сварные, паяные, клееные и другие изделия из однородного материала в сборке с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитный предмет (в одну сторону) с изображением границ между частями такого изделия сплошными основными линиями.

3. На изображениях сборочной единицы допускается не показывать:

а) мелкие конструктивные элементы на поверхностях деталей: фаски, кольцевые проточки для выхода режущего инструмента, накатки и т.п;

б) крышки, щитки, маховики и другие детали, если необходимо показать на чертеже закрытые или составные части сборочной единицы. В таких случаях над изображениями деталей делают надпись. Например: "Крышка поз. 3 не показана", "Маховик поз. 12 снят" и другие.

4. В разрезах, согласно правилам ГОСТ 2.305 - 68:

a) болты, винты, шпильки, шпонки, заклепки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показываются нерассеченными;

б) спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

6. Условное изображение и обозначение швов сварных соединений.

Соединение деталей сваркой (ГОСТ 2.312-72) состоит в том, что место соединения расплавляется электродугой или пламенем специальной газовой горелки и промежуток между кромками свариваемых деталей заполняется расплавленным металлом самого электрода или особого прутка; в результате затвердевший металл в месте соединения образует сварной шов. Совокупность деталей, соединяемых с помощью сварных швов, называют сварным соединением.



Рисунок 6.1. Виды сварных швов

Сварные швы делятся на следующие виды соединений (рис. 6.1.):

а) стыковые (рис. 6.1. а), обозначаемые буквой С (когда присоединяются детали одна к другой встык);

б) угловые (рис. 6.1. б), обозначаемые буквой У (когда свариваемые детали образуют угол);

в) тавровые (рис. 6.1. в), обозначаемые буквой Т (когда свариваемые детали образуют форму буквы Т);

г) внахлестку (рис. 6.1. г, д, е), обозначаемые буквой Н (когда кромки свариваемых деталей накладываются одна на другую внахлестку).

Чертежи сварных изделий оформляются как чертежи сборочных единиц.

6.1. Изображение сварных швов.

ГОСТ 2.312-72 устанавливает условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий всех отраслей промышленности. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый - сплошной основной линией s (0,6 - 1,5 мм) (рис. 6.2. а, б); невидимый - штриховой линией (s/₃- s/₂), (рис. 6.2. в).



Рисунок. 6.2. Изображение швов сварных соединений

Видимую одиночную сварную точку (независимо от способа сварки) изображают знаком +, который выполняют сплошными основными линиями (рис. 6.3.). Невидимые одиночные точки не изображают.



Рисунок. 6.3. Изображение сварочной точки

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

При изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, которые необходимо обозначать прописными буквами русского алфавита (рис. 6.4.).



Рисунок. 6.4. Условное изображение видимых и невидимых швов сварных соединений

6.2. Условные обозначения швов сварных соединений.

Вспомогательные знаки (при условном обозначении шва) выполняют сплошными тонкими линиями одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1.

Вспомо- гатель- ный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки лании- выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
0_	Усиление шва снять		र ज
w	Наплывы и неровности шва обработать с плав- ным переходом к основ- ному металлу	<u></u>	
٦	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения	7	
/	Шов прерывистый или точечный с цепным рас- положением. Угол на- клона линии ≈ 60°	/	11
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	Z	/ Z
0	Шов по замкнутой ли- нии. Диаметр знака — 3—5 мм	10	
	Шов по незамкнутой липии. Знак применяют, если расположение шва ясно на чертеже		

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

На схеме (рис. 6.5) показана структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки.



ты швов сварных соединений

Рисунок. 6.5. Схема структуры условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки.

Знак Δ выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Обозначение одинаковых швов наносят на чертеже у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят:

- на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 6.6. а);

- на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны (рис. 6.6.);

- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны (рис. 6.6. в). Швы считают одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении.



Рисунок. 6.6. Обозначение одинаковых швов.

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

6.3. Упрощения обозначений швов сварных соединений.

При наличии на чертеже швов одного и того же стандарта, его обозначение указывают в технических требованиях чертежа.

Порядковый номер одинаковым швам допускается не присваивать, если все швы на чертеже изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок (рис. 6.7.).

Рисунок. 6.7. Обозначение одинаковых сварных швов.

На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого проведена линия-выноска с номером позиции.

Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания по сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места и способы сварки, типы швов сварных соединений, размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов.

Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам или группе швов, приводят один раз - в технических требованиях или таблице швов.

7. Система проектирования КОМПАС.

Запуск системы КОМПАС осуществляется в следующей последовательности - передвиньте указатель мыши в нижний левый угол экрана и щелкните на кнопке *Пуск*, в раскрывшемся главном меню Windows установите курсор на меню *Программы*, задержите курсор на секунду, после чего автоматически откроется каскадное меню *Программы*, затем поместите указатель мыши на меню *КОМПАС*, вы увидите меню системы, щелкните на пункте меню – программа запустится.

После запуска на экране появится окно системы помощи КОМПАС.

Ее элементы – ярлычки, подсказки и Строка сообщений помогают быстро узнать о назначении кнопок и полей на всех элементах экрана. Чтобы отобразить такой ярлычок, подведите курсор к интересующей вас кнопке и задержите его на некоторое время. Рядом с курсором появится этикетка с кратким описанием назначения этой кнопки, более подробная информация о текущем элементе экрана появляется и в Строке сообщений.

Получить подробную справку по объектам экрана КОМПАС можно с помощью кнопки Справка на Панели управления. После нажатия этой кнопки курсор изменит свой внешний вид, превратившись в вопросительный знак со стрелкой. Подведите его к интересующему вас объекту экрана (кнопке, строке меню, полю ввода и т.д.) и щелкните на нем мышью.

Доступ к Системе помощи КОМПАС осуществляется также через меню *Справка* в Строке меню. Меню Справка состоит из нескольких разделов.

Команда помощи выводит на экран окно с содержанием справочной системы КОМПАС. Содержимое оформлено в виде списка, который можно прокручивать с помощью вертикальной линейки прокрутки. Список состоит из разделов и книг. Для получения справки по интересующему разделу нужно указать его мышью и нажать кнопку.

Систему помощи можно вызвать и с помощью клавиатуры, нажав клавишу <F>. В разделе *Словарь терминов* можно найти все основные термины и определения системы КОМПАС.

Завершите работу со справочной системой щелчком на кнопке *Закрыть* окна справочной системы или нажатием на клавишу <Esc> на клавиатуре.

После этого на экране останется открытым программное окно КОМПАС (рис. 7.1).



Рисунок. 7.1. Программное окно программы Компас.

Строка меню расположена в верхней части программного окна, сразу под Заголовком. В ней расположены все основные меню системы (файл, редактор, компоновка, настройка и т.д.). В каждом из меню хранятся связанные с ним команды (например, в меню Файл – открыть, сохранить как и т.д.).

Панель управления расположена в верхней части окна системы сразу под Строкой меню. На этой панели расположены кнопки, позволяющие обратиться к наиболее часто используемым при работе с КОМПАС командам создания, открытия и сохранения файлов документов, вывода на принтер и т.д. Состав Панели управления различен для разных режимов работы системы. Запуск команд из Панели управления осуществляется щелчком на соответствующей кнопке.

Строка сообщений располагается в самом низу программного окна КОМПАС. В ней отображаются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

Строка текущего состояния находится в нижней части окна КОМПАС сразу над Строкой сообщений. В этой строке отображаются параметры текущего документа - вид, слой, масштаб отображения в окне, шаг курсора при перемещении клавишами, его текущие координаты и т.д.

Состояние системы и текущего документа представлено стандартными элементами управления -: кнопками, полями и списками. Например, средства управления видами включают в себя кнопку *Состояние видов*, поле - *Текущий вид* и кнопку *Список видов*.

Чтобы просмотреть текущий документ целиком, нажмите кнопку *Показать все* на Панели управления или выполните команду *Показать все* из меню *Сервис*. Система автоматически подберет максимально возможный масштаб отображения, чтобы документ целиком отобразился в окне документа. Если чертеж имеет большой формат, мелкие детали и текст становятся трудно различимыми, зато хорошо видна общая структура чертежа.

Если нужно подробнее рассмотреть или выполнить геометрические построения на ограниченном участке чертежа, необходимо предварительно увеличить этот участок во весь экран, нажать кнопку *Увеличить масштаб рамкой* на Панели управления или выполнить команду *Увеличить масштаб окном* из меню *Сервис*. В Строке сообщений системы отобразится запрос *Укажите начальную точку рамки*. Щелкните в одном из углов воображаемой рамки, затем перемещайте курсор в противоположный по диагонали угол рамки. При этом на экране будет отображаться строящийся фантом рамки. Как только рамка охватит весь намеченный участок, щелкните мышью еще раз. После фиксации курсора в точке второго угла рамки, изображение в окне отобразится в увеличенном масштабе. Можно быстро выполнить эту команду, нажав комбинацию клавиш <Ctr>+<F 0>, а изменить форму представления курсора с мишени на перекрестье с помощью клавиш

<Ctrl>+<k>. Чтобы вернуться в режим просмотра всего чертежа, щелкните на кнопке *Показать все* на Панели управления.

Для создания нового чертежа нажмите кнопку *Новый лист* на Панели управления. Выполните команду *Параметры текущего листа* из меню *Настройка*. На экране появится диалоговое окно *Настройка параметров текущего графического документа*. В списке разделов настройки документа в левой части окна найдите раздел *Параметры листа*. Щелчком на символе + раскройте его содержимое и установите нужный формат и ориентацию листа. Для смены стиля основной надписи щелкните на команде *Оформление*, щелкните на кнопке раскрытия списка стилей. Найдите и выберите из списка стиль *Чертеж конструкторский, Посл, Листы, ГОСТ 2.104-68*. Щелчком на кнопке *ОК* закройте диалоговое окно. Щелкните на кнопке - *Сохранить документ* на Панели управления и в диалоговом окне *укажите имя файла для записи*, в какой папке и под каким именем должен быть сохранен созданный вами чертеж (папку указывает преподаватель, а для имени студент использует свою фамилию, номер группы и номер работы практикума). В именах документов можно использовать лишь следующие символы: * \ |: <> / ?.

Теперь новый документ (чертежи имеют расширение CDW, а фрагменты FRW) готов к вводу геометрической информации и объектов оформления, можно начинать черчение.

7.1. Построение изображений составных элементов чертежа.

В первой практической работе требуется построить изображения составных элементов чертежа по заданиюпримеру (рис.7.2): - а) замкнутый контур; б) замкнутый контур из отрезков прямых и дуги; в) многоугольник; г) концентрические окружности с центровыми линиями; д) дуга; е) текст; ж) таблица; з) сплайн; и) штриховка; к) линейный размер; л) угловой размер; м) вспомогательные знаки (простановка знака диаметра окружности).



Рисунок. 7.2. Изображения составных элементов чертежа

Геометрические построения в КОМПАС-ГРАФИК выполняются с использованием **инструментальной панели**. Инструментальная панель по умолчанию находится в левой части окна системы. Панель состоит из пяти отдельных страниц (рис. 7.3). Каждая страница содержит набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку.

Сразу после запуска системы автоматически включается кнопка *Геометрические построения* на Панели переключения и открывается страница *Геометрические построения* Инструментальной панели. Для переключения между страницами используются кнопки *Панели переключения*, расположенные над Инструментальной панелью. Одновременно на экране отображается только одна страница панели.



Рисунок. 7.3. Страницы инструментальной панели

К кнопке *Размеры и технологические обозначения* на Панели переключения обращаются при простановке на чертеже размеров, обозначения шероховатостей поверхностей, надписей на поле чертежа и т.д.

К кнопке *Редактирование* обращаются для изменений в чертеже, перемещений, масштабирования, копирования, поворота объектов. Некоторые кнопки команд выделены бледным цветом, так как в данный момент отсутствуют условия для их выполнения.

Команды кнопки *Измерения* выполняют сервисные функции. С их помощью на чертеже можно измерять расстояния, углы, периметры и площади различных геометрических объектов.

