

А.А. Геберт

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА



Костанай, 2022

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Костанайский региональный университет им. А.Байтурсынова
Кафедра машин, тракторов и автомобилей

А.А. Геберт

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие

Костанай, 2022

ББК 22.151.3

Г16

Автор:

Геберт Альфия Альбертовна, магистр сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель кафедры машин, тракторов и автомобилей

Рецензенты:

Бенюх Олег Анатольевич, к.т.н., профессор кафедры машин, тракторов и автомобилей КРУ имени А. Байтурсынова

Золотухин Евгений Александрович, доктор философии PhD, ассоциированный профессор кафедры машин, тракторов и автомобилей КРУ имени А. Байтурсынова

Нурушев Серик Закирович, к.т.н., ст. преподаватель кафедры инженерных и социально-гуманитарных дисциплин РИИ

Геберт А.А.

Г 16 Инженерная графика: Учебно-методическое пособие.– Костанай: КРУ имени А. Байтурсынова, 2022 – 68с.

ISBN 978-601-356-176-9

В учебно-методическом пособии представлены основные сведения, чертежи, контрольные вопросы по дисциплине Инженерная графика.

Предназначено для специальности 6В07101 – Транспорт, транспортная техника и технологии, 6В08701 – Аграрная техника и технология

ББК 22.151.3

Г 16

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова, _____ 2022г., протокол № ____.

ISBN 978-601-356-176-9

© Костанайский региональный
университет им. А.
Байтурсынова

Содержание

Введение	3
1. Конструкторская документация. ЕСКД	4
2 Общие правила оформления чертежей	9
3 Виды, разрезы, сечения	13
4 Резьба. Соединения разъёмные и неразъёмные	24
5 Сварные соединения	32
6 Разъёмные соединения. Шпоночные, шлицевые соединения	46
7 Построение аксонометрической проекции модели. Изометрия	55
Список использованных источников	68

Введение

Дисциплина «Инженерная графика» является одной из фундаментальных дисциплин в подготовке бакалавров инженерных наук.

Основная цель курса инженерная графика – выработка знаний, умений и навыков, необходимых обучающимся для выполнения и чтения технических чертежей различного назначения, выполнения эскизов деталей, составление конструкторской и технической документации производства.

В учебно-методическом пособии приведены основные сведения по дисциплине, предусмотренные учебной программой инженерных специальностей высших технических учебных заведений. Учебное пособие содержит теоретический материал по инженерной графике, включая чертежи.

Цель пособия – дать студентам необходимые сведения и практические навыки в решении задач и построении чертежей, что в конечном счете будет способствовать более глубокому усвоению теоретических основ дисциплины и тем самым повысит уровень инженерной подготовки.

Знания и навыки, приобретенные в курсе Инженерной графики, необходимы также для изучения общеинженерных и специальных технических дисциплин. Овладение чертежом как средством выражения технической мысли и как производственным документом происходит на протяжении всего процесса обучения в вузе.

1 Конструкторская документация. ЕСКД

План:

1. Общие положения единой системы конструкторской документации
 - 1.1 Область распространения стандартов ЕСКД
 - 1.2 Состав, классификация и обозначение стандартов ЕСКД
2. Основные положения единой системы конструкторской документации
 - 2.1 Виды изделий ГОСТ 2.101-68
 - 2.2 Виды конструкторских документов ГОСТ 2.102-68
 - 2.3 Комплектность конструкторских документов
 - 2.4 Стадии проектирования ГОСТ 2.103-68

1. Общие положения единой системы конструкторской документации

ГОСТ 2.001-93 устанавливает общие положения по целевому назначению, области распространения, классификации и обозначению стандартов, входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Определение и назначение ЕСКД

Единая система конструкторской документации – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, изготовлении, эксплуатации, ремонте и др.).

Основное назначение стандартов ЕСКД – установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые должны обеспечивать:

- 1) возможность обмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;
- 2) стабилизацию комплектности, исключая дублирование и разработку не требуемых производству документов;
- 3) возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;
- 4) упрощение форм конструкторских документов графических изображений, снижающее трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;
- 5) механизацию и автоматизацию обработки технических документов содержащейся в них информации;
- 6) улучшение условий технической подготовки производства;
- 7) улучшение условий эксплуатации промышленных изделий;
- 8) оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

1.1 Область распространения стандартов ЕСКД

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению документации распространяются:

- 1) на все виды конструкторских документов;
- 2) на учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- 3) на нормативно-техническую и технологическую документацию, а также научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой они могут быть для них применены и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы, например, форматов и шрифтов для печатных изданий и т. п.

1.2 Состав, классификация и обозначение стандартов ЕСКД

Межгосударственные стандарты ЕСКД распределяются по классификационным группировкам, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Группировки стандартов ЕСКД

1	Общие положения
	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах
3	Общие правила выполнения чертежей
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование, внесение изменений)
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
7	Правила выполнения схем
8	Правила выполнения документов строительных и судостроения
9	Прочие стандарты

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу (шифр группы) стандартов; двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тира), указывающей год регистрации стандарта. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения» изображен на рисунке 1.

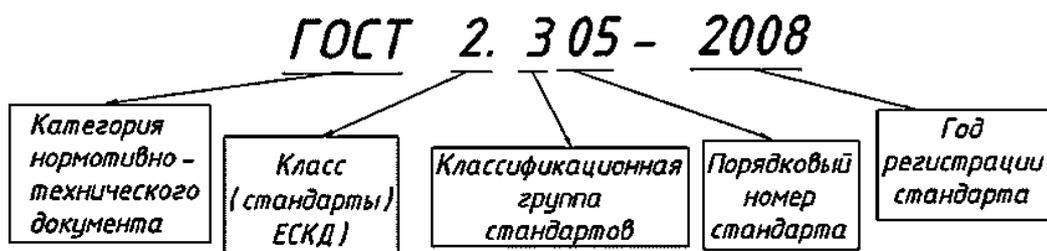


Рисунок 1 – Образец обозначения стандарта ЕСКД ГОСТ 2.305-2008

2 Основные положения единой системы конструкторской документации

2.1 Виды изделий ГОСТ 2.101-68

В соответствии с ГОСТ 2.101-68 устанавливаются следующие виды изделий:

а) **деталь** – изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций;

б) **сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.);

в) **комплекс** – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;

г) **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.

2.1 Виды конструкторских документов ГОСТ 2.102-68

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 (ЕСКД ГОСТ 2.102-68). В таблице 2 приведены определения, коды и виды конструкторских документов, выполняемых студентами в процессе работы над заданиями по курсу инженерной графики.

Таблица 2 - Коды и виды конструкторских документов

Код документа	Вид документа	Определение
1	2	3
—	Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.
СБ	Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля.
ВО	Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.
По ГОСТ 2.701-84	Схема	Документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделия и связи между ними.
—	Спецификация	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.
ПЗ	Пояснительная записка	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснования принятых при его разработкетехнических и технико-экономических решений.

2.3 Комплектность конструкторских документов

При определении комплектности конструкторских документов на изделия следует различать:

основной конструкторский документ изделия полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав. За основные документы принимают для детали - чертеж детали; для сборочных единиц, комплексов и комплектов - спецификацию;

основной комплект объединяет конструкторские документы, относящиеся ко всему изделию (составленные на все данное изделие в целом), например, сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия и т.д. Конструкторские документы составных частей в основной комплект документов не входят;

полный комплект составляют из следующих документов: основного комплекта конструкторских документов на данное изделие; основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия.

2.4 Стадии проектирования ГОСТ 2.103-68

В соответствии с ГОСТ 2.103-68 устанавливаются следующие стадии проектирования:

Техническое предложение – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий и патентные исследования.

Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта. Объем работ – по ГОСТ 2.118-73. Документам, разработанным на этой стадии проектирования, присваивается литера «П».

Эскизный проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации. Объем работ – по ГОСТ 2.119-73. Документам, разработанным на этой стадии проектирования, присваивается литера «Э».

Технический проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации.

Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации. Объем работ – по ГОСТ 2.120-73. Документам, разработанным на этой стадии проектирования, присваивается литера «Т».

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте назначение Единой системы конструкторской документации.
2. Что такое изделие?
3. Что такое деталь?
4. Что такое сборочная единица?
5. Что такое комплекс?
6. Что такое комплект?
7. Какие виды конструкторских документов предусмотрены ЕСКД?

2 Общие правила оформления чертежей

План

1. Форматы
2. Основная надпись
3. Масштабы
4. Линии
5. Шрифты чертежные

1 Форматы

Обозначения и размеры форматов определяются размерами внешней рамки и должны соответствовать стандарту [4] (табл. 3).

Таблица 3 - Обозначения и размеры форматов

Обозначения форматов	Размеры сторон формата, мм
A0	1189 841
A1	594 841
A2	594 420
A3	297 420
A4	297 210
A5	210 148

Все форматы за исключением A4 могут располагаться как вертикально, так и горизонтально. Формат A4 располагается *только вертикально*.

Каждый чертеж имеет внутреннюю рамку, которая ограничивает поле чертежа и наносится сплошной основной линией толщиной $S = 0,8 - 1$ мм. Поле с левой стороны формата предназначено для подшивки и брошюровки чертежей.

2 Основная надпись

Размеры и содержание основной надписи устанавливает стандарт [3]. На чертежах необходимо выполнить основную надпись, содержащую сведения об изображенном изделии и информацию о том, кем выполнен данный чертёж. Основная надпись размещается в правом нижнем углу.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи для учебных чертежей представлены на рис. 2.