Многие команды страницы *Редактирование* требуют предварительного выделения объектов на чертеже, т.е. нужно объяснить программе, что именно удаляется, перемещается или копируется. Поэтому на странице *Выделение* представлены разнообразные команды выделения объектов.

Щелкните на кнопке *Ввод прямоугольника* на странице Геометрические построения. После активизации команды сразу перемещайте курсор в область документа, в этом случае в Строке сообщений можно увидеть запросы системы,

относящиеся к запущенной команде. По умолчанию прямоугольник строится указанием двух вершин на любой из его диагоналей (щелчками мыши).

Отменить запущенную команду можно нажатием клавиши <Esc> на клавиатуре или щелчком на кнопке *Прервать команду* на Панели специального управления.

Щелчком на кнопке **Ввод окружности** страницы **Геометрические построения** Инструментальной панели активизируйте команду построения окружностей. Нажмите клавишу <F > на клавиатуре. Ознакомьтесь с содержимым окна Справочной системы. Затем нажатием на клавишу <Esc> клавиатуры прекратите работу системы помощи и продолжите построение окружности.

Большинство команд на страницах Инструментальной панели допускает несколько вариантов выполнения. Чтобы получить доступ к прочим вариантам построения, необходимо вызвать на экран *Панель расширенных команд*, щелкнув на кнопке основной команды левой клавишей мыши, и не отпускать ее. Через непродолжительное время на экране появится связанная с данной кнопкой Панель расширенных команд. После появления панели для выбора необходимого варианта команды нужно установить курсор на соответствующую кнопку панели и отпустить клавишу мыши. Кнопки на страницах Инструментальной панели, имеющие Панели расширенных команд, помечены черным треугольником в их правом нижнем углу.

Система КОМПАС поддерживает все предусмотренные ЕСКД типы размеров: линейные, диаметральные, угловые и радиальные. Кнопки вызова соответствующих команд расположены на странице *Размеры и технологические обозначения* Инструментальной панели. На панелях расширенных команд располагаются различные дополнительные варианты простановки размеров.

Кнопки Радиальный размер и Угловой размер имеют свои Панели расширенных команд.

При активизации команды простановки линейных размеров в Строке параметров отображаются различные поля и кнопки, с помощью которых можно вводить характерные точки размера, управлять его ориентацией и содержимым размерной надписи. Содержимое Панели специального управления также меняется. С помощью трех дополнительных кнопок *Параметры размера, Наклонить размер* и *Выбор базового объекта* можно изменить индивидуальную настройку каждого создаваемого размера.

В системе КОМПАС поддерживаются и все предусмотренные ЕСКД типы угловых размеров: простой; размер от общей базы; цепной; размер с общей размерной линией; размер с обрывом. По умолчанию система выполняет

построение простого углового размера. Обычно для построения размера необходимо последовательно указать два отрезка, между которыми следует проставить размер, а затем задать положение размерной линии и надписи.

По умолчанию система выполняет построение углового размера для острых углов, образованных данными отрезками.

В диалоговом окне Задание размерной надписи в поле Символ выбирают знак радиуса, диаметра, резьбы метрической и т. д.

Команда *Диаметральный размер* позволяет ввести один или несколько диаметральных размеров. Укажите курсором базовую окружность или дугу, а затем зафиксируйте положение размерной надписи. Для вызова диалога, в котором можно задать или изменить оформление размера (надписи на выносной полке, тип стрелок и т.д.), нужно нажать кнопку *Параметры размера* на Панели специального управления.

Команда **Ввод кривой Безье** на странице **Геометрия** Инструментальной панели позволяет построить одну или несколько плавных кривых. Кривые могут быть как разомкнутыми, так и замкнутыми. Построенная кривая является единым объектом чертежа. Положение характерных точек линий можно изменять непосредственно в процессе черчения. Для этого нажмите кнопку - **Редактировать точки** на Панели специального управления, а затем перетаскивайте курсором нужные точки линии. Для выхода из режима редактирования точек выключите кнопку. Для изменения стиля отрисовки линий щелкните левой кнопкой мыши на поле **Текущий стиль** в строке параметров объектов. На экран будет выведен диалог выбора стиля линии. Для фиксации начерченной линии нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

Для нанесения штриховки включите кнопку Штриховка. В ответ на запрос системы - Укажите точку внутри области, щелкните внутри области. Система автоматически построит фантомное изображение штриховки. Двойным щелчком мыши или с помощью клавиатурной команды <Alt>+<s> активизируйте поле Шаг штриховки и введите значение шага.

Щелчком на кнопке *Создать объект* на Панели специального управления создайте штриховку. Завершите выполнение команды щелчком на кнопке - *Создать объект*.

Помните, что ввод данных в поле Строки параметров всегда заканчивается нажатием на клавишу <Enter>.

Сеанс редактирования всегда заканчивается щелчком на кнопке Создать объект.
Команда *Текст* на странице *Размеры и технологические обозначения* позволяет ввести одну или несколько текстовых надписей на поле чертежа. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк. После вызова команды - КОМПАС переключается в режим работы с текстом. При этом изменяется содержание Строки меню, Панели управления и Строки параметров. В распоряжение пользователя предоставляются средства, которые значительно облегчают оформление таких элементов технических текстов, как ввод дробей, верхних и нижних индексов, надстрок и подстрок, специальных знаков и символов.

Для ввода текста укажите курсором положение точки его привязки. Затем напечатайте в открывшейся рамке ввода нужное количество строк, заканчивая набор каждой из них нажатием клавиши <Enter>.

Для перехода к созданию нового текста зафиксируйте введенный текст нажатием на клавишу - *Создать объект* на Панели специального управления или щелкните левой кнопкой мыши в новой точке чертежа. Надпись будет зафиксирована, а в последнем случае откроется новое поле ввода текста в указанном вами месте.

При необходимости можно изменять внешний вид вводимой надписи или отдельных ее частей (шрифта, его высоту и сужение, цвет символов и т.д.) с помощью полей в Строке параметров объектов. Если нужно поменять начертание только части надписи, выделите ее мышью или клавишами, а затем назначьте нужные параметры.

Для выхода из режима ввода текста нажмите клавишу <Esc> или кнопку *Прервать команду* на Панели специального управления.

7.2. Выполнение рабочего чертежа детали.

Во второй практической работе требуется выполнить рабочий чертеж детали согласно своему варианту задания (приложение 1) с оформлением: а) показать внешнюю и внутреннюю форму детали, используя минимальное количество видов, разрезов, сечений на листе формата А4; б) проставить размеры и параметры шероховатости поверхности; в) заполнить основную надпись; г) произвести компоновку чертежа и вывести сформированное изображение на печатающее устройство.

Для выполнения данной работы студенту понадобятся как приобретенные в предыдущей работе навыки использования команд системы КОМПАС, так и новые, описание которых будет изложено ниже.

В системе КОМПАС используются декартовы правые системы координат.

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левой нижней точке габаритной рамки формата. Если на чертеже созданы один или несколько видов, то каждый вид будет иметь свою систему координат. В чертеже можно создавать произвольное количество локальных систем координат и переключаться между ними. **Текущей** в каждый момент времени может быть **только одна система координат (СК).** Абсолютные координаты всех точек будут отсчитываться именно относительно текущей СК.

Расстояния между точками, размеры линейных величин вычисляются и отображаются в миллиметрах. Угловые величины вводятся в градусах. И те и другие можно вводить только в виде десятичных чисел. Целая часть числа от дробной отделяется точкой.

Система КОМПАС обладает полным набором средств, позволяющих быстро и точно установить курсор в любую точку документа. Основной способ перемещения курсора – мышью. Однако с помощью мыши невозможно точно установить курсор в нужную точку, так как его координаты отслеживаются с точностью до 3 знаков после запятой.

С помощью клавиатурной команды <Ctrl>+<K> можно изменить форму представления курсора. При необходимости быстро установить курсор в начало координат используется клавиатурная команда <Ctrl>+<0> (<0> нужно нажимать на цифровой клавиатуре).

Можно также передвигать курсор, используя клавиши со стрелками на основной или расширенной клавиатуре. В этом случае перемещение будет осуществляться в соответствии с текущим шагом курсора. Для изменения шага курсора используют поле *Текущий шаг* в Строке текущего состояния.

Для перемещения курсора в нужную точку двойным щелчком мыши активизируйте поле *Текущая координата X* курсора и введите значение. Нажатием на клавишу <Tab> сделайте активным соседнее поле *Текущая координата Y* курсора, введите значение и нажмите клавишу <Enter>. Курсор переместится в указанную точку. В системе КОМПАС можно задавать координаты точек и относительно **текущего положения курсора**. Признаком ввода относительных координат является наличие специального символа перед значением координаты.

В процессе работы над чертежом у пользователя постоянно возникает необходимость точно установить курсор в различные точки элементов, уже существующих на чертеже, иными словами, выполнить **привязку**.

Замечание. Если при черчении вы не используете привязки, значит, Вы чертите неверно.

Понятие привязки неразрывно связано с понятием характерных точек объектов. Такими точками являются точки, определяющие геометрию объекта или его положение на чертеже. В приведенной ниже таблице даны основные

геометрические объекты и их характерные точки явно, на чертеже они не видны. Однако нужно постоянно помнить об их существовании и при необходимости использовать для выполнения операций привязки.

Геометрический объект и его характерные точки: точка (сама точка), отрезок (начало отрезка, конец отрезка), дуга (начало дуги, конец дуги и центр), окружность (4 точки квадрантов и центр), прямоугольник (4 точки в углах прямоугольника), правильный многоугольник (точки пересечения сторон и центр), эллипс (конечные точки полуосей и центр), сплайн (точки перегиба сплайна), ломаная линия (точки перегиба ломаной), фаска (аналогично отрезку), скругление (аналогично дуге), строка текста (точки начала и конца строки), штриховка (точки в углах контура штриховки).

При выполнении операций привязок на основе характерных точек система может вычислить некоторые дополнительные точки: средние точки отрезков и дуг, точки пересечения и касания объектов и т.п.

Система КОМПАС предоставляет самые разнообразные команды привязок к характерным точкам (точки, центр) и объектам (по нормали, по направлениям осей координат и т.п.). Эти команды объединены в 3 независимые группы привязок: глобальные, локальные и клавиатурные.

Глобальные и локальные привязки. В отличие от всех остальных привязок, глобальные привязки всегда действуют по умолчанию при выполнении операций ввода и редактирования. Например, если включен вариант глобальной привязки к пересечениям, то при вводе точки система автоматически будет выполнять поиск ближайшего пересечения объектов в пределах ловушки курсора. Если пересечение будет найдено, точка будет зафиксирована именно в этом месте.

Важная особенность глобальных привязок заключается в том, что в системе КОМПАС можно включать несколько различных глобальных привязок к объектам и все они будут работать **одновременно**. При этом на экране отображается фантом, соответствующий этой точке и текст с именем действующей в данный момент привязки.

Кнопка для вызова диалога настроек глобальных привязок расположена в Строке текущего состояния. После нажатия этой кнопки на экране появится диалоговое окно *Установка глобальных привязок*. Чтобы установить нужную комбинацию глобальных привязок, включите или выключите флажки в диалоговом окне. По умолчанию активна лишь привязка *Ближайшая точка*.

При установке флажка *Отображать текст* система выдает подсказку о том, какая именно из включенных глобальных привязок выполняется в данный момент. Увеличением масштаба изображения можно помочь системе в выборе характерной точки.

Локальные привязки позволяют выполнять те же самые процедуры привязки курсора к характерным точкам существующих геометрических объектов на чертеже, что и глобальные. Однако, они обладают двумя важными особенностями: являются **более приоритетными**, чем глобальные (при вызове она подавляет установленные глобальные привязки на время своего действия; любая из них выполняется **только для одного запроса точки** и после ввода - отключается, система возвращается к выполнению глобальных привязок.

Все локальные привязки собраны в *меню локальных привязок*. Для вызова меню на экран во время выполнения команды щелкните **правой** клавишей мыши в любой точке чертежа. В появившемся меню поставьте курсор на каскадное меню *Привязки*, щелчок мыши при этом выполнять не нужно. После этого содержимое меню автоматически раскроется, и вы увидите полный список локальных привязок. Активизация нужной привязки осуществляется щелчком мыши на соответствующей команде. После этого меню привязок закроется и продолжится выполнение основной команды построения или редактирования объекта.

Обычно включают привязку Ближайшая точка и Пересечение. Остальные привязки активизируют по мере необходимости из меню локальных привязок.

Клавиатурные привязки. Клавиатурные привязки выполняются с помощью клавиатуры при нажатии определенных клавиш или их комбинаций, что приводит к перемещению курсора в нужную точку - <.> (перемещение курсора по нормали в ближайшую точку ближайшего элемента); <5> (перемещение курсора в ближайшую характерную точку ближайшего элемента); <5> (перемещение курсора в ближайшего к положению курсора примитива); <Alt> +<5> (перемещение курсора в точку пересечения двух ближайших к положению курсора примитивов. Для временного отключения глобальных привязок в Строке текущего состояния предусмотрена кнопка Запретить привязки. При ее включении система приостанавливает их выполнение.

Использование вспомогательных построений. Вспомогательные построения являются полным аналогом тонких линий, используемых конструктором при черчении. Средства построения вспомогательных прямых включают в себя кнопку *Ввод вспомогательной прямой* и связанную с ней Панель расширенных команд вспомогательных построений.

После выполнения вспомогательных построений и создания на их основе основных геометрических объектов, вспомогательные линии можно удалить с помощью команды *Удалить Вспомогательные кривые и точки*.

Команда *Параллельная прямая* позволяет начертить одну или несколько вспомогательных прямых, параллельных другим прямым или отрезкам. При создании параллельных прямых, нужно с помощью мыши зафиксировать курсор на

объекте, параллельно которому должна пройти прямая, а, затем, ввести точное значение расстояния от базового объекта в поле *Расстояние до прямой* в Строке параметров.

Для создания текущего варианта вспомогательной прямой нужно щелкнуть на кнопке *Создать объект*. Создавать прямые можно и с помощью мыши. Первый щелчок делает вариант текущим, а второй создает прямую.

При включении кнопки *Перпендикулярный отрезок* на Панели расширенных команд ввода отрезков на запрос системы *Укажите кривую для построения перпендикулярного отрезка* щелкните на осевой линии в любой ее точке. Теперь все отрезки будут строиться перпендикулярно осевой.

В системе КОМПАС под видом подразумевается любое изолированное изображение на чертеже. Использование видов в чертеже не является обязательным. Для создания многих чертежей вполне достаточно системного вида. Использование видов является необходимым, если размеры детали не позволяют отобразить ее на листе заданного формата в масштабе 1:1. В таких случаях придется создавать новый вид с нужным масштабом. Использовать системный вид № 0 не удастся, так как его масштаб является фиксированной величиной. Необходимость в использовании видов возникает и тогда, когда на одном листе чертежа нужно поместить несколько изображений, выполненных в разном масштабе.

Усечение и выравнивание объектов. При редактировании чертежа часто бывает нужно удалить не весь элемент, а только какую-то его часть, усекая их по точкам пересечения с другими объектами, по двум точкам на объекте, по произвольной границе и т.д.

Наличие в системе средств усечения объектов позволяет применять при создании чертежа более рациональные приемы построения изображения. Например, активизируйте команду *Усечь кривую* на странице *Редактирование* Инструментальной панели. Укажите курсором ту часть элемента, которую нужно удалить (вполне достаточно захватить мишенью любой участок на объекте в той его части, которая подвергается усечению). Щелчком на кнопке *Прервать команду* на Панели специального управления завершите работу команды *Усечь кривую*. Щелчком на кнопке *Обновить изображение* на Панели управления выполните процедуру регенерации экрана для устранения временных искажений.

Для обозначения шероховатости поверхности, например, с удалением слоя материала укажите мишенью курсора в любой точке на отрезке. Щелчком мыши в поле **Beod mekcma** в Строке параметров вызовите на экран диалоговое окно **Beedume mekcm**. В текстовое поле введите значение параметра шероховатости. Щелчком на кнопке **OK** закройте окно. Щелчком на кнопке в Строке параметров установите тип значка **C удалением слоя материала**. Перемещая курсор мышью, укажите положение знака шероховатости на отрезке и щелчком завершите ввод.

Для простановки значения неуказанной шероховатости выполните последовательность команд *Компоновка* - *Неуказанная шероховатость*.

В диалоговом окне Знак неуказанной шероховатости включите кнопку значка Без удаления слоя материала в группе Тип знака и флажок Добавить знак в скобках. Щелчком на кнопке OK закройте окно. Поскольку значение неуказанной шероховатости является элементом структуры чертежа, система автоматически располагает ее в его правом верхнем углу.

Заполнение основной надписи. При заполнении основной надписи не нужно заботиться о размещении текста в ячейках штампа - эту операцию автоматически выполняет сама система.

Перед началом работы со штампом его необходимо активизировать. Это можно сделать двойным щелчком мыши в любой точке штампа или командой *Компоновка - Основная надпись*. Перед заполнением штампа увеличьте его во весь экран с помощью команды *Изменить масштаб рамкой*. При заполнении система автоматически располагает текст по центру ячейки или выравнивает его по левой границе, подбирая необходимую высоту и ширину символов для равномерного заполнения ячеек. Если при этом нужно добавить строку, нажмите клавишу <Enter>. Система сформирует новую пустую строку в пределах текущей ячейки, и вы сможете продолжить набор текста.

Если по ГОСТу данная ячейка не может содержать более одной строки, добавить дополнительную строку не удастся. Необходимый межстрочный интервал также устанавливается автоматически. Если параметры текста вас не устраивают, вы можете поменять любой из них с помощью соответствующих полей в Строке параметров. Для заполнения любой ячейки необходимо щелчком мыши сделать ее текущей и ввести нужный текст.

Для обозначения повернутого сечения введите текст **В** - **В**. Для вставки специального знака *Повернуто* щелчком на кнопке *Вставить специальный знак* на Панели управления вызовите на экран диалоговое окно *Спецзнак*. В диалоговом окне *Спецзнак* раскройте раздел *Обозначение видов, разрезов и сечений*. Щелчком мыши сделайте текущей строку *Повернуто*. Щелчком на кнопке *ОК* закройте диалоговое окно. С помощью кнопки *Вставить специальный знак* введите в текст значок.

7.3. Выполнение схем.

В практической работе требуется выполнить схему технологического процесса или оборудования пищевого производства (ознакомившись с ГОСТом 2.701-84) согласно своему варианту задания: а) показать составные части

изделия или процесса в виде условных графических обозначений со связями между ними на листе формата А3; б) выполнить подрисуночные надписи; в) заполнить основную надпись; г) произвести компоновку чертежа и вывести сформированное изображение на печатающее устройство.

Для выполнения данной работы будут полезны нижеприведенные сведения еще по некоторым возможностям системы КОМПАС.

Команда *Симметрия* на странице *Редактирование* Инструментальной панели позволяет симметрично отобразить выделенные объекты относительно произвольной оси симметрии. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна. Чтобы использовать в качестве оси симметрии начерченный ранее отрезок или прямую, нажмите кнопку *Выбор объекта* на Панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент.

После выполнения операции можно задать удаление или сохранение исходных выделенных объектов. Для этого используйте кнопку *Исходные объекты* в Строке параметров объектов.

При наличии на чертеже нескольких одинаковых элементов следует вычертить только один из них, а все остальные получить с помощью команды Копирования. С помощью команды Выделить Рамкой выделите объект. Щелчком на кнопке Pedakmupoвaнue вызовите на экран одноименную страницу Инструментальной панели и включите кнопку Konupoвaниe. Данная команда позволяет выполнить копирование выделенных объектов активного документа. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна. Для выполнения копирования задайте базовую точку выделенных объектов, а затем укажите ее новое положение. В ответ на запрос системы Укажите базовую точку выделенных объектов мышью поместите курсор в центральную точку. После срабатывания глобальной привязки Ближайшая точка зафиксируйте точку щелчком мыши. В ответ на запрос Укажите новое положение базовой точки с помощью привязки Пересечение укажите остальные точки пересечений. Завершите работу команды щелчком на кнопке Прервать команду на Панели специального управления. Удалите вспомогательные прямые с помощью команды Удалить Вспомогательные кривые и точки.

Команда **Повором** позволяет выполнить поворот выделенных объектов. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна. Сразу после вызова команды необходимо указать центр поворота, т.е. ту точку, относительно которой будут поворачиваться все выделенные объекты. Команда **Повором** особенно эффективна, если встречаются элементы, расположенные под некоторым углом. Вычерчивать их сразу в наклонном положении довольно сложно. Удобнее начертить элемент в горизонтальной либо вертикальной ориентации, а затем с помощью команды **Повором** повернуть элемент на нужный угол и с помощью команды **Совиг** переместить в нужную точку.

Для ввода обозначения позиции включите кнопку *Обозначение позиции* на Панели расширенных команд построения линий выноски. В ответ на запрос системы *Укажите точку начала полки* щелкните мышью в нужной точке. По умолчанию система строит полку вправо от точки ее начала. Щелчком на кнопке *Параметры* вызовите на экран диалоговое окно *Параметры обозначения позиции*. Включите флажок *Полка влево*. Щелчком на кнопке *ОК* закройте диалоговое окно. Щелчком на кнопке *Создать объект* на Панели специального управления закончите построение обозначения позиции. Команда остается в активном состоянии. Для выравнивания обозначений позиций по горизонтали воспользуйтесь привязкой *Выравнивание*. В течение текущего сеанса работы команда автоматически предлагает очередной номер позиции. Для смены номера позиции воспользуйтесь диалоговым окном *Введите текст*. При необходимости можно ввести любой номер позиции вручную или с помощью кнопок нумерации.

Ввод технических требований. Система КОМПАС обладает специальными средствами, значительно облегчающими как ввод технических требований, так и их размещение на поле чертежа. Выполните команду *Компоновка Технически требования Ввод*. Система перейдет в режим текстового редактора, и теперь следует просто ввести нужный текст. При вводе текста не заботьтесь о длине строк и их количестве. Пунктирная габаритная рамка показывает максимальную длину строки, клавишу <Enter> нужно нажимать только в конце абзаца. Можно вставлять дроби, индексы, специальные знаки и т.п. из меню *Вставить*; устанавливать тип шрифта, высоту, сужение и начертание символов; изменять межстрочный интервал и вид выравнивания строк с помощью соответствующих полей в Строке параметров. После ввода и нумерации строк технических требований сохраните их в лист чертежа щелчком на кнопке *Сохранить в лист* на Панели управления. Закройте окно технических требований щелчком на кнопке Завериить редактирование *текста*. При оформлении чертежа иногда возникает необходимость выполнить компоновку технических требований: изменить размеры, положение.

Для выполнения подобных операций служит команда *Компоновка - Технические требования - Размещение*. После выполнения этой команды технические требования на листе чертежа заключаются в габаритную рамку со стандартными элементами управления узелками. Узелки в середине вертикальных и горизонтальных границ рамки позволяют управлять шириной и высотой страницы. Узелки в углах рамки позволяют одновременно изменять высоту и ширину страницы. Чтобы воспользоваться узелком, нужно щелкнуть на нем мышью, не отпуская клавишу, переместить узелок в нужном направлении и отпустить мышь.

7.4. Создание спецификации.

В практической работе студенту потребуется создать спецификацию на изделие, т.к. согласно ГОСТ 2.102-68 именно спецификация является основным конструкторским документом для сборочных единиц.

В КОМПАС - LT тип выбранной основной надписи полностью определяет внешний вид документа, т.е. его стиль. Если, вместо чертежа, потребуется создать бланк спецификации, нужно будет просто задать соответствующий стиль основной надписи.