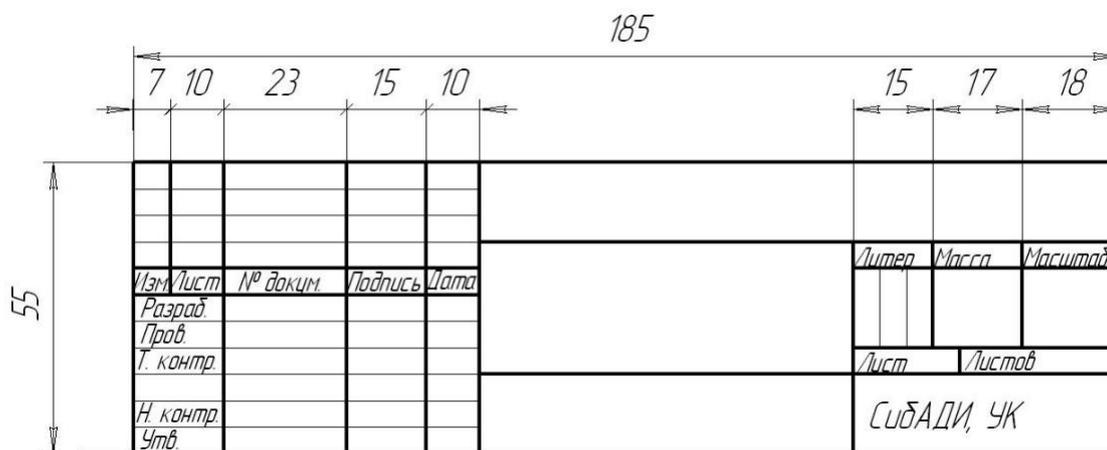


Рисунок 2 - Основная надпись

Кроме того, в основной надписи указывают:

- 1) наименование изделия или наименование изучаемой темы;
- 2) обозначение документа;
- 3) масштаб;
- 4) порядковый номер листа (графу не заполняют на документах, выполненных на одном листе);
- 5) общее количество листов документа (графу заполняют на первом листе);
- 6) литера документа;
- 7) фамилии;
- 8) подписи;
- 9) дата подписи документа;
- 10) наименование, индекс предприятия;
- 11) обозначение материала (заполняется на чертежах деталей).

Все графы, кроме подписей и дат, а также графы титульного листа заполняются карандашом стандартным. Необходимо обратить внимание на то, что на изображении основной надписи присутствуют основные и тонкие линии.

3 Масштабы

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает стандарт [5].

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к истинным линейным размерам предмета.

В зависимости от сложности изображаемого предмета его изображения на чертежах могут выполняться как в натуральную величину, так и с уменьшением или с увеличением (табл. 4).

Таблица 4 - Стандартные масштабы

Масштаб уменьшения	1 : 2	1:2,5	1 : 4	1 : 5	1:10	...
Масштаб увеличения	2 : 1	2,5:1	4 : 1	5 : 1	10:1	...

4 Линии

Начертания, толщины и основные назначения девяти типов линий, применяемых на чертежах, устанавливает стандарт [6]. В учебных чертежах наиболее часто используются шесть типов линий.

 *Сплошная толстая основная.* Толщина линии $S \approx 0,5 \dots 1,4$ мм. Назначение: изображение линий видимого контура, внутренняя рамка чертежа и др.

 *Сплошная тонкая линия.* Толщина от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий контура наложенного сечения, линий размерных и выносных, линий штриховки и др.

 *Штрихпунктирная тонкая линия.* Толщина от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий осевых и центровых и др.

 *Штриховая линия.* Толщина линии от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий невидимого контура.

 *Сплошная волнистая линия.* Толщина линии от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий обрыва, линий разграничения вида и разреза.

 *Разомкнутая линия.* Толщина линии от S до $1,5S$. Назначение: изображение положений секущих плоскостей простых и сложных разрезов и сечений.

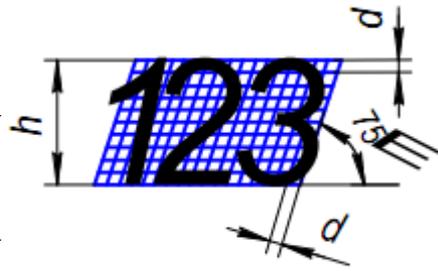
Заметим, что штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых линий, должны пересекаться между собой длинными штрихами. Штрихпунктирную линию, применяемую в качестве центральной линии окружности с диаметром менее 12 мм, рекомендуется заменять сплошной тонкой линией.

5 Шрифты чертежные

Размер шрифта определяется высотой прописных (заглавных) букв. Установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14.

Ширина буквы определяется по отношению к размеру шрифта или по отношению к толщине линии обводки d (рис. 3).

Стандарт устанавливает следующие типы шрифтов:



тип А без наклона ($d=h/14$);
 тип А с наклоном около 75° ($d=h/14$);
 тип Б без наклона ($d=h/10$);

тип Б с наклоном около 75° ($d=h/10$).

Рисунок 3 - Параметры размеров

Форма и конструкция арабских цифр шрифта типа Б с наклоном приведены на рис. 4.

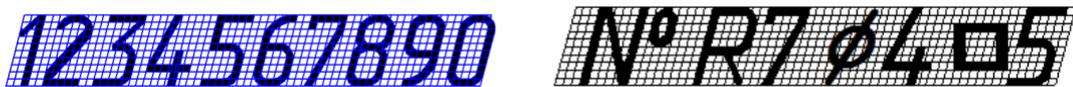


Рисунок 4 - Форма и конструкция арабских цифр и условных знаков

Форма прописных букв русского алфавита (кириллицы) шрифта типа Б с наклоном представлена на рис. 5. Ширина буквы зависит не только от размера шрифта, но и от конструкции самой буквы.



Рисунок 5 - Форма и конструкция прописных букв русского алфавита

Форма и конструкция строчных букв русского алфавита шрифта типа Б с наклоном приведены на рис. 6.



Рисунок 6 - Форма и конструкция строчных букв русского алфавита

Контрольные вопросы:

1. Размеры основной надписи?
2. Что такое масштаб
3. Виды чертежных шрифтов

3 Виды, разрезы, сечения

План

1. Виды
 - 1.1 Основные виды
 - 1.2 Местные виды
 - 1.3 Дополнительные виды
2. Разрезы
3. Сечения

1. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Различают основные, дополнительные и местные виды.

1.1 Основные виды

Основными называют виды, полученные проецированием предмета на шесть граней куба, если предмет поместить внутрь его (рис. 7).

Изображение предмета на фронтальную плоскость принимают за *главный вид* изделия. Главный вид должен давать наиболее полное представление о строении детали.

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади находятся в непосредственной проекционной связи с главным изображением (видом или разрезом, изображенным на фронтальной плоскости проекций), то они не обозначаются (рис. 8, *а*). Если проекционная связь отсутствует, то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. Над стрелкой и над полученным изображением (видом) следует нанести одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 8, *б*). Если вид выполнен в другом масштабе, рядом с буквой в скобках указывается масштаб (рис. 8, *в*).

Обозначение видов, разрезов и сечений выполняется шрифтом, более крупным, чем размерные числа.

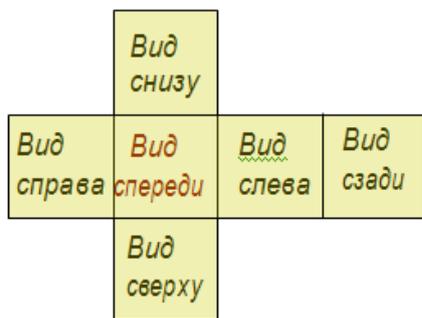


Рисунок 7 - Виды

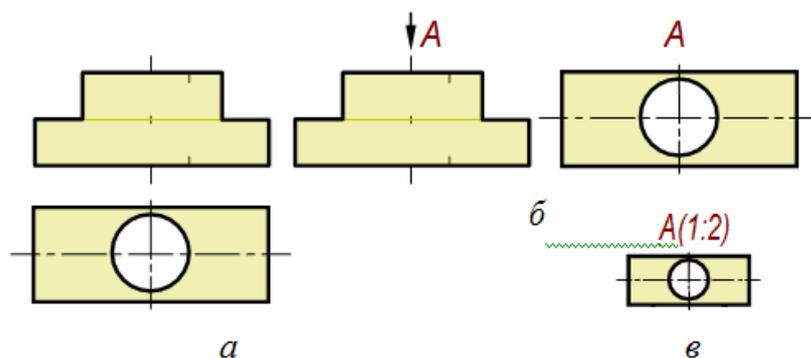


Рисунок 8 - Виды и масштаб

Минимальное количество изображений – два.

Применение условных знаков позволяет уменьшать количество изображений при вычерчивании предметов. В простейших случаях достаточно одного изображения и соответствующего условного знака. Знак (рис. 9)

■ позволяет сделать заключение, что изображен цилиндр, а знак (рис. 10) □

что изображен брусок квадратного сечения. Для уменьшения количества изображений применяют также буквы: *s*, указывающую толщину изображаемого предмета (рис. 11), и *l*, указывающую длину изображаемого предмета (рис. 12). Эти буквы помещают на полке линии-выноски. Линия-выноска оканчивается точкой, наносимой внутри контура изображения.