Щелкните правой клавишей в любом пустом месте чертежа. Из появившегося контекстного меню выполните команду Параметры текущего листа. В диалоговом окне Настройка параметров текущего графического документа щелчком на символе + раскройте раздел Параметры листа. Далее, щелкните на команде Оформление. Раскройте список стилей основных надписей, найдите строку Спецификация. Первый лист ГОСТ 2.108-68 и щелкните на ней. Щелчком на кнопке ОК закройте диалоговое окно. Система полностью изменила внешний вид документа. Теперь у вас есть бланк спецификации, куда можно внести данные о составе изделия. В ячейки таблицы можно вносить любые данные: названия разделов, обозначения и наименования документов, сборочных единиц, деталей и т.д.

С помощью кнопки *Изменить масштаб рамкой* увеличьте во весь экран несколько первых строк спецификации. Дважды щелкните мышью в любом месте внутри таблицы. Признаком активности таблицы и ее готовности к приему данных является появление границ ячеек. Для ввода данных в нужную ячейку ее необходимо сделать текущей щелчком мыши. Перемещаться по ячейке строки можно и с помощью <Tab> слева направо и комбинации <Shift>+<Tab> в обратном направлении. Щелчком мыши сделайте текущей вторую ячейку сверху в колонке *Наименование*. Первую строку необходимо оставить пустой (согласно требованиям стандарта). Введите наименование раздела Документация. Согласно стандарту заголовок раздела должен быть подчеркнут, а сам текст располагаться по центру ячейки. Выделите все содержимое ячейки с помощью клавиатурной команды <Ctrl>+<A>. При этом ячейка должна выделиться цветом. Включите кнопки *Подчеркнутый* и *Центрировать* в Строке параметров - выделенный текст будет подчеркнут и отцентрирован относительно границ ячейки.

По окончании работы щелкните на кнопке *Создать объект* на Панели специального управления - система выйдет из режима редактирования таблицы. С помощью кнопки на вертикальной линейке прокрутки вызовите на экран основную надпись спецификации. Активизируйте основную надпись двойным щелчком мыши в любом ее месте. Заполните штамп. После заполнения штампа щелкните на кнопке *Создать объект* на Панели специального управления - система выйдет из режима редактирования основной надписи.

Просмотрите всю спецификацию целиком щелчком на кнопке *Показать все* на Панели управления. Щелчком на кнопке *Сохранить документ* запишите спецификацию на диск.

Деформация объектов. Команда **Деформация сдвигом** на странице Редактирование Инструментальной панели является одним из самых мощных инструментов редактирования чертежей КОМПАС. Она позволяет легко изменять геометрию детали для устранения возможных ошибок или прорабатывать несколько ее вариантов в поисках оптимального.

Команда деформации незаменима при проектировании изделий по образцу. Можно взять за основу чертеж ранее разработанной детали, которая имеет похожую геометрию. Затем с помощью команды деформации и других команд редактирования изменить ее и сохранить под другим именем.

Особенность данной команды заключается в том, что она не требует предварительного выбора объектов, подлежащих деформации. После активизации команды укажите последовательно первую и вторую точки габаритного прямоугольника, который должен захватить деформируемую область (будет подсвечена после захвата). Для повторного выбора объектов, подлежащих деформации, нажмите кнопку **Выделить новой рамкой** на Панели специального управления, а затем укажите курсором габаритные точки прямоугольника . Для отмены деформации ошибочно выбранного объекта или для дополнительного указания объекта нажмите кнопку **Исключить - объект** на Панели специального управления, а затем укажите курсором нужный элемент. Далее, задайте величину деформации, введя соответствующие значения в поля **Сдвиг вдоль оси Х** и **Сдвиг вдоль оси У** в Строке параметров. После этого, система выполнит перестроение выделенных геометрических объектов. Отказаться от выполнения деформации можно, нажав клавишу <Esc> на клавиатуре или кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления. Принцип работы команды деформации прост. Все объекты, **полностью** попавшие в рамку выбора, изменят свое положение в соответствии с заданными значениями сдвига. Все объекты, **частично** попавшие в рамку выбора, изменят только положение своих характерных точек, попавших в рамку деформации. Объекты, не попавшие в рамку, не участвуют в процессе деформации.

Создание библиотек. Многие машиностроительные детали часто имеют стандартные элементы: проточки, шпонки и шпоночные пазы, гладкие и резьбовые отверстия и т.д..

Такие элементы могут быть достаточно сложными и трудоемкими для вычерчивания, например: болты, винты, гайки и другие детали крепежа, подшипники, пружины и т.д.. Большое количество таких элементов хранится в прикладных библиотеках КОМПАС, и вы можете выгрузить из библиотеки готовый элемент в нужную точку на чертеже.

82

Если в чертежах имеются одинаковые или похожие элементы, нужно, начертив их однажды, оформить их как фрагменты и сохранять в специально для этого созданных папках на жестком диске и при необходимости вставлять в текущий документ. Постепенно накапливая эти типовые элементы, студент формирует свои собственные библиотеки. Еще более удобным средством хранения типовых пользовательских элементов является их организация в виде библиотек фрагментов. Использование таких библиотек позволяет создавать иерархические структуры типовых элементов и осуществлять их централизованное хранение и удобный доступ к ним.

7.5. Выполнение деталировок и видов общих чертежей.

Для выполнения заключительной работы студенты разбиваются преподавателем на группы. Каждая группа получает свой вариант задания (см. образцы в приложении 5) чертежа сборочной единицы, которые помещены в папке центрального компьютера **Мои документы**. Студентам требуется, используя локальную **Сеть** папки **Мой компьютер**, выполнить рабочие чертежи на две детали, входящие в сборочную единицу, и поместить их в папку **Мои документы**. Затем, используя свои рабочие чертежи и чертежи деталей товарищей, входящих в его группу, составить сборочный чертеж.

В системе КОМПАС - создание рабочих чертежей на основе чертежа общего вида сборочной единицы и наоборот - создание сборки на основе рабочих чертежей, входящих в нее деталей, - основано на использовании буфера обмена.

Буфер обмена представляет собой системный файл (на жестком диске), в который можно временно поместить (или вырезать) геометрические и любые другие объекты из одного документа, а затем вставить эти объекты в нужную точку другого документа. Не следует забывать, что файл буфера обмена является временным и сохраняется только в течение текущего сеанса работы системы. При любом завершении программы его содержимое теряется.

В каждый момент времени буфер обмена может содержать только одну группу объектов. Любая попытка поместить в буфер новый объект приводит к автоматическому обновлению его содержимого, т.е. к удалению ранее хранящихся в нем объектов и их замены на новые.

Посредством буфера обмена можно обмениваться информацией между всеми типами документов КОМПАС - чертежами и фрагментами. Причем любой документ может быть как источником, так и приемником информации.

Перемещение объектов между документами посредством буфера обмена обычно выполняется за несколько стандартных шагов: вначале открывается документ, из которого нужно перенести (или вырезать) объекты; в документе выделяются подлежащие переносу объекты; выделенные объекты копируются в буфер обмена относительно базовой точки; открывается документ в который нужно вставить объекты; хранящиеся в буфере обмена объекты вставляются из буфера в документ - приемник; выгруженные из буфера объекты фиксируются в нужной точке документа - приемника путем задания нового положения базовой точки.

При выполнении сборочных чертежей нужно создать новый лист чертежа требуемого формата, присвоить ему нужное имя файла и сохранить его в папке. Затем скопировать в него геометрические объекты, удалить лишние элементы геометрии и оформления (обозначения шероховатости, размеры и т.п.) и проставить необходимые размеры, а также откорректировать основную надпись и технические требования.

При выполнении рабочих чертежей деталей на основе чертежа общего вида сборочной единицы выполняется примерно та же последовательность действий - создается новый лист чертежа соответствующего формата и при необходимости вид с нужным масштабом. В сборочном чертеже выделяется геометрия детали, для которой выполняется рабочий чертеж. Выделенный объект копируется в буфер обмена относительно базовой точки. Текущим делается новый документ, в который вставляют объект, хранящийся в буфере обмена, и фиксируют в нужной точке путем задания нового положения базовой точки. При необходимости добавляют нужные виды и сечения, проставляют размеры и технологические обозначения, оформляют основную надпись.

Для копирования выделенных объектов из буфера обмена в текущий документ можно использовать команду *Вставить* из меню *Редактор*, кнопку *Вставить из буфера* на Панели управления. Система выгрузит из буфера в виде фантома изображение, которое можно свободно перемещать мышью по полю чертежа. Обратите внимание на точку, к которой привязан фантом (ее мы указывали в качестве базовой при копировании объекта в буфер обмена). Теперь нужно правильно указать положение базовой точки. Установите курсор в точку и после срабатывания глобальной привязки *Пересечение* щелчком мыши зафиксируйте ее. Система разместит объект в указанной точке.

Щелчком на кнопке *Прервать команду* завершите работу команды *Вставить из буфера*. Изображения, составленные из геометрических примитивов, не затеняют друг друга. Т.е. на чертеже элемент, относящийся к одной детали пересекается с элементом другой детали. В таких случаях нужно вручную выполнить удаление лишних геометрических элементов или их частей. Для удаления перекрывающихся элементов деталей при создании сборочных чертежей

щелчками мыши при нажатой клавише <Shift> на клавиатуре выделите лишние объекты и нажмите клавишу <Delete>. *Сохраните документ* на Панели управления и запишите чертеж на диск.

При создании сборочных чертежей можно выполнять объединение деталей, участвующих в сборке, в пользовательские макроэлементы (с помощью команды **Операции Объединить в макроэлемент** объединяют выбранные выделенные примитивы в пользовательский макроэлемент). Выделение объектов будет автоматически снято. Если в дальнейшем сборочный чертеж будет подвергаться деталировке, сборку, состоящую из отдельных макроэлементов, можно будет легко разобрать. Объединение отдельных деталей сборочного чертежа в макроэлементы не накладывает ограничений на работу с документом (так, при необходимости любой из пользовательских макроэлементов может быть разрушен с помощью команды **Операции – Разрушить)**.

Выделите макроэлемент и щелчком на кнопке Сохранить документ запишите документ на диск.

7.6. Вывод чертежа на печатающее устройство.

На заключительном этапе окончательно оформленный документ можно вывести на плоттер или принтер. При выводе документа на печать система КОМПАС использует стандартный сервис операционной системы Windows.

Подготовка документа к печати начинается с ввода команды *Просмотр для печати* из меню *Файл* или со щелчка на кнопке *Просмотр для печати* в окне *Настройка принтера*, раскройте список поля *Имя* в группе *Принтер* и выберите имя нужного устройства. Если необходимо выполнить настройку параметров выбранного устройства - щелкните на кнопке *Свойства*. В процессе работы можно перемещать документ на листе с помощью мыши или клавиатуры, поворачивать его по и против часовой стрелки, менять масштаб, добиваясь его оптимального размера и положения. Компоновка документа на листе всегда выполняется с учетом мертвых зон (участков листа, которые не могут быть использованы для печати в силу особенностей конструкции принтера).

Если лист большего формата не может быть выведен на листе меньшего формата, то система автоматически рассчитывает необходимое количество листов. Эта информация отображается в Строке сообщений, а сами листы условно показываются на поле вывода в виде пунктирных линий.

Если щелкнуть на кнопке Повернуть документ против часовой стрелки на Панели управления - ориентация документа изменится соответствующим образом и система сообщит, что ей при тех же условиях потребуется меньшее количество листов для распечатки.

Если же нужно разместить лист чертежа на одном листе меньшего формата, придется уменьшить масштаб документа, задав нужное значение в поле *Текущий масштаб отображения активного документа* в Строке параметров. А определить оптимальный масштаб для вывода можно с помощью команды *Подогнать масштаб* из меню *Сервис*.

В окне предварительного просмотра изображение будет перерисовано в соответствии с новым масштабом. По умолчанию документ всегда прижимается к левому нижнему углу листа. Можно при помощи мыши сместить документ для более равномерного заполнения листа и нажатием на клавишу <Enter> зафиксировать документ в новом положении. Теперь все готово для вывода его на печать - щелкните на кнопке *Вывести документ на принтер* на Панели управления.

Помните, что система КОМПАС выводит чертежи на печать с заранее определенной толщиной линий. Толщина задается отдельно для каждого типа линий и не изменяется автоматически вслед за изменением масштаба документа при его выводе на печать. Поэтому, если вы значительно уменьшаете его масштаб (например в 2 раза), нужно заранее уменьшить толщину линий. Изменить толщину линий для вывода на бумагу можно с помощью команды *Настройка системы* из меню *Настройка* (данное меню доступно только в режиме работы с документом, но не в режиме предварительного просмотра. Поэтому о настройке толщины линий нужно позаботиться заранее). В диалоговом окне *Настройка параметров* системы раскройте категорию *Графический редактор* и щелкните на команде *Системные линии*. В правой части окна найдите группу параметров под общим названием *Толщина*. В полях подгруппы *На бумаге* введите новую толщину тонких, основных и утолщенных линий, щелчком на кнопке *OK* закройте диалоговое окно.

Новые значения толщины линий будут сохранены при выходе из редактора и повторном его запуске до восстановления значений по умолчанию.

8. Требования к оформлению графической работы.

Приступая к выполнению графических работ, в зависимости от вида детали студент может расположить лист горизонтально или вертикально. В правом нижнем углу должна быть выполнена основная надпись согласно ГОСТ 2.104 – 68. Все надписи и буквенные обозначения даются стандартным шрифтом номером 3,5; 5; 7 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.304 – 68, линии чертежа - в соответствии с требованиями ГОСТ 2.303 – 68.

В графах основной надписи должны находиться: обозначение чертежа, соответствующее графе обозначения спецификации, соответствующей детали (например: структура обозначения чертежа: МП – 2.01. 18. 50..011, где МП – специальность: 2 – курс, 01 – номер группы, 18 – номер варианта, 50 – обозначение сборочной единицы; 011 – номер позиции детали; для студентов заочного обучения еще и номер зачетной книжки: - з.о. 526324 МП – 2.01. 18. 50..011, наименование детали, соответствующее номеру позиции на чертеже изделия и спецификации (например: Штуцер); материал из которой изготовлена деталь (например: Ст. 3 ГОСТ 380-74); название кафедры и учебного заведения (АОПП, СГАУ); масштаб чертежа; размеры в миллиметрах. Расположение изображений должно быть таким, чтобы рабочее поле чертежа использовалось максимально и равномерно.

9. Исходные данные задания графической работы.

Задача 1. По заданию выполнить «Рабочий чертеж детали» (приложение 1).

Задача 2. По заданию выполнить схему поточно – технологической линии (приложение 2).

Задача 3. По натуральному образцу выполнить эскиз и рабочий чертеж детали первой сложности (натуральные образцы выдаются преподавателем).

Задача 4. По натуральному образцу выполнить эскиз и рабочий чертеж детали второй сложности (натуральные образцы выдаются преподавателем).

Задача 5. По натуральному образцу выполнить рабочий чертеж и спецификацию болтового соединения (натуральные образцы выдаются преподавателем).

Задача 6. По заданию выполнить «Деталирование и сборочный чертеж изделия» выполнить эскиз, рабочий чертеж детали и спецификацию (приложение 3).

Задача 7. По заданию выполнить изображение разреза цеха (приложение 4).

Задача 8. По заданию выполнить изображение сваркой (приложение 5).

Задача 9. По заданию выполнить «3 D изображение детали» (приложение 5).

Задача 10. По рабочему чертежу детали выполнить ее 3 D изображение.

Варианты заданий выдает преподаватель, согласно порядковому номеру в журнале.

10. Указания по выполнению заданий.

В задаче 1 требуется выполнить рабочий чертеж детали, согласно заданию. Чертеж детали - это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Основные требования к чертежу детали те же, что и для эскиза. Поэтому чертеж детали будет отличаться от ее эскиза только тем, что изображения на нем будут выполнены в масштабе (1:1; 1:2; 2:1 и т. д. в зависимости от размеров детали) и использованием чертежных инструментов. Студенту потребуется только: выбрать масштаб изображений по ГОСТ 2.302—68 (для изображений на рабочих чертежах предпочтение отдается масштабу 1:1); выбрать формат для чертежа (формат выбирается в зависимости от размера детали, числа и масштаба изображений); изображения и надписи должны занимать примерно 2/3 рабочего поля формата; рабочее поле формата ограничено рамкой и основной надписью, которую всегда располагают в правом нижнем углу чертежа; производят компоновку чертежа (для рационального заполнения расстояние между изображениями и рамкой формата должно быть примерно одинаковым, оно выбирается с учетом последующего нанесения выносных, размерных линий и соответствующих надписей).

В задаче 2 требуется выполнить схему технологического оборудования, согласно заданию, используя встроенную библиотеку Компас «Технологическое оборудование и коммуникации». Расставить позиции, составить экспликацию оборудования.

В задаче 3, 4 требуется выполнить эскизы на натуральные образцы детали, выданные преподавателем, руководствуясь приведенными указаниями и обращая особое внимание на правильность обмера и увязку размеров соединяемых деталей.

В учебной практике под эскизом подразумеваются конструкторские документы, выполняемые: от руки, т. е. без применения чертежных инструментов и в глазомерном масштабе, т. е. без соблюдения масштаба из числа установленных ГОСТ 2.302— 68; с приблизительным сохранением пропорциональности между элементами детали. При этом полностью соблюдаются все остальные требования стандартов ЕСКД. Эскизы выполняются на писчей тетрадной бумаге в клетку, для простых деталей на листах формата A4, для сложных деталей на листах формата A3 и более (допускается склеивание листов, вырванных из тетради; при склеивании следить за совпадением линий сетки). Эскиз каждой детали должен иметь рамку и основную надпись (8.8).

88

При выполнении эскиза придерживаются следующей последовательностью операций выработанных практикой:

1. Подготавливают листы писчей бумаги в клетку формата А4; наносят рамку поля чертежа и рамку основной надписи от руки, без применения линейки. Карандаш М или 2М.

2. Осматривают деталь, уясняют ее назначение, конструктивные особенности, выявляют поверхности, которыми она будет соприкасаться с другими деталями при сборке изделия, составной частью которого она является, и т. д. не рекомендуется упрощать конструкцию детали и опускать фаски, линейные уклоны, галтели, зенковки, смазочные канавки и т. п. 3. Намечают необходимое минимальное (ГОСТ 2.305—68) число изображений — видов, разрезов, сечений, которые в своей совокупности должны полностью выявить внешнюю и внутреннюю форму детали. Особое внимание уделяют выбору главного вида, или вида спереди - оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали (ГОСТ 2.305—68). 4. Выделяют на листе соответствующие места для каждого изображения в виде прямоугольников; проводят осевые линии. Наносят тонкими линиями линии видимого контура на видах и разрезах. Оси проекций и линии связи не проводят. Все линии по возможности проводят по линиям сетки имеющейся на бумаге. Центры окружностей помещают в точки пересечений линий сетки. Окружности больших радиусов проводят циркулем тонкими линиями с последующей их обводкой от руки.

3. Построив все изображения и убедившись в их правильности, обводят линии контура до толщины 0,8—1 мм; заштриховывают разрезы. 6. Наносят размерные и выносные линии. Никаких измерений при этом не производят. Рекомендуется расстояние между параллельными размерными линиями и между размерной линией и параллельной ей линией контура делать на расстоянии 8 - 10 мм. 8. Вписывают в эскиз размерные числа шрифтом 5 по ГОСТ 2.304—81. Для определения размерных чисел измеряют линейкой нужные расстояния с чертежа сборочной единицы и умножают на рассчитанный коэффициент, так как в данном пособии чертежи изготовлены типографским способом и определенного (стандартного) масштаба не имеют. Для того, чтобы определить истинные размеры детали, нужно выяснить, во сколько раз уменьшен (или увеличен) при печатании изображенный чертеж. 9. Заполняют основную надпись (наименование детали, обозначение чертежа, приводят сведения о материале детали и т.д.). На законченные эскизы деталей выполнить рабочие чертежи.

В задаче 5 требуется выполнить рабочий чертеж болтового соединения, согласно заданию, используя встроенную библиотеку Компас «Конструкторская библиотека». Расставить позиции, составить спецификацию.

В задаче 6 требуется, согласно заданию, выполнить эскиз, рабочий чертеж детали и составить спецификацию.

В задаче 7 требуется выполнить разрез цеха с расстановкой оборудования. Используя библиотеку «Отрисовка планов зданий и сооружений» выполнить план и разрез цеха. Расставить оборудование, используя библиотеку «Технологическое оборудование и коммуникации».

В задаче 8 требуется выполнить изображение сваркой используя библиотеку «Сварка».

В задаче 9, 10 требуется выполнить «3 D изображение детали».

Данное задание проводится с использованием системы Компас – 3D. Исходные данные для выполнения задания: •

3D-модели деталей (Приложение 5), номер детали соответствует номеру варианта. • Эскиз задачи 3.

Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.). Пример выполнения таких операций показан на рисунке 7.4.



а) цилиндр; б) объединение цилиндра и призмы; в) вычитание призмы; г) вычитание цилиндра. Рисунок 7.4. Выполнение булевых операций.

В КОМПАС-3D для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника – призму, и т.д.), рисунок 7.5.



Плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется эскизом, а формообразующее перемещение эскиза – операцией.

В процессе создания 3D-модели детали (Рис. 7.5.) рекомендуется следовать следующему алгоритму:

1. Создать новый документ Деталь 3D.

2. Построить эскиз основания детали.

Проведя анализ задания, разбейте деталь на основные базовые элементы (основание и составные части).

• В "Дереве построений" КОМПАС 3D нажатием ЛКМ выберите "Фронтальную плоскость", в которой будет производиться построение эскиза вида спереди детали.

- В Панели управления системы Компас нажатием кнопки "Новый эскиз" перейти в 2-х мерный графический редактор, в котором будет производиться построение эскиза.
- Включите кнопку Геометрические построения на панели инструментов. Постройте эскиз основания детали.
- 3. Построить 3-х мерную модель детали.
 - Выберите в панели инструментов 3-х мерного Компаса необходимую команду ("Операция выдавливания", «Операция вращения» и т.д.).
 - В появившемся диалоговом окне "Параметры" для операции «Выдавливание» задайте параметр глубины детали, для операции «Вращения» направление и толщину стенки.
 - Нажмите кнопку "Создать" в диалоговом окне "Параметры".
 - Выберите в Панели управления программы команду "Полутоновое".
 - После создания основания детали производится "приклеивание" или "вырезание" дополнительных объемов. Каждый из них представляет собой элемент, образованный при помощи перечисленных выше операций над эскизами. При выборе типа операции нужно сразу указать, будет создаваемый элемент вычитаться из основного объема или добавляться к нему.

Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, а примерами добавления объема – бобышки, выступы, ребра.



Рисунок. 7.6. Деталь с приклеенными к основанию бобышками и лапками.

Разделы спецификации располагают в следующей последовательности: «Документация», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Материалы».

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше — не менее одной свободной строки (для возможных дополнительных записей). Наименование детали записывают в именительном падеже единственного числа. Если наименование состоит из двух слов, то на первом месте пишут имя существительное, например «Опора роликовая», а не «Роликовая опора» и т. п. В графе «Кол» указывается количество составных частей на одно изделие. Более подробные указания о заполнении спецификации см. в ГОСТ 2.108—68.

11. ПРИЛОЖЕНИЯ.

Варианты заданий графической работы «Рабочий чертеж детали»

Приложение 1

N_l	а	b	R	Ø	S
1	50	98	30	20	30
2	40	80	35	20	25
3	60	70	40	5	20
4	55	80	35	10	10
5	45	90	45	15	20
6	35	98	45	20	25
7	30	95	40	30	30
8	35	85	35	25	35
9	40	75	30	20	40
10	55	85	25	5	30
11	65	95	25	5	25
12	40	85	25	15	25
13	55	75	30	5	30
14	65	85	35	10	35



Пример выполнения графической работы «Рабочий чертеж детали».