На чертеже сферы перед размерным числом наносится слово «Сфера» или знак ○, например: ○■25 (рис. 13). Диаметр знака сферы равен размеру размерных чисел на чертеже.

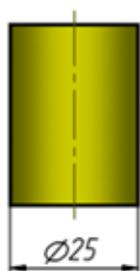


Рисунок 9

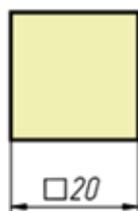


Рисунок 10



Рисунок 11

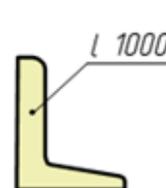


Рисунок 12

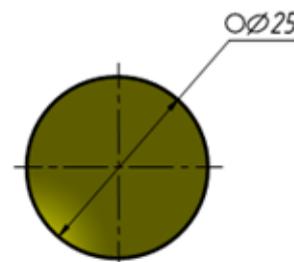


Рисунок 13

1.2 Местные виды

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета, называется *местным* видом. Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере (рис. 14), или не ограничен (вид *Б*, рис. 14). Местный вид отмечается на чертеже подобно основному виду, выполненному не в проекционной связи.

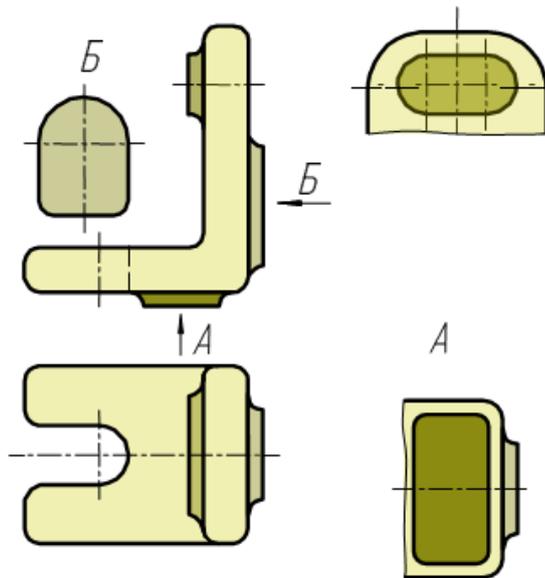


Рисунок 14 - Местный вид

Если местный вид выполнен в масштабе, отличном от масштаба остальных изображений на чертеже, то рядом с буквенным обозначением этого вида в скобках указывается его масштаб.

1.3 Дополнительные виды

Дополнительный вид – это изображение предмета (или его части) на выбранную плоскость, не параллельную ни одной из плоскостей проекций.

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на перечисленных выше видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды. В этом случае предмет проецируют на дополнительную плоскость. Когда дополнительный вид расположен в проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и обозначение вида не наносят (рис. 15, а).

Если между основным и дополнительным видами нет проекционной связи, то дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже прописной буквой русского алфавита. У связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, рис. 15, б, в).

Допускается дополнительный вид поворачивать, но сохраняя, как правило, положение, принятое для данного предмета на главном изображении. Обозначение вида при этом должно быть дополнено условным графическим обозначением «повернуто» (рис. 15, в).

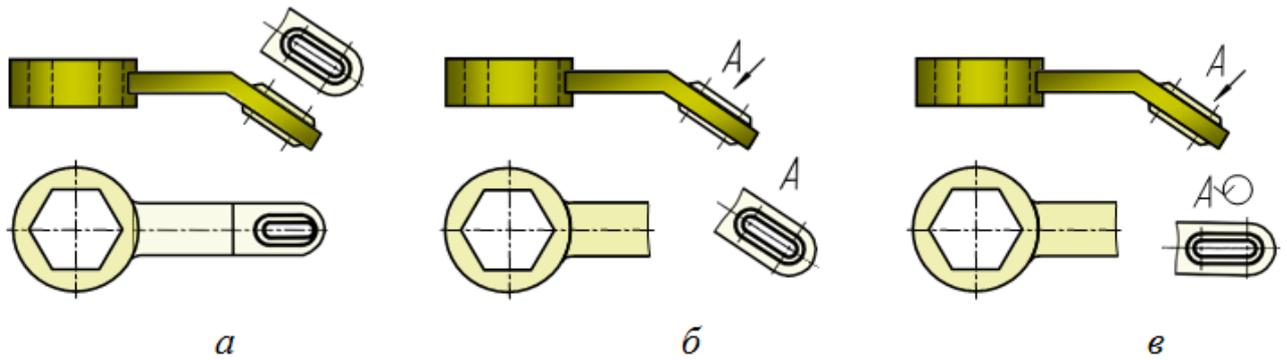


Рисунок 15 - Разрезы

На рис. 16 приведены размеры стрелки, указывающей направление взгляда (рис. 16, а) и знаков, заменяющих слова «повернуто» (рис. 16, б) и «развернуто» (рис. 16, в). Размер шрифта прописной буквы, проставленной у стрелки, должен быть больше размера размерных чисел, применяемых на чертеже, приблизительно в два раза.

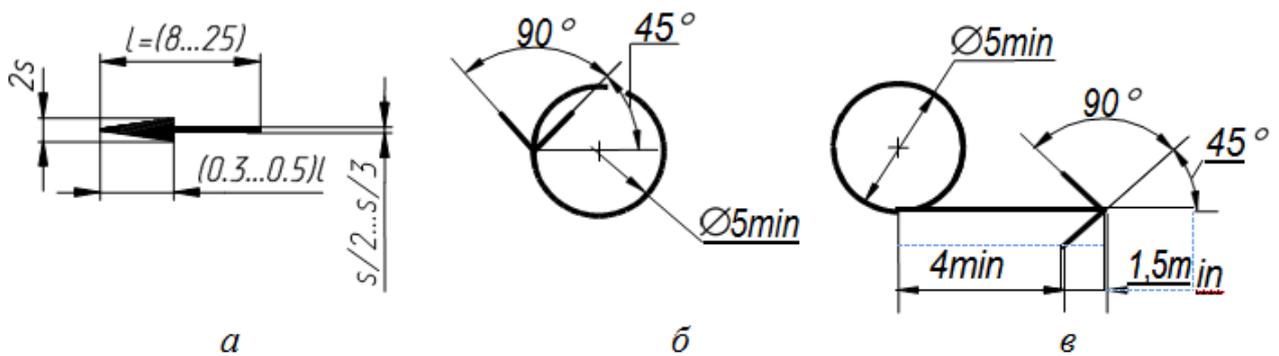


Рисунок 16 - Размеры стрелки

2. Разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 17).

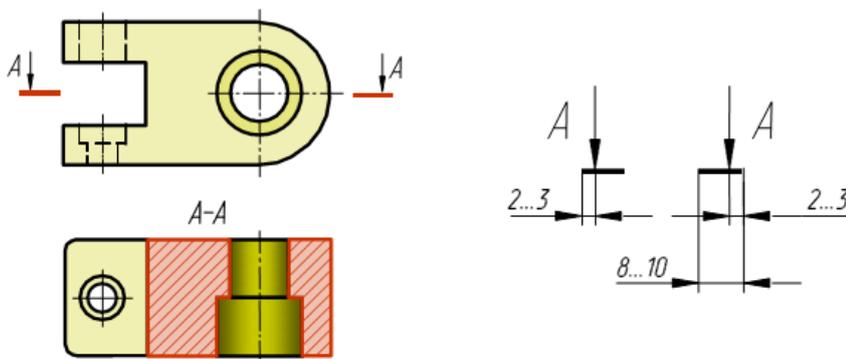


Рисунок 17 - Разрез

Разрезы можно разделить на четыре группы.

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

горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (например, разрез *A–A*, рис. 17);

вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;

наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

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

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на *простые* – разрезы, выполненные одной секущей плоскостью (рис. 17);

сложные – выполненные несколькими секущими плоскостями.

Сложные разрезы бывают *ступенчатыми*, если секущие плоскости параллельны и *ломаными*, если секущие плоскости пересекаются.

■ Разрезы называются *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета, и *поперечными*, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета.

■ В зависимости от полноты изображения разрез называется *полным* или *местным* (частичным).

Простые разрезы

Простые разрезы выполняются одной секущей плоскостью. Если простой разрез выполнен по оси симметрии детали и расположен в проекционной связи с другими изображениями, он не обозначается.

В противном случае положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (рис. 18). Для линии сечения применяется разомкнутая линия толщиной $(1 \div 1,5)s$. 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 наносятся на расстоянии 2 – 3 мм от конца штриха. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением (рис. 19).

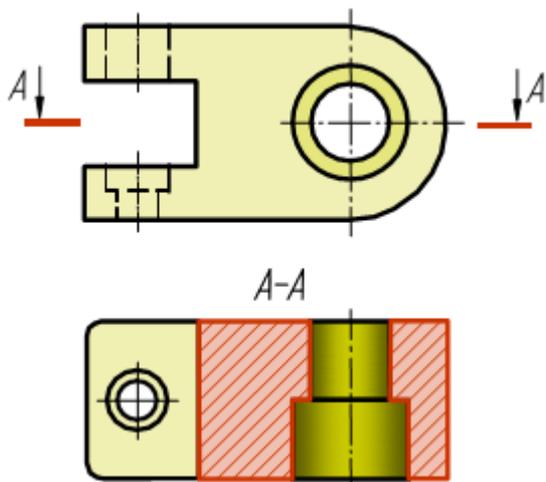


Рисунок - 18

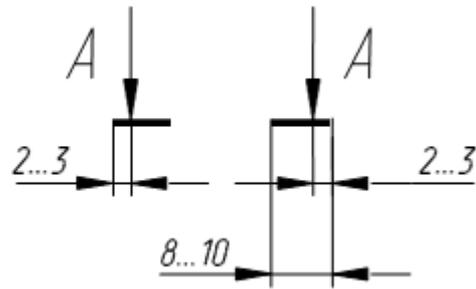


Рисунок - 19

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

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезy, как правило, располагают на месте соответствующих основных видов.