Варианты заданий графической работы «Схема поточно – технологической линии» Приложение 2



Вариант 1.



Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



Вариант 5.


Вариант 6.



Вариант 7.



Вариант 8.



Вариант 9.



Вариант 10.



Вариант 11.



Вариант 12.



Вариант 13.



Вариант14.



Вариант 15.

Задания графической работы «Деталирование и сборочный чертеж изделия»

Приложение 3

























Варианты заданий графической работы «Изображение плана цеха» Приложение 4



Вариант 1.



Вариант 2.


Вариант 3.



Вариант 4.



Вариант 5.



Вариант 6.



Вариант 7.



Вариант 8.



Вариант 9.



Вариант 10.



Вариант 11.



Вариант 12.



Вариант 13.



Вариант 14.



Вариант 15. Варианты заданий графической работы «Сварка» и «3 D изображение детали»

Приложение 5















Содержание

1. Методы проецирования изображения. Виды, разрезы, сечения.	2
1.1. Сущность проецирования.	2
1.2. Правила построения изображений.	3
1.3. Ортогональные проекции.	4
1.4. Разрезы.	8
1.5. Сечения.	15
2. Общие правила выполнения чертежей.	18
2.1. Нанесение размеров.	18
2.2. Размеры радиусов.	24
2.3. Виды линий.	25
2.4. Форматы.	25
3. Аксонометрические проекции.	29
3.1. Изометрическая проекция (прямоугольная).	29
3.2. Диметрическая проекция (прямоугольная).	30
3.3. Нанесение штриховки в вырезах.	30
3.4. Изображение окружности в аксонометрии.	32
4. Резьба.	35
4.1. Основные понятия.	35
4.2. Типы резьбы и их условное обозначение.	35
4.3. Изображения и условные обозначения резьбы.	31
4.4. Крепежные резьбовые изделия.	38
4.5. Соединение болтом.	41
5. Основные требования к рабочим чертежам. Условности и упрощения при выполнении сборочного чертежа.	43

5.1. Эскиз и чертеж детали.	43
5.2. Порядок составления эскизов.	44
5.3. Виды изделий.	50
5.4. Виды и комплектность конструкторских документов.	51
5.5. Спецификация - форма и порядок заполнения.	52
5.6. Требования к сборочному чертежу.	54
5.7. Условности и упрощения на сборочных чертежах.	55
6. Условное изображение и обозначение швов сварных соединений.	56
6.1. Изображение сварных швов.	57
6.2.У обозначения швов сварных соединений.	59
6.3. Упрощения обозначений швов сварных соединений	63
7. Система проектирования компас.	65
7.1. Построение изображений составных элементов чертежа.	65
7.2. Выполнение рабочего чертежа детали.	73
7.3. Выполнение схем.	78
7.4. Создание спецификации.	80
7.5. Выполнение деталировок и видов общих чертежей.	83
7.6. Вывод чертежа на печатающее устройство.	85
8. Требования к оформлению графической работы.	86
9. Исходные данные задания графической работы.	87
10. Указания по выполнению заданий.	88
11. Приложения.	94

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Скотников Д.А., Анисимов А.В. «Технические аспекты проектирования оборудования для производства продуктов питания», Часть 1: Учеб. пособие. – Саратов, 2016. - 129 с. ISBN 978-5-7011-0563-6

2. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12953. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Герасимов, А.Г. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. Часть І. Лабораторный практикум: уч. пособ. [Текст]/А.Г. Герасимов. - ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - Саратов: ИЦ «Наука», 2012. - 218 с.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методические указания по выполнению лабораторных работ Часть 2

для студентов 2 курса

Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки Технологии пищевых производств в АПК

Саратов 2018

Технические основы проектирования оборудования пищевых и перерабатывающих предприятий: метод. указания по выполнению лабораторных работ для направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Сост.: А.В.Анисимов // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2018. – 27 с.

введение

Основную часть производственных процессов современной хозяйственной деятельности человека выполняют машины – механические устройства, служащие для преобразования энергии, материалов или информации.

Машиностроение – ключевая отрасль экономики, в значительной степени определяющая производительность труда, качество продукции, темпы и уровень технического прогресса и обороноспособность страны.

Для грамотного понимания принципа работы технологического оборудования по переработке растительного сырья, его эксплуатации, модернизации и ремонта служит дисциплина «Технические основы проектирования оборудования пищевых и перерабатывающих предприятий».

Выполнение лабораторных работ по данной дисциплине позволяет студентам получить знания по конструкции и назначению деталей машин, их изображению на кинематических схемах, приобрести навыки самостоятельного изучения конструкций приводов машин, составления кинематических схем, описания и расчета основных параметров.

По каждой теме предусмотрены: минимум теоретического материала, ход выполнения работы, перечень необходимого оборудования, пример расчета, форма записи и список литературы.

ТЕМА 1. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ И ИХ ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НА СХЕМАХ

Цель: изучить конструкции элементов кинематических цепей и деталей машин и их графическое обозначение на схемах.

Оборудование и инструменты: стенды с набором деталей машин и плакаты.

Объект изучения: детали машин, конструкция и графическое изображение на схемах.

Методика проведения лабораторной работы: по натурным образцам изучить конструкции элементов кинематических цепей и деталей машин.

Схемы и правила их выполнения

Схемы являются особым типом чертежей, на которых при помощи условных графических и цифровых обозначений разъясняются устройство, принцип работы и другие основные технические данные изделия.

В зависимости от входящих в состав изделия элементов выделяют следующие виды схем, обозначаемые соответствующими буквами: электрические - Э, гидравлические - Г, пневматические - П, кинематические - К, комбинированные -С и т.д.

Схемы, поясняющие принцип действия устройства и взаимосвязь элементов, строят с учетом следующих требований производства.

Упрощенные изображения или условные обозначения элементов различных систем выполняют согласно стандартам ЕСКД. Условные знаки вычерчивают без соблюдения масштаба, но с сохранением размера при повторении их на одной и той же схеме. Условные обозначения элементов на принципиальных схемах располагают так, чтобы обеспечить возможность соединения этих элементов между собой кратчайшими линиями связи (трубопроводы гидропневмосистем, электропроводы и т.п.) с минимальным числом их пересечений. Условные знаки на схемах вычерчивают в ортогональной или аксонометрической проекции. При выполнении схем не следует загружать их второстепенными деталями. Схемы выполняют как можно компактнее, но не в ущерб прочтению.

Для обеспечения наглядности и рельефности схем применяют следующие примерные соотношения толщин основных линий в зависимости от их назначения.

В кинематических схемах линии кинематических связей, т.е. условные изображения таких деталей, как, например: валы, стержни, шатуны вычерчивают сплошными линиями толщиной *S* обычно 1 мм; для изображения подшипников, шкивов, зубчатых колес, муфт, втулок и т.п. толщина линий берется приблизительно *S*/2 и тонкими линиями *S*/3 вычерчивают оси, окружности зубчатых колес, шпонки, ремни, контуры корпусов и т.п.

Надписи на схемах дают краткие и предельно ясные. Выполняют их стандартным чертежным шрифтом.

Условные обозначения, отличные от установленных стандартами ЕСКД, но необходимые для схемы, должны быть объяснены. Пояснения помещают на поле самой схемы в виде примечаний.

Кинематические схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы: принципиальные, структурные и функциональные.

Принципиальная схема определяет полный состав элементов и связь между ними, а также детальное представление о принципах работы изделия. Принципиальные схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов и чертежей, а также источником изучения принципов работы изделий при наладке, контроле и ремонте.

Структурная схема характеризует основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь. Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием.

Функциональные части изображают в виде прямоугольников. При изображении элементов схемы в виде прямоугольников наименование, обозначение (номера) или типы (шифры) элементов и устройств, вписывают в прямоугольники, которые необходимо расшифровать на полях схемы в таблице произвольной формы. Функциональная схема разъясняет процессы, протекающие в отдельных цепях изделия или в изделии в целом. Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте. На схеме изображают функциональные части изделия (в виде условных графических обозначений), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.

На кинематической схеме изделия должен быть представлен весь состав кинематических элементов, их соединения, кинематические связи в соответствии со стандартами.

Каждому кинематическому элементу присваивают порядковый номер, начиная от источника движения. Валы номеруются римскими цифрами, остальные элементы арабскими. Порядковый номер проставляют на полке линии-выноски, под ней указывают характеристики и параметры элемента (модуль, число зубьев и т.д.). Чтение кинематической схемы следует начинать от двигателя, дающего движение всем основным деталям механизма, и идти последовательно по ходу передачи движения.

Условные графические обозначения на кинематических схемах в ортогональных проекциях установлены ГОСТом 2.770-68. Наглядные пояснения основных, часто встречающихся в кинематических схемах условных графических обозначений приведены в приложении 1.

Порядок выполнения работы

В отчете по лабораторной работе (табл. 1) записывают наименование и содержание каждого элемента конструкции, представленного в лаборатории, и схематически его изображают.

Таблица 1.1

Элементы	кинематических	цепей и	деталей машин	

№ п\п	Наименование и содержание конструкции	Схематическое изображение
1	2	3

Элементы, на которые нет натурных образцов, но представленные в приложении, отражают в отчете в виде таблицы.

Содержание отчета

- 1. Виды схем.
- 2. Требование производства к схемам.
- 3. Типы кинематических схем.
- 4. Элементы кинематических цепей и детали машин, имеющиеся в лаборатории.
- 5. Элементы и детали, не представленные в лаборатории.

Контрольные вопросы

- 1. Виды схем.
- 2. Требования производства к схемам.
- 3. Толщина линий на схемах.
- 4. Типы кинематических схем.
- 5. Классификация сопряжений деталей машин.
- 6. Неразъемные соединения.
- 7. Разъемные соединения.
- 8. Разновидности механических передач.
- 9. Ременные передачи и их разновидности.
- 10. Зубчатые передачи и их классификация по расположению осей.
- 11. Цепные передачи.
- 12. Разновидности подшипников качения.
- 13. Назначение механических муфт и их разновидности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12953. — Загл. с экрана.

2. Скотников Д.А., Детали машин: учебное пособие / Д.А. Скотников, А.В. Анисимов, Д.А. Заруцкий - ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - Саратов:, ООО Издательский Центр «Наука», 2010. – 112 с. - Б. ц.

3. **ГОСТ 2.703-68 ЕСКД.** Правила выполнения кинематических схем [Текст]. – Введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. 20 с. : ил. ; 29 см.

4. ГОСТ 2.770-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах [Текст]. – Введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. 22 с. : ил. ; 29 см.

ТЕМА 2. ГЕОМЕТРИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Цель: определить по натуральному образцу основные геометрические параметры зубчатых колес и выполнить эскиз зубчатого колеса по результатам замеров и расчетов.

Оборудование и инструменты: набор зубчатых колес, штангенциркуль, плакаты и микрокалькулятор.

Методика выполнения работы основана на определении геометрических параметров зубчатых колес путем замеров некоторых из них на натурном образце и вычислении по известным зависимостям теории зубчатых зацеплений.

Основные параметры и элементы зубчатого колеса

На рисунке 1 изображено цилиндрическое колесо с прямыми зубьями. Часть зубчатого колеса, содержащая все зубья, называется венцом; часть колеса, насаживаемая на вал, называется ступицей. Делительная окружность диаметром d делит зуб на две части - головку зуба, высотой h_a и ножку зуба, высотой h_f , полная высота зуба h складывается из их суммы.