Сложные разрезy

При выполнении сложных разрезy применяются две и более секущие плоскости.

При выполнении ступенчатых разрезy секущие плоскости располагаются параллельно (рис. 20), ломаных – под углом (рис. 21).

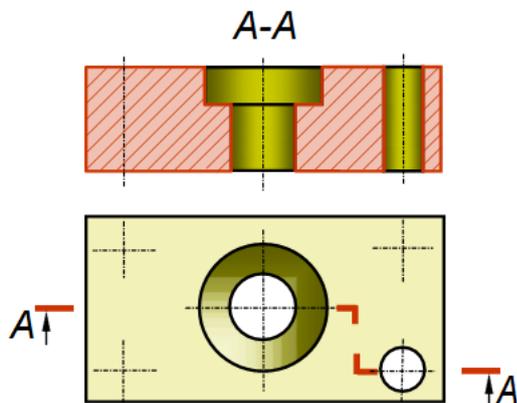


Рисунок 20

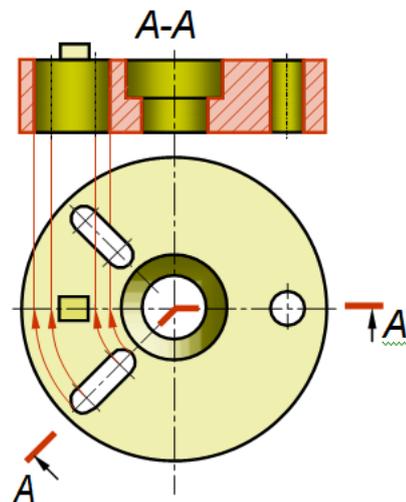


Рисунок 21

При выполнении сложных разрезy переход от одной секущей плоскости к другой на разрезе условно не показывается.

При выполнении ломаных разрезy секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость. При повороте секущей плоскости элементы детали, расположенные за ней, изображаются так, как они

проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение.

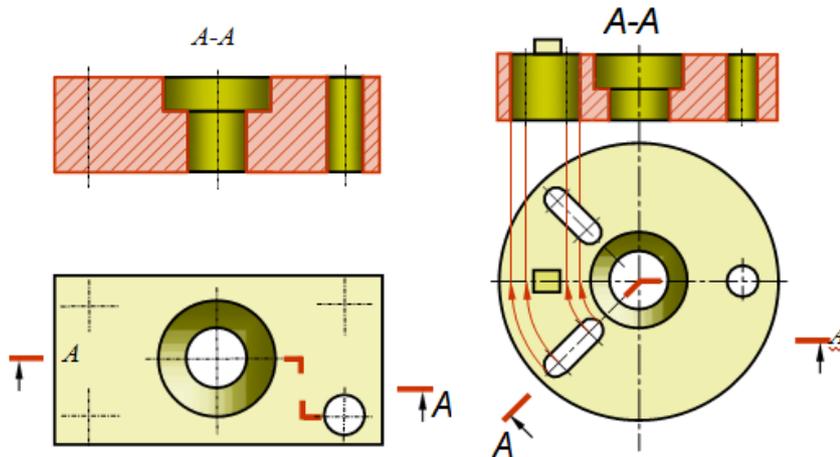


Рисунок 22

Рисунок 23

Местные разрезы

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 (рис. 24, 25). Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

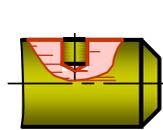


Рисунок 24

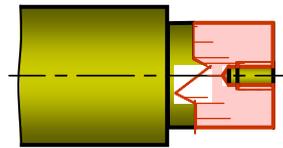


Рисунок 25

3. 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 *вынесенные* (рис. 26, 27) и *наложенные* (рис. 28).

Лучше использовать вынесенные сечения. Их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рис. 27).

Сечения симметричные



Рисунок 26

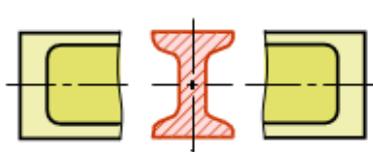


Рисунок 27

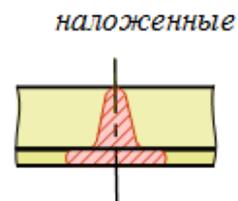


Рисунок 28

В случае некруглого отверстия и если при выполнении сечения изображение распадается на отдельные самостоятельные части, то вместо сечения нужно применять разрезы (рис.32)

2. Выносные элементы

Выносной элемент — дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и т.п., обозначая выносной элемент прописной буквой русского алфавита на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен (рис. 33).

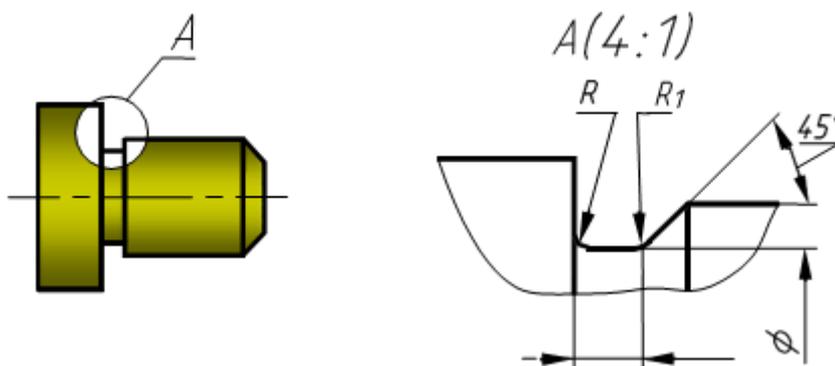


Рисунок 33

Условности и упрощения

Если деталь симметричная, то при выполнении разреза рекомендуется совмещать половину вида с половиной разреза (рис. 34). Границей вида и разреза является осевая линия. При этом разрез выполняется справа или снизу от оси симметрии. Тонкие стенки (ребра жесткости), спицы маховиков, зубья зубчатых колес, шлицы шлицевых валов при продольном разрезе показывают незаштрихованными.

Такие детали, как болты, винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т. п. при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарики всегда показывают нерассеченными

Если с осью симметрии изображения совпадает какая-либо линия, например, проекция ребра, то вид от разреза отделяют сплошной волнистой линией (рис. 34). Линию проводят правее (если ребро изображается на виде, рис. 34, а) или левее (если ребро изображается на разрезе, рис. 34, б) оси симметрии.

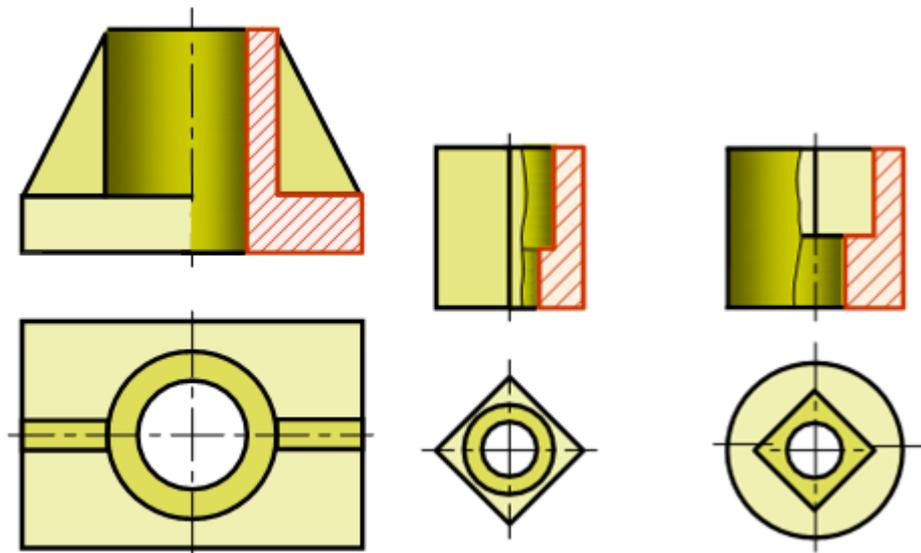


Рисунок 33

а б
Рисунок 34

Если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения (рис. 35, 36) или немного более половины изображения с проведением в последнем случае линии обрыва.

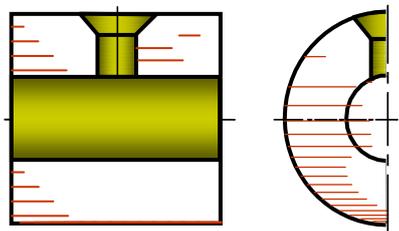


Рисунок 35

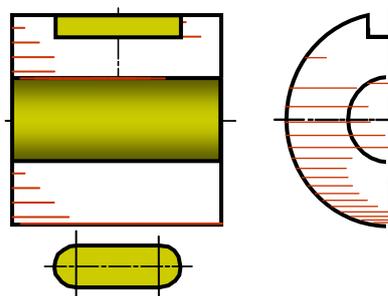


Рисунок 36

Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали давать лишь контур паза (рис. 36) или отверстия (рис. 37).

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один-два таких элемента (например, зуба или отверстия), а остальные элементы показывают упрощенно или условно (рис. 38).

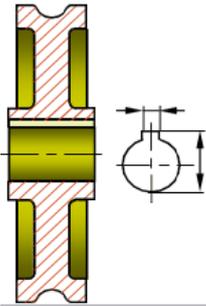


Рисунок 37

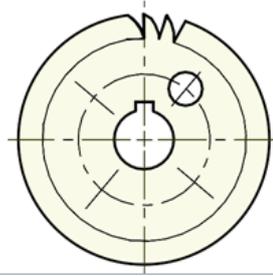


Рисунок 38

Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается (рис. 39).

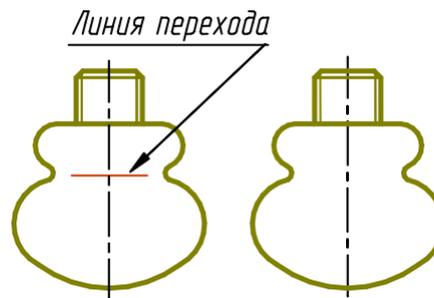


Рисунок 39

Контрольные вопросы:

1. Какие есть виды разрезов?
2. Что такое виды?
3. Что такое разрез?
4. Что такое местный разрез?
5. Чем отличаются разрезы и сечения?

4 Резьба. Соединения разъёмные и неразъёмные

План

1. Основные сведения о соединениях и их классификация
 - 1.1 Резьбовые соединения
 - 1.2 Зубчатые, шлицевые соединения деталей
 - 1.3 Сварные соединения деталей
2. Изображение резьбы

1. Основные сведения о соединениях и их классификация

Соединение - совокупность сборочных операций по соединению деталей различными способами (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.).

Классификация видов соединения деталей. По конструкции и условиям эксплуатации соединения деталей могут быть разделены на *подвижные*

и неподвижные.

Соединение неподвижное -соединение деталей, обеспечивающее неизменность их взаимного положения при работе. Например, сварные, соединения с помощью крепежных изделий и др.

Соединение подвижное -соединение, при котором детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии. Например, зубчатое соединение.

В зависимости от возможности демонтажа соединения подразделяются на *разъемные* и *неразъемные*.

Соединение разъемное -соединение, которое можно многократно разъединять и соединять, не деформируя при этом ни соединяемые, ни крепежные детали. Например, резьбовое, соединение болтом, винтом, клиновое, шпоночное, зубчатое, и др.

Соединение неразъемное -соединение, которое нельзя разъединить без нарушения формы деталей или их соединяющего элемента. Например, соединение сварное, паяное, заклепочное и др.

1.1 Резьбовые соединения

Резьбовое соединение -соединение деталей при помощи резьбы.

Резьба -чередующиеся выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные по винтовой линии; применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов, аппаратов, сооружений (рис 40).



Рисунок 40 – Резьба

Основные параметры резьбы.

Виток резьбы - часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси вращения (рис. 41).

Наружный диаметр резьбы (d) -диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или вписанного во впадины внутренней резьбы (рис. 42).

Номинальный диаметр резьбы - диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.



Рисунок 41 - Виток резьбы

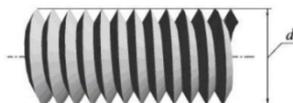


Рисунок 42 - Наружный диаметр резьбы

Внутренний диаметр резьбы (d_i) - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или описанной вокруг вершин внутренней резьбы (рис. 43).

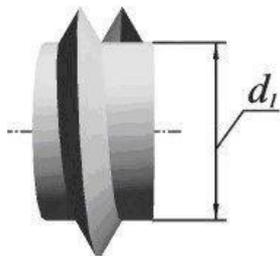


Рисунок 43 - Внутренний диаметр резьбы

Профиль резьбы - плоская фигура, получаемая в плоскости, проходящей через ось резьбы.

Высота профиля (H) - радиально измеренная высота основного расчетного теоретического профиля (высота исходного треугольного профиля), общего для резьбы на стержне и в отверстии.

Угол профиля - угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевой плоскости резьбы (рис.44).

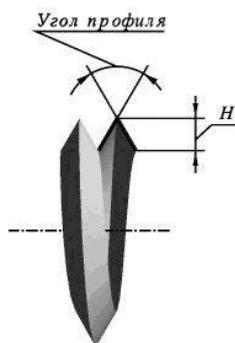


Рисунок 44 - Профиль резьбы

Шаг резьбы (P) - расстояние между соседними одноименными точками профиля в направлении, параллельном оси резьбы той же винтовой поверхности (рис. 45).

Ход резьбы (Ph) - расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между исходной средней точкой на боковой стороне резьбы и средней точкой, полученной при перемещении исходной по винтовой линии на угол 360° , в однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной - произведению шага на число заходов $n:Ph = nP$ (рис. 45).

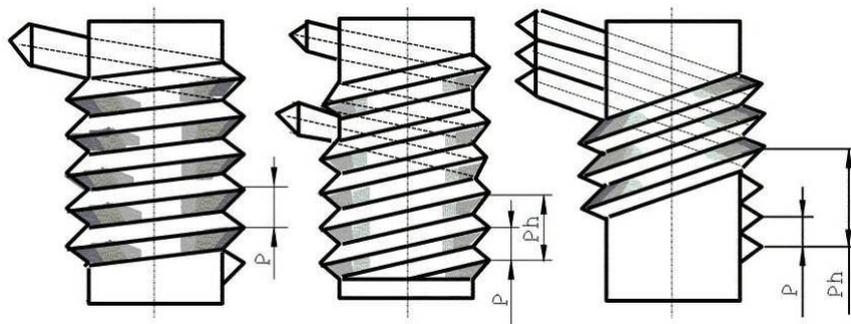


Рисунок 45 - Основные параметры резьбы

Рабочая высота профиля (h) -наибольшая высота соприкосновения сторон профиля резьбовой пары, измеренная радиально (рис.46).

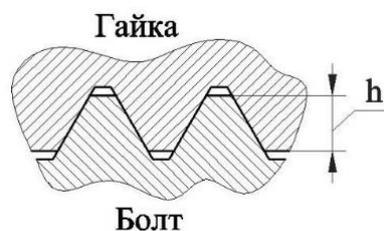


Рисунок 46 - Рабочая высота профиля

Длина свинчивания (L) -длина участка взаимного перекрытия наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

1.2 Зубчатые, шлицевые соединения деталей

Зубчатое, шлицевое соединение осуществляется посредством выступов (зубьев на валу) и соответствующих впадин (шлицев) в отверстии детали.

В зависимости от профиля зубьев различают зубчатые соединения:

прямобочное(наиболее распространённое), *эвольвентное*, *мелкозубое* *треугольное* (рис. 47).



Рисунок 47 - Профили зубьев

На рис. 48 представлено изображение и условное обозначение прямобочного шлицевого соединения с центрированием по наружному диаметру (D), число зубьев – 6, внутренний диаметр -28, размер наружного диаметра и полей допусков – $34H7/js6$, для втулки – $H7$, для вала - $js6$, ширина зуба и поля допусков – $7P8/js7$, для втулки – $P8$, для вала - $js7$.

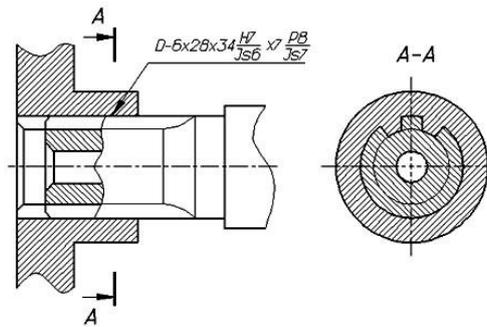


Рисунок 48- Шлицевое соединение

1.3 Сварные соединения деталей

Сварные соединения деталей являются наиболее совершенными неразъемными соединениями. Прочность сварных соединений при статических ударных нагрузках доведена до прочности деталей из целого металла. Освоена сварка всех конструкционных сталей, включая высоколегированные, цветных сплавов и пластмасс.

Сварочная сборная единица представляет собой неразъемное соединение двух или нескольких деталей, выполненное с помощью сварки.

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (ГОСТ2601-84).

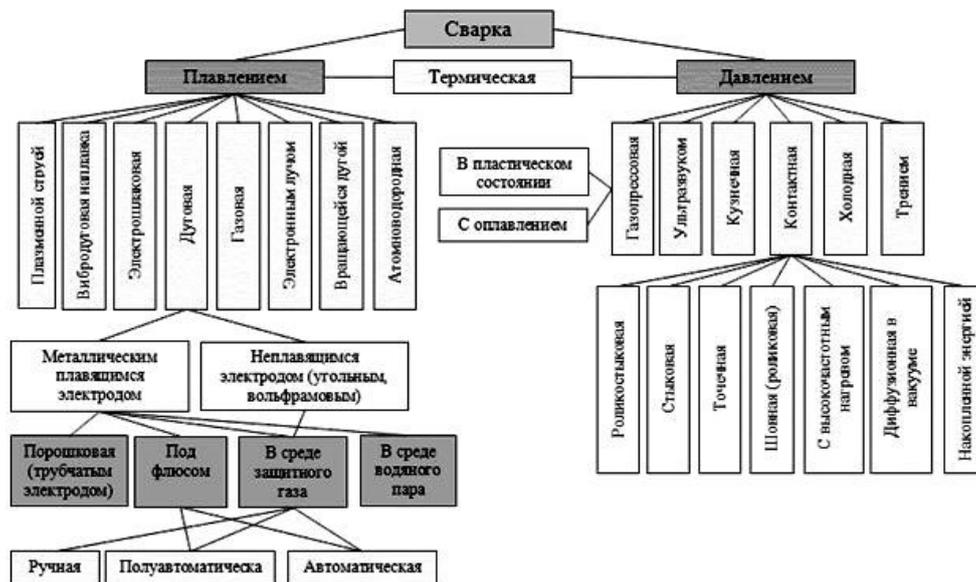


Рисунок 49 - Классификация методов сварки

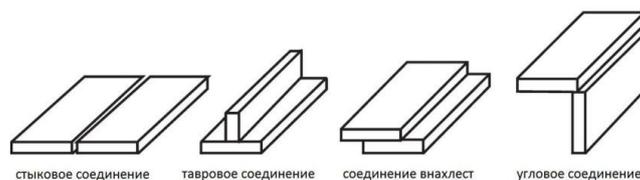


Рисунок 50 - Типы сварных соединений

Условное изображение швов сварных соединений. Сварной шов - участок сварного соединения, непосредственно связывающий свариваемые элементы. При сварке плавлением шов образуется в результате кристаллизации сварочной ванны, при сварке давлением - в результате диффузии.