Расстояние между одноименными профилями соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности, называется окружным делительным шагом зубьев и обозначается P. Шаг зубьев слагается из окружной толщины зуба S и ширины впадины е. Длина хорды, соответствующая окружной толщине зуба, называется толщиной по хорде и обозначается S. Линейная величина в π раз меньше окружного шага называется окружным делительным модулем зубьев m (мм) (впредь слова «окружной делительный» в терминах будем опускать). Модуль зубьев m рассчитывается по формуле:

 $m = P/\pi.$ (2.1)

Боковой поверхностью зуба называется поверхность, ограничивающая зуб со стороны впадины (рис. 2.1). Профиль зуба есть линия пересечения боковой поверхности с торцом колеса. Модуль зубьев - основной параметр зубчатого колеса. Для пары зубчатых колес, находящихся в зацеплении, модуль должен быть одинаковым. Модули зубьев для цилиндрических и конических передач регламентированы ГОСТ 9563-60. Значения стандартных модулей (от 1 до 14 мм) приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

1 -й ряд	2-й ряд	1 -й ряд	2-й ря д
1	1,125	4	4,5
1,25	1,375	5	5,5
1,5	1,75	6	7
2	2,25	8	9
2,5	2,75	10	11
3	3,5	12	14

Значения модулей зубьев



Рис. 2.1. Цилиндрическое колесо с прямыми зубьями

Все основные параметры зубчатых колес выражают через модуль: Шаг зубьев:

$$P = \pi \cdot m \,. \tag{2.2}$$

Диаметр делительной окружности:

$$d = m \cdot z \,, \tag{2.3}$$

где *z* - число зубьев колеса.

В соответствии со стандартным исходным контуром для цилиндрических зубчатых колес высота головки равна модулю, высота ножки зуба:

$$h_f = m + c = 1,25m, \tag{2.4}$$

где c - радиальный зазор, c = 0,25m.

Высота зубьев цилиндрических колес:

$$=h_a+h_f=2,25m,$$
 (2.5)

Диаметр вершин зубьев:

$$d_a = d + 2h_a = mz + 2m = m(z + 2) \tag{2.6}$$

Диаметр впадин:

$$d_f = d - 2h_f = mz - 2 \cdot 1,25 \ m = m(z - 2,5).$$
 (2.7)

Расстояние *b* между торцами зубьев колеса называется шириной венца.

h

Порядок выполнения работы

Основными параметрами зубчатого колеса с эвольвентным профилем являются: модуль зацепления *m*, число зубьев *z* и угол профиля исходной зубчатой рейки по ГОСТ 3058-54 $\alpha = 20^{\circ}$. Остальные величины, характеризующие геометрию зубчатого колеса, выражаются через указанные и могут быть получены с помощью дополнительных измерений и последующих вычислений. Отправным пунктом работы является определение шага зацепления по основной окружности зубчатого колеса P_{bt} по результатам замеров *Cn* и *Cn*+1, где *n* — число охватываемых зубьев, зависящее от числа зубьев колеса *z* (рис. 2.2).

С целью исключения ошибки измерений и обеспечения достаточной точности определения исходной расчетной величины следует выполнять *k* замеров (не менее

трех) каждого параметра и вычислить их средние значения, которые и принимаются как исходные в дальнейших расчетах.



Рис. 2.2. Зубчатое колесо

Работа начинается с определения числа зубьев колеса z и вычисления, модуля зацепления m.

Для этого используется известное в теории зацеплений свойство эвольвенты, а именно: нормаль в любой точке эвольвенты является касательной к основной окружности. Кроме того, известно, что два (в общем случае криволинейных) профиля в точке их контакта имеют общую нормаль. Отсюда следует, что если охватить несколько зубьев колеса губками штангенциркуля (размер *AB*, рис. 2.2), то линия *AB* будет касательной к основной окружности, так как она нормальна в точках *A* и B к рабочим плоскостям губок штангенциркуля и, следовательно, нормальна профилям зубьев в этих точках. Отметим также, что если отрезок *AB* катить по основной окружности (по часовой или против часовой стрелки), то по свойству эвольвенты, точка *A* придет в точку *A*₀, точка *D* в точку *Do* и точка *B* в точку *Bo*. Из рисунка 2.2 видно, что $DB = \bigcup D_0B_0 = P_{bt}$ - шагу по основной окружности.

Таким образом, если измерить в начале размер Cn, соответствующий п зубьям, а затем Cn+1 охватив губками штангенциркуля на один зуб больше, то шаг по основной окружности определяется как разность двух измерений:

$$P_{bt} = C_{n+1} - C_n, \tag{2.8}$$

где C_n , C_{n+1} - средние значения, полученные по результатам трех измерений.

Результаты измерений необходимо зафиксировать в отчете.

Это выражение действительно только в том случае, когда губки штангенциркуля касаются эвольвентной части профиля зуба. Для того чтобы это условие было соблюдено, необходимо для выбора числа зубьев, которые нужно охватить губками штангенциркуля, пользоваться данными таблицы 2.2.

Модуль зацепления определяется по формуле:

$$m = P_{bt} / (\pi \cdot \cos \alpha) = (C_{n+1} - C_n) / (\pi \cos \alpha),$$
(2.9)
где $\alpha = 20^\circ, \cos 20^\circ = 0,9397.$

Таблица 2.2

Зависимость числа охватываемых зубьев от числа зубьев колеса

Показатель	Значения

Число зубьев	12-18	19-27	28-36	37-45	46-54	55-63
колеса <i>z</i> Число						
охватываемых зубьев <i>п</i>	2	3	4	5	6	7

Так как размеры C_{n+1} и C_n определяются с некоторыми погрешностями, то полученное значение модуля будет приближенным и его необходимо сопоставить со стандартными значениями модулей, приведенными в таблице 2.1. За истинный модуль следует принять ближайший по величине из стандартного ряда.

По уточненному значению модуля рассчитываются шаги зацепления по делительной и основной окружностям.

При проведении обмера зубчатых колес необходимо также измерить диаметры окружностей вершин и впадин. Если число зубьев четное, то оба замера могут быть измерены непосредственно штангенциркулем. При нечетном числе зубьев измерения проводятся по схеме, изображенной на рисунке 2.3. Для определения диаметра окружности выступов измеряется диаметр отверстия шестерни dome и размер L₁.

Тогда диаметр вершин зубьев da будет равен:

$$d_a = d_{ome} + 2L_1. \tag{2.10}$$

(2.12)

Аналогично измеряется диаметр впадин d_{f} :

$$d_f = d_{oms} + 2L_2. \tag{2.11}$$

Имея диаметр вершин зубьев, можно определить коэффициент высоты головки зуба f_a :



Рис. 2.3. Зубчатое колесо

Содержание отчета

- 1. Число зубьев z (по натурному образцу).
- 2. Определение модуля *m* и шага зацепления по основной окружности *P*_{bt} мм.
- 3. Модуль зацепления *m*, мм.
- 4. Модуль *m*, уточненный по ГОСТу, мм.
- 5. Шаг зацепления по делительной окружности, мм:

$$P = \pi m. \tag{2.13}$$

6. Шаг по основной окружности, мм:

$$P_{bt} = \pi m \cos \alpha.$$
 (2.14)

$$\tan \cos \alpha.$$
 (2.14)

7. Диаметр делительной окружности, мм:

$$d = mz. \tag{2.15}$$

8. Диаметр основной окружности, мм:

$$d_b = d \cos \alpha.$$

9. Определение диаметров окружностей выступов и впадин колеса (табл. 2.3):

Таблица 2.3

(2.16)

Результаты замеров

dотв	L_1	d_a	L_2	d_f	Расчетные формулы
					$d_a = d_{ome} + 2L_1$ $d_f = d_{ome} + 2L_2$

10. Определение коэффициента высоты головки: $f_a = (d_a - d)/(2m).$ (2.17)11. Определение высоты головки, мм: $h_a = (d_a - d)/2.$ (2.18)12. Определение высоты ножки зуба, мм:

$$h_f = (d - d_f)/2.$$
 (2.19)

13. Полная высота зуба, мм:

$$h = h_a + h_f. \tag{2.20}$$

14. Ширина зубчатого венца *b*, мм.

15. Толщина зуба по делительной окружности, мм:

$$S_t = P/2 = \pi m/2.$$
 (2.21)

16. Сводные результаты замеров и вычислений (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Наименование элемента	Обозначение	Размер- ность	Числовые значения
Число зубьев	Z	ШТ	
Модуль	т	ММ	
Шаг по делительной окружности	Р	ММ	
Шаг по основной окружности	P_{bt}	ММ	
Диаметр делительной окружности	d	ММ	
Диаметр окружности выступов	d_a	ММ	
Диаметр окружности впадин	d_{f}	ММ	
Высота головки зуба	h_a	ММ	
Высота ножки зуба	h_{f}	ММ	
Полная высота зуба	h	ММ	
Толщина зуба по делительной ок-	S_t	ММ	
ружности		ММ	
Ширина зубчатого венца	b	ММ	

Геометрия зубчатого колеса

13. Эскиз зубчатого колеса изображают на листе бумаги формата А4 (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Эскиз зубчатого колеса

Контрольные вопросы

- 1. Зубчатый венец колеса.
- 2. Ступица колеса.
- 3. Модуль зубчатого колеса.
- 4. Окружности делительная, вершин и впадин зубьев.
- 5. Высота головки, ножки и полная высота зуба.
- 6. Боковая поверхность зуба.
- 7. Профиль зуба.
- 8. Ширина венца.
- 9. Шаг по дуге делительной окружности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12953. — Загл. с экрана.

2. Скотников Д.А., Детали машин: учебное пособие / Д.А. Скотников, А.В. Анисимов, Д.А. Заруцкий - ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - Саратов:, ООО Издательский Центр «Наука», 2010. – 112 с. - Б. ц.

3. ГОСТ 16530—83. Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения [Текст]. – Введ. 1984–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1984. 25 с. : ил. ; 29 см.

ТЕМА 3. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕДУКТОРОВ

Цель: ознакомиться с классификацией и конструкцией редукторов, определить их геометрические и кинематические параметры.

Оборудование и инструменты: штангенциркуль, набор ключей и плакатов.

Методика работы: по натурным образцам изучить конструкцию редукторов и определить основные кинематические параметры.

Объекты изучения - червячный одноступенчатый редуктор, конический одноступенчатый и цилиндрический двухступенчатый редукторы.

Классификация зубчатых механизмов

Зубчатые механизмы бывают открытого и закрытого типов. Закрытые зубчатые механизмы, понижающие обороты, называют редукторами, а повышающие - мультипликаторами.

Редукторы используются для изменения и передачи вращающего момента от двигателя к рабочей машине.

Редукторы подразделяются:

по типу передач - на зубчатые (рис. 3.1) и червячные (рис. 3.3);

по числу ступеней - на одноступенчатые (рис. 3.3), двухступенчатые (рис. 3.4), многоступенчатые, в частности трехступенчатые, (рис. 3.5);

по типу зубчатых колес - на цилиндрические (рис. 3.1), конические (рис. 3.2), коническо - цилиндрические (рис. 3.4);

по относительному расположению валов в пространстве - на горизонтальные (рис. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.7) и вертикальные (рис. 3.6);

по особенностям кинематической схемы многоступенчатые редукторы бывают с развернутой (рис. 3.5), соосной (рис. 3.7) и с раздвоенной ступенью и т.д.;

по расположению вала червяка относительно колеса червячные редукторы бывают с нижним расположением червяка (рис. 3.3), с верхним или боковым при вертикальном расположении оси колеса.



Рис. 3.1. Одноступенчатый цилиндрический редуктор



Рис. 3.2. Одноступенчатый конический редуктор



Рис. 3.3. Одноступенчатый червячный редуктор



Рис. 3.4. Коническо-цилиндрический двухступенчатый редуктор



Рис. 3.5. Цилиндрический трехступенчатый редуктор



Рис. 3.6. Коническо-цилиндрический редуктор с вертикальным расположением валов



Рис. 3.7. Цилиндрический двухступенчатый соосный редуктор

Основные параметры редуктора

Передаточное число U_{1-2} каждой ступени равно отношению числа зубьев колеса Z_2 к числу зубьев шестерни Z_1 :

$$U = \frac{Z_2}{Z_1}$$
(3.1)

Общее передаточное число многоступенчатых редукторов равно произведению передаточных чисел отдельных ступеней:

$$U_{1\dots n} = U_{1-2}U_{3-4}\dots U_{(n-1)n} , \qquad (3.2)$$

где *n* - число зубчатых колес в редукторе.

Одноступенчатые редукторы применяются при передаточных числах ох 2,5 до 60. Валы редукторов монтируются как в подшипниках качения, так и скольжения, которые влияют на КПД и потери мощности редуктора.

Общий КПД редуктора определяется по выражению:

$$\eta = \eta_3^{\kappa} \eta_n^m, \qquad (3.3)$$

где η_3 - КПД одной пары зубчатых колес; η_n - КПД одной пары подшипников;

к - число пар зубчатых колёс в редукторе, *m* - число пар подшипников.

Значения КПД для одной пары зубчатых колес и подшипников приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Значения КПД элементов редуктора

Наименование элементов редуктора	КПД

Зубчатая передача	
цилиндрическая	0,96-0,98
коническая	0,95-0,97
Червячная передача при числе заходов червяка	
один два	0,65-0,70 0,70-0,75
Для одной пары подшипников качения	0,99-0,995

Редуктор состоит из корпуса, зубчатых колес, валов, подшипников, крышек, деталей крепления и фиксации относительного положения частей разъемных корпусов и крышек, устройств для контроля уровня и слива смазки и т.д. (рис.3.8).

Корпус редуктора служит для размещения и координации деталей передачи, защиты их от загрязнения, организации системы смазки, а также восприятия сил, возникающих в зацеплении редукторной пары, подшипниках и открытой передаче (при ее наличии).

Корпуса редукторов выполняют из чугуна, стали и алюминиевых сплавов. Корпуса цилиндрических редукторов делают, как правило, разъемными, они состоят из крышки и основания. Корпуса червячных редукторов с межосевым расстоянием $a_w < 140$ мм изготовляют неразъемными.



Рис. 3.8. Редуктор цилиндрический

1 – основание корпуса; 2 – зубчатые колеса; 3- валы; 4 – подшипники; 5 – крышка подшипника; 6 – маслосъемные кольца; 7 – шпонка; 8 – пробка сливная; 9 – ребра жесткости; 10 – крышка смотрового люка; 11 – подшипниковые бобышки; 12 – фундаментный фланец; 13 – соединительный фланец; 14 – распорное кольцо; 15 – крышка корпуса; 16 – соединительные болты; 17 – проушины; 18 – фланец подшипниковых бобышек; 19 –опорные платики.

Несмотря на разнообразие форм корпусов, они имеют одинаковые конструктивные элементы - подшипниковые бобышки, фланцы, ребра, соединенные стенками в единое целое. Подшипниковые бобышки предназначены для размещения комплекта деталей подшипникового узла, фланцы - для крепления и соединения деталей редуктора.

Форма корпуса определяется в основном технологическими, эксплуатационными и эстетическими условиями с учетом его прочности и жесткости. Этим требованиям удовлетворяют корпуса прямоугольной формы, с гладкими наружными стенками без выступающих конструктивных элементов, подшипниковые бобышки и находящиеся внутри корпуса стяжные болты, расположенные только на продольной стороне корпуса или в нишах.

В корпусах редукторов имеются фундаментный фланец основания редуктора, фланцы подшипниковой бобышки основания и крышки корпуса, соединительный фланец основания и крышки корпуса при разъемном корпусе, фланцы крышек подшипниковых узлов и фланец крышки смотрового люка.

Фундаментный фланец основания предназначен для крепления редуктора к фундаментной раме. Опорная поверхность фланца выполняется в виде длинных параллельно расположенных двух или четырех небольших платиков.

Фланец подшипниковой бобышки крышки и основания корпуса предназначен для соединения крышки и основания разъемных корпусов. Фланец расположен в месте установки стяжных подшипниковых болтов (винтов) на продольных длинных сторонах корпуса.

Для соединения крышки с основанием в разъемных корпусах по всему контуру разъема выполняют соединительный фланец.

Крышка и основание стягивают болтами (винтами) и штифтуют для того, чтобы обеспечить постоянное относительное положение крышки и основания.

В неразъемных корпусах выполняют большие окна, через которые вводят при сборке комплекты вала с червячным колесом или комплекты валов с цилиндрическими колесами. Для создания необходимой жесткости боковые крышки выполняют с высокими центрированными буртиками.

Кроме того, на корпусах редукторов делают опорные платики для крепления к корпусу сливных пробок, отдушин, маслоуказателей.

Детали и элементы корпуса редуктора

Смотровой люк служит для контроля, сборки и осмотра редуктора при эксплуатации. Люк закрывают крышкой, под которую устанавливают уплотняющую прокладку. Для удобства осмотра его располагают на верхней крышке корпуса, что позволяет также использовать люк для заливки масла.

В червячных редукторах с верхним или боковым расположением червяка люк обычно располагается на одной из боковых сторон корпуса для наблюдения за регулированием зацепления.

С крышкой обычно совмещается пробка - отдушина для сообщения внутренней полости редуктора с атмосферой.

Если смотровой люк отсутствует, то в верхней полости крышки корпуса предусматривают отверстие под отдушину.

Установочные штифты предназначены для фиксирования крышки корпуса с основанием. Перед расточкой отверстия под подшипники в разъемных корпусах их устанавливают для фиксации относительного положения крышки корпуса и основания при последующих сборах.

Проушины и крючья применяют для подъема и транспортировки крышки корпуса и собранного редуктора, отливая их заодно с крышкой. В некоторых случаях используют рым-болты.

Отверстия под маслоуказатель и сливную пробку. Отверстия под маслоуказатель должно располагаться на высоте, достаточной для точного замера верхнего и нижнего уровней масла.

Контроль уровня смазки осуществляется либо жезловым маслоуказателем, либо через отверстие в корпусе, расположенном на уровне масла. Через эти отверстия можно производить и заливку масла.

В нижней части корпуса устанавливается сливная пробка. При установке маслоуказателя и сливной пробки с цилиндрической резьбой обязательно применяют уплотнительные прокладки. Пробки с конической резьбой не требуют уплотнения.

Подшипниковые бобышки закрываются глухими крышками с отверстиями для выхода валов редуктора, для соединения с другими валами или монтажа на них шкивов, звездочек и других деталей открытых передач. Крышки бывают врезные и торцевые. Под торцевые крышки устанавливаются уплотнительные прокладки. Крышки с отверстиями делают с гнездами под манежные уплотнения.

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с конструкцией и работой каждого из предложенных редукторов. Разобрать редуктор и изобразить кинематическую схему с условным изображением типа подшипников для редукторов (приложение 1). Определить геометрические параметры зубчатых колес: число зубьев, передаточное число отдельных ступеней и всего редуктора, КПД редукторов.

Содержание отчета

Для цилиндрического, конического и червячного редукторов изобразить кинематические схемы в двух проекциях с условным изображением подшипников и дать характеристику каждого из редукторов в соответствии с приведенной классификацией.

Для изученных редукторов заполнить таблицу (табл. 3.2).

Таблица 3.2.

Основные параметры редукторов

№ Редуктора	Тип	Передаточное	КПД
	редуктора	число	

Для одного из редукторов, предложенного преподавателем, дать подробное описание: перечня всех деталей, их назначения и устройства, типа подшипников и способов регулирования зазоров в них, регулирования зацепления в конических и червячных передачах (в зависимости от конструкции), способа контроля уровня смазки, устройства уплотнений и т.д.

Контрольные вопросы

1. Устройства контроля уровня смазки.

2. Перечислите конструкции глухих крышек и крышек с отверстиями.

- 3. Как осуществляется регулировка зацепления конических и червячных передач?
- 4. Для чего применяются смотровые люки?
- 5. Какие зубчатые механизмы называются редукторами, какие мультипликаторами?

6. Как подразделяются редукторы по типу зубчатых колес, по числу ступеней, по расположению валов в пространстве?

7. Чему равно общее передаточное число многоступенчатого редуктора?

8. Чему равен КПД редуктора?

9. Для чего применяются штифты в соединениях крышки с основанием корпуса?

10. Какие бывают корпуса редукторов по конструкции?

11. Для чего делаются фланцы на корпусе редуктора?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12953. — Загл. с экрана.

2. Скотников Д.А., Детали машин: учебное пособие / Д.А. Скотников, А.В. Анисимов, Д.А. Заруцкий - ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - Саратов:, ООО Издательский Центр «Наука», 2010. – 112 с. - Б. ц.

3. ГОСТ 16532—70. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии [Текст]. – Введ. 1972–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1972. 15 с. : ил. ; 29 см.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12953. — Загл. с экрана.

2. Скотников Д.А., Детали машин: учебное пособие / Д.А. Скотников, А.В. Анисимов, Д.А. Заруцкий - ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - Саратов:, ООО Издательский Центр «Наука», 2010. – 112 с. - Б. ц.

3. **ГОСТ 2.703-68 ЕСКД.** Правила выполнения кинематических схем [Текст]. – Введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. 20 с. : ил. ; 29 см.

4. ГОСТ 2.770-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах [Текст]. – Введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. 22 с. : ил. ; 29 см.

5. ГОСТ 16530—83. Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения [Текст]. – Введ. 1984–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1984. 25 с. : ил. ; 29 см.

6. ГОСТ 16532—70. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии [Текст]. – Введ. 1972–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1972. 15 с. : ил. ; 29 см.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Условные графические	изображения на схемах	

Наименование	Схематическое изображение
1	2
Электродвигатель	(M)
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.	
Вращение вала	
Опора для стержня	\wedge
а) неподвижная	hmìn
б) подвижная	
Соединение стержня с неподвижной	1
опорой	
а) шарнирное с движением в плоскости	- third
чертежа	•
о)шаровым шарниром	
Подшипники скольжения и качения на	
валу (без уточнения типа)	
а) радиальные	
б) радиально-упорные односторонние	
в) упорные	
Подшипники скольжения	
а) радиальные	
б) радиально-упорные односторонние	
Подшипники качения	<u> </u>
а) радиальные шариковые	٩
б) радиальные роликовые	
 в) радиально-упорные односторонние шариковые 	<u> </u>

г) радиально-упорные роликовые односторонние	
д) упорные шариковые	°
Соединение детали с валом а)свободное при вращении	- E= ∃ - [-
б) подвижное без вращения	
в) глухое (неподвижное)	-=
Муфты	
б) без уточнения типа	—-//—-
в) предохранительная	
г) фрикционная	
Муфты сцепления кулачковые (зубчатые) а) односторонние	
б) двухсторонние	
Тормоза	+
а) колодчатые	
б) ленточные	≠ −× +
в) дисковые	
Кулачки	
а) плоские продольного перемещения	

б) плоские дисковые	
Толкатели для кулачковых механизмов а) пальцевые	
б) роликовые	Å
Ползун в неподвижных направляющих	
Цилиндры с поршнем	
Соединение кривошипа с шатуном	
Соединение коленчатого вала с шатуном а) с одним коленом	
б) с несколькими коленами	_ [≟] ≟∽
Храповые зубчатые механизмы с наружным зацеплением односторонние	
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
Передача плоским ремнем	
Передача с клиновым ремнем	

Передача цепью	
Передачи зубчатые цилиндрические а) внешнего зацепления	
б) внутреннего зацепления	
Передачи зубчатые с пересекающимися валами, конические	
Передачи зубчатые со скрещивающимися валами а) гипоидные	
б) червячные с цилиндрическим колесом	

в) винтовые	
Передачи зубчатые реечные	
Пружины а) цилиндрические сжатия	MMMM
б) цилиндрические растяжения	¢www∳

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Тема 1. Элементы кинематических цепей и их графическое изображение на	
схемах	4
Схемы и правила их выполнения	4
Порядок выполнения работы	5
Содержание отчета	5
Контрольные вопросы	6
Тема 2. Геометрия зубчатых колес	6
Основные параметры и элементы зубчатого колеса	7
Порядок выполнения работы	8
Содержание отчета	10
Контрольные вопросы	12
Тема 3. Изучение конструкции редукторов	14
Классификация зубчатых механизмов	14
Основные параметры редуктора	16
Детали и элементы корпуса редуктора	18
Порядок выполнения работы	19
Содержание отчета	19
Контрольные вопросы	19
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	20
ПРИЛОЖЕНИЯ	22