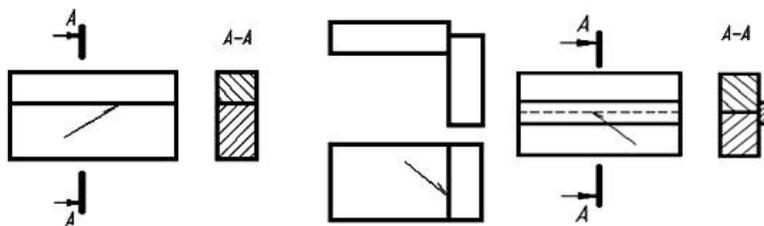


Рисунок 51- Пример изображение сварных швов

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

видимый - сплошной основной линией; *невидимый* - штриховой линией.

На рис. 52 представлено графическое изображение сварных швов.



Рисунок 52 - Обозначение сварных точек

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком "+", который выполняют сплошными линиями. Невидимые одиночные точки не изображают (рис.52).

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва (рис. 51, 52).

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображаются с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 53).



Рисунок 53 - Пример изображения нестандартного сварного шва

2 Изображение резьбы

ГОСТ 2.311-68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах.

Резьбу на стержне изображают 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.54).

Расстояние между тонкой линией и сплошной основной принимают в пределах не менее $0,8mm$ и не больше шага резьбы P .

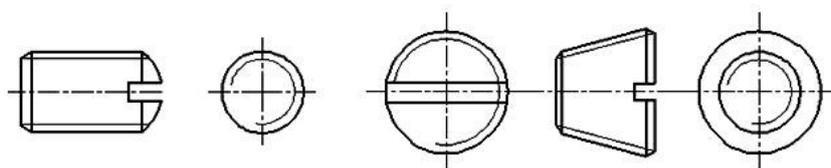


Рисунок 54 - Изображение резьбы на стержне

Резьбу в отверстиях (рис. 55) изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру.

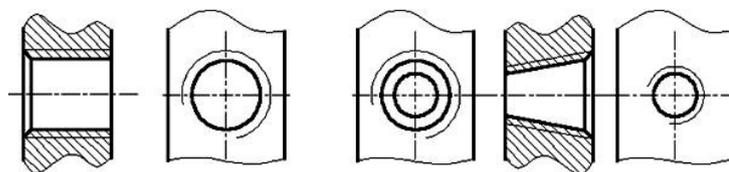


Рисунок 55 - Изображение резьбы в отверстии

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте.

Резьбу, показываемую как невидимую (рис. 56), изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

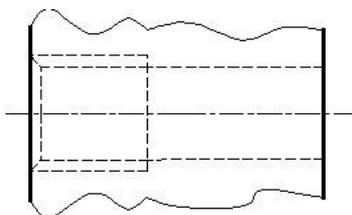


Рисунок 56 - Изображение невидимой резьбы

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбег). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображены как не-видимая (рис. 56, 57).

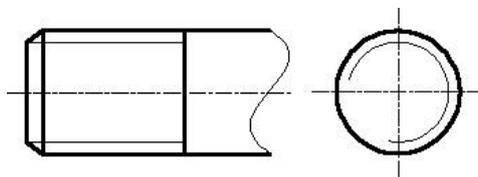


Рисунок 57 - Изображение границы резьбы

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 58).

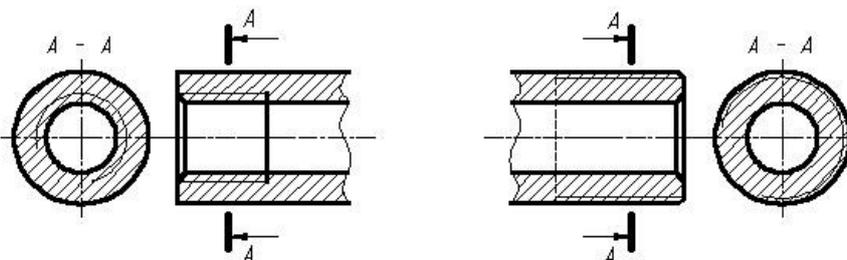


Рисунок 58 - Изображение резьбы в разрезе

Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рис. 59.

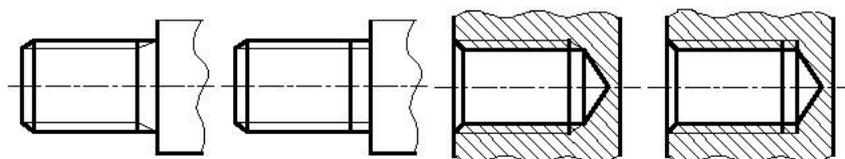


Рисунок 59 - Изображение недореза резьбы

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунках, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы (рис. 60).

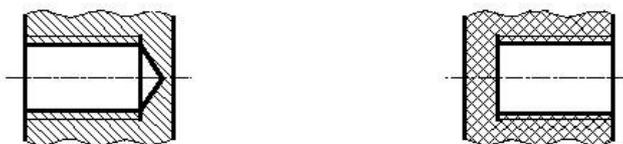


Рисунок 60 - Упрощение в изображении резьбы

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 61). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

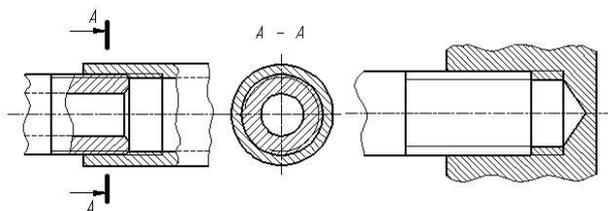


Рисунок 61 - Разрез резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения в изображениях на плоскости параллельной к его оси, в отверстии показывается только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 62).

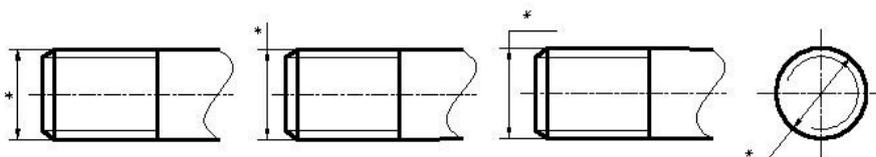


Рисунок 62 - Обозначение наружной резьбы

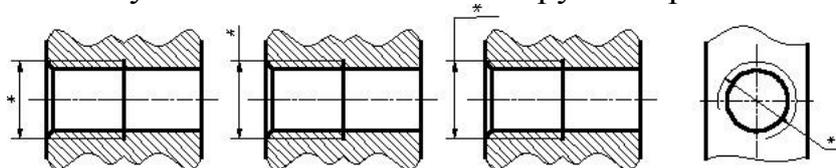


Рисунок 63 - Обозначение внутренней резьбы

Обозначение резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рис. 62 и 63 .

5 Сварные соединения

План:

- 1 Общие сведения сварных соединений
- 2 Классификация сварных швов
- 3 Виды сварных соединений
- 4 Изображения швов сварных соединений
- 5 Условные обозначения швов сварных соединений

1 Общие сведения сварных соединений

Сварные соединения образуются путём местного нагрева деталей в зоне сварки. Наибольшее распространение получили электрические виды, основными из которых являются дуговая и контактная сварка.

Сварные соединения являются наиболее распространёнными из неразъёмных соединений. Металл соединяемых сваркой деталей – **основной**; металл, предназначенный для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному, называется **присадочным**; переплавленный присадочный металл, введённый в сварочную ванну, называется **наплавленным**.

Участок соединения, образовавшийся в результате кристаллизации металлической сварочной ванны, называется **сварным швом**.

Достоинства сварного соединения:

- невысокая стоимость соединения, благодаря малой трудоёмкости и простоте сварного шва;
- сравнительно небольшая масса;
- сечение детали не ослабляется отверстием;
- герметичность автоматизации процесса сварки.

Недостатки сварного соединения:

- появление коробления, остаточных напряжений после сварки;
- недостаточная надёжность при вибрационных ударных нагрузках.
- трудность контроля качества;
- квалификация рабочего.

2 Классификация сварных швов

1. По внешнему виду:

- вогнутые (они же ослабленные);
- выпуклые (они же усиленные);
- нормальные (они же плоские).

2. По типу исполнения встречаются:

- односторонние (рис. 64,а);
- двусторонние. (рис. 64,б).

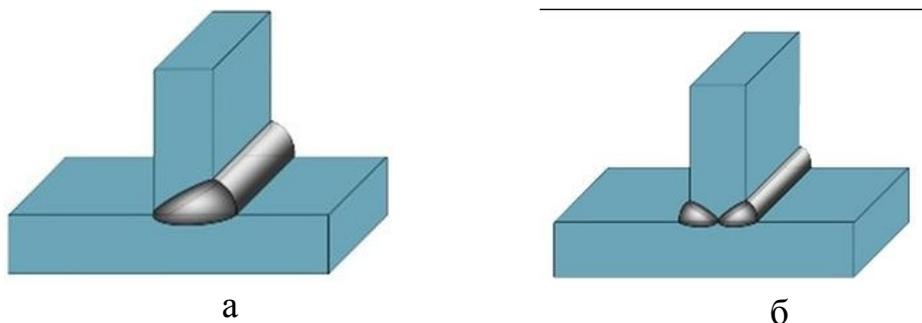


Рисунок 64 – Образец выполнения сварных швов по типу выполнения.

3. По количеству проходов:

- многопроходные;
- однопроходные.

4. По количеству слоев:

- многослойные (при сварке толстых металлов);
- односторонние.

5. По протяженности:

- точечные швы (их создают при помощи контактной сварки);
- двусторонние шахматные (рис. 65,а);
- двусторонние цепные (рис. 65,б);
- односторонние прерывистые;
- односторонние непрерывные (рис. 64,а).

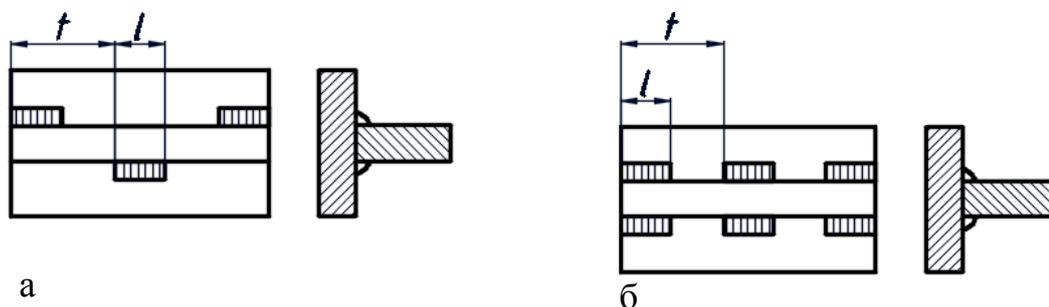


Рисунок 65 – Образец выполнения сварных швов по протяженности.

6. Типы сварных швов по направлению усилия воздействия:

- лобовой (поперечный) – усилие осуществляется перпендикулярно;
- фланговый (продольный) – усилие проводится параллельно шву;
- косой – усилие осуществляется под углом;
- комбинированный — сочетает в себе фланговую и лобовую разновидность.

7. Виды сварочных швов и соединений по пространственному положению:

- нижний;
- горизонтальный;
- вертикальный;
- потолочный;
- полугоризонтальный;
- полувертикальный;
- полупотолочный;
- в лодочку.

8. По своим функциям и назначению категории сварочных швов:

- герметичные;
- прочные;
- прочно-плотные.

9. По ширине:

- уширенные – делаются при помощи поперечных колебательных

движений электрода;

• ниточные – ширина шва которых практически не превышает величину диаметра сварочного электрода.

3 Виды сварных соединений

В зависимости от характера сопряжения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

- стыковые соединения;
- угловые соединения;
- тавровые соединения;
- нахлесточные соединения;
- торцовые соединения.

Стыковым соединением (С) называется сварное соединение двух деталей, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями и размещенных на одной поверхности или в одной плоскости (рис.66,а).

Угловым соединением (У) называется сварное соединение двух деталей, размещенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев (рис.66,б).

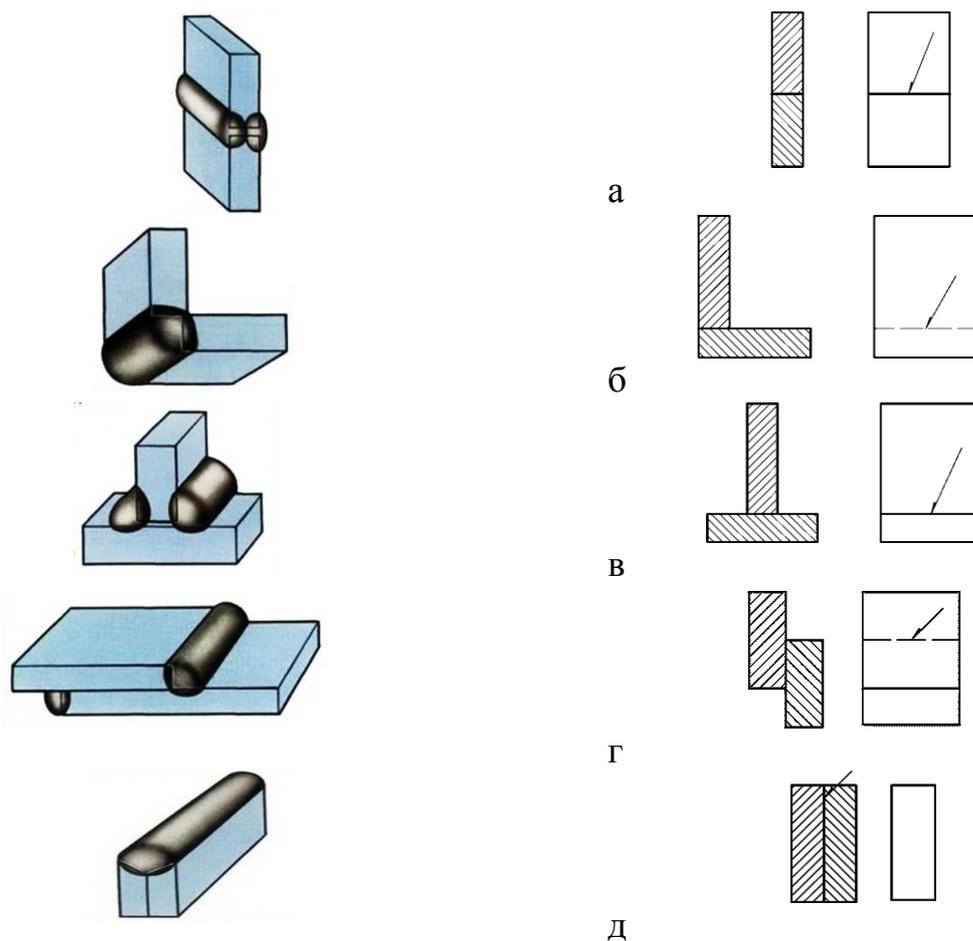


Рисунок 66– Виды сварных соединений: а-стыковое; б- угловое; в- тавровое; г- нахлесточное; д- торцовое.

Тавровым соединением (Т) называется сварное соединение, в котором торец одной детали примыкает под углом и присоединен к боковой поверхности другой детали (рис.66,в).

Нахлесточным соединением (Н) называется сварное соединение параллельно размещенных и частично перекрывающихся деталей(рис.66,г).

Торцовым соединением называется такое сварное соединение, в котором боковые поверхности деталей примыкают друг к другу(рис.66,д).

4 Изображения швов сварных соединений

Условные обозначения и изображения швов сварных соединений на чертежах устанавливает ГОСТ 2.312-72.

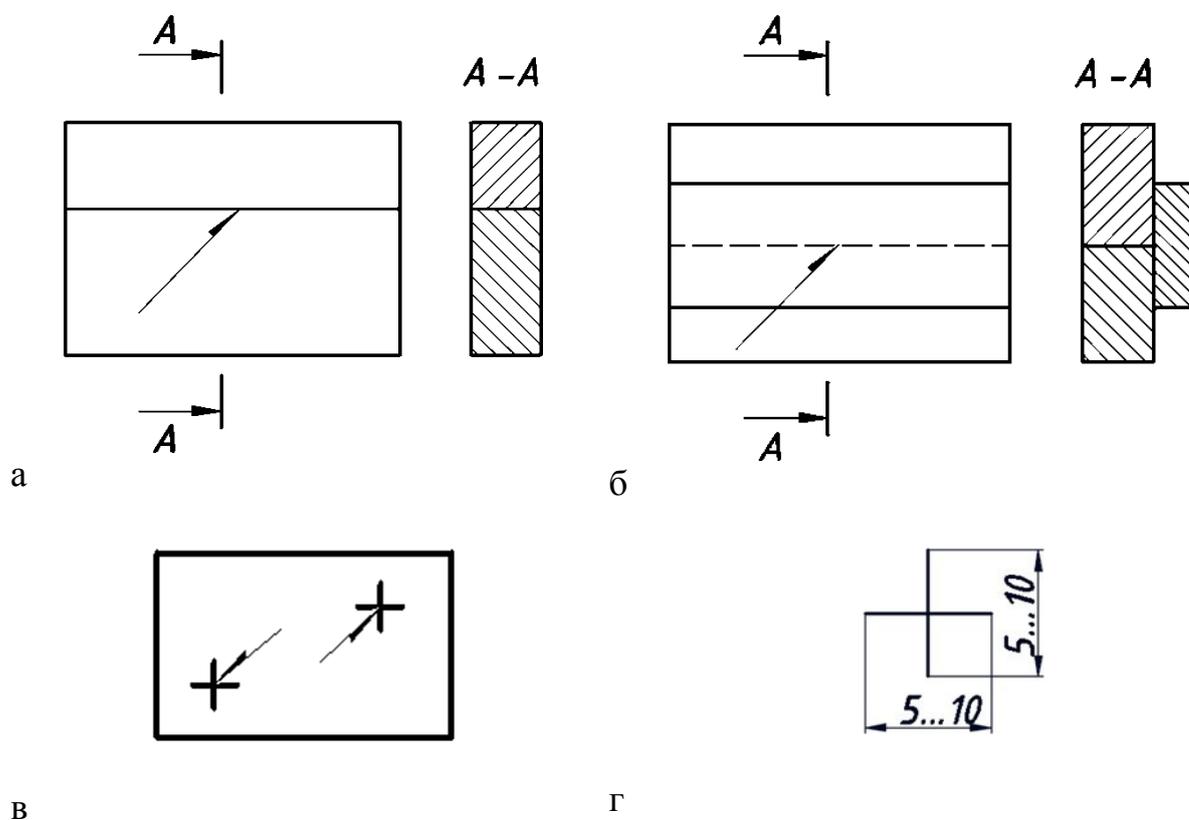


Рисунок 67 – Образец изображения швов сварных соединений.

Независимо от способа сварки швы сварных соединений изображают: видимые - сплошной основной линией (рис.67,а); невидимые – штриховой линией (рис.67,б).

Видимую сварную точку независимо от способа сварки условно изображают знаком «+» (рис.67, г), который выполняют сплошными линиями (рис.67,д). Невидимые одиночные точки не изображают.

5 Условные обозначения швов сварных соединений

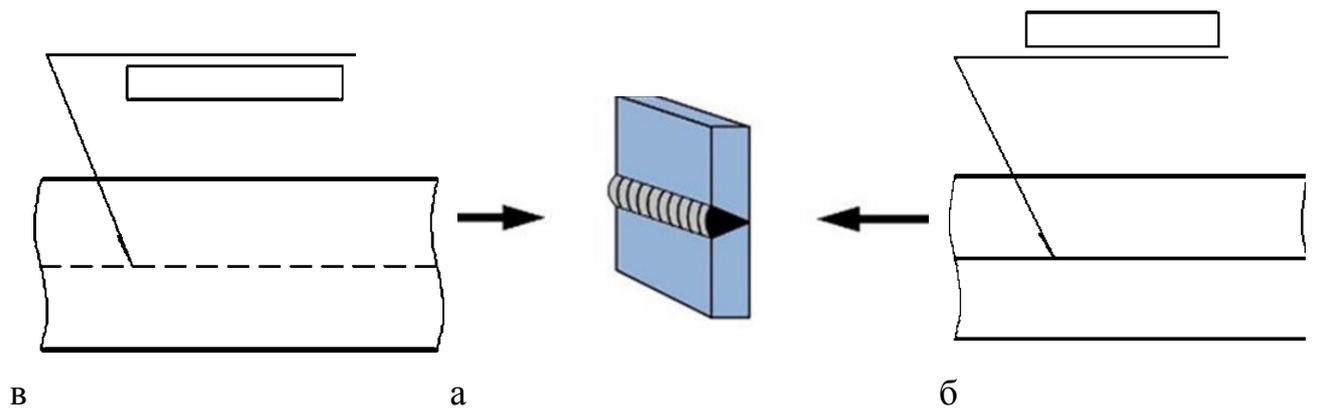


Рисунок 68– Образец схемы нанесения условного обозначения сварного шва

Условное обозначение шва наносят:

- над полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис.68,б);
- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис.68,в).

Условное обозначение сварного шва выполняют по ГОСТ 2.312-80. Для указания места расположения шва применяют линию-выноску с односторонней стрелкой, которая вычерчивается сплошной тонкой линией толщиной $S/2 - S/3$ (рис.69). Надпись выполняется шрифтом на номер больше, чем шрифт размерных чисел на этом же чертеже.

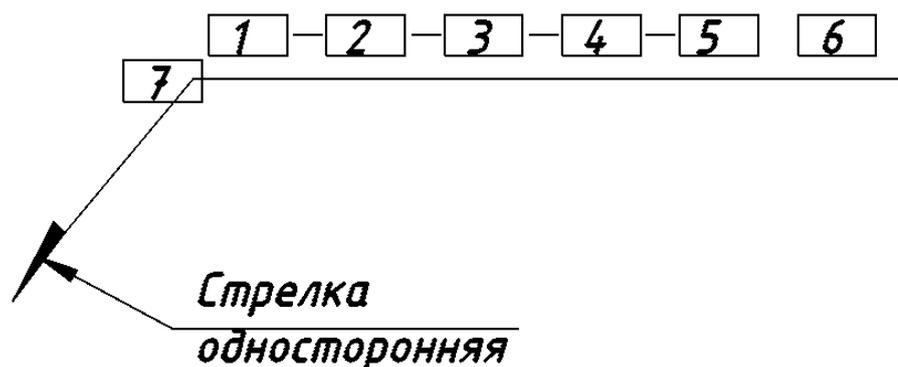


Рисунок 69 – Образец выполнения условного обозначения сварного шва

Структура обозначения сварных швов:

- 1 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов;
- 2 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту;
- 3 – условное обозначение способа сварки согласно стандарту



(допускается не указывать);

4 – знак  и размер катета шва;

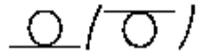
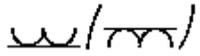
5 – параметры для прерывистых швов (табл.1);

6,7 – вспомогательные знаки (табл.4).

Пример условного обозначения шва нахлесточного соединения без скоса кромок, двустороннего, прерывистого с цепным расположением, выполняемого ручной дуговой сваркой по замкнутой линии (длина провариваемого участка – 100 мм, шаг – 200 мм; шов по незамкнутой линии) приведен на рисунке 70.

Пример условного обозначения одиночной сварной точки нахлесточного соединения, выполняемого контактной точечной сваркой приведен на рисунке 71. Расчетный диаметр точки 5 мм.

Таблица 4 - Условные обозначения типа сварного шва

№ знака	Знак*	Значение знака
1		Монтажный шов по замкнутому контуру
2		Шов по незамкнутому контуру если расположение шва ясно из чертежа
3		Шов выполнить при монтаже изделия
4		Катет шва
5	/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины участка l и шага t
6	Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением провариваемых участков с указанием длины участка l и шага t
7		Усиление (выпуклость) шва снять
8		Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу

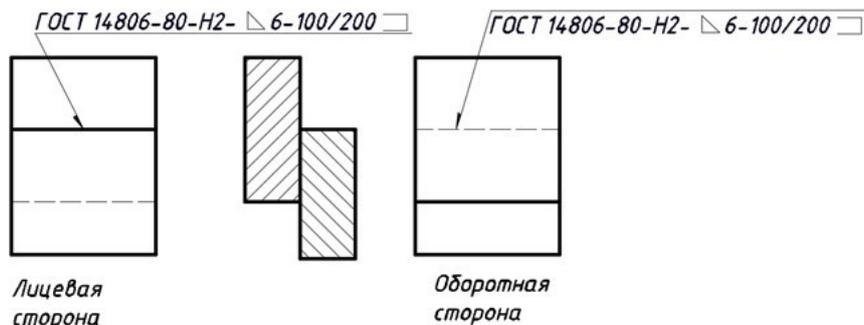


Рисунок 70 – Образец условного обозначения сварного шва.

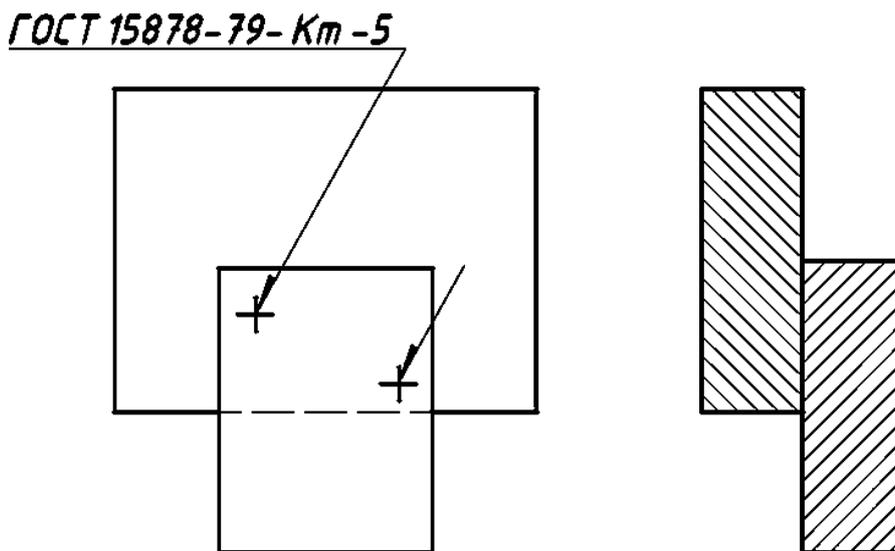


Рисунок 71– Образец условного обозначения одиночной сварной точки

Упрощения обозначений швов сварных соединений

1. При наличии одинаковых сварных швов обозначение наносят у одного изображения, а у остальных проводят линии-выноски с полками для указания номера шва (рис. 72, а, б) или без полочек, если все швы одинаковые (рис. 72, в).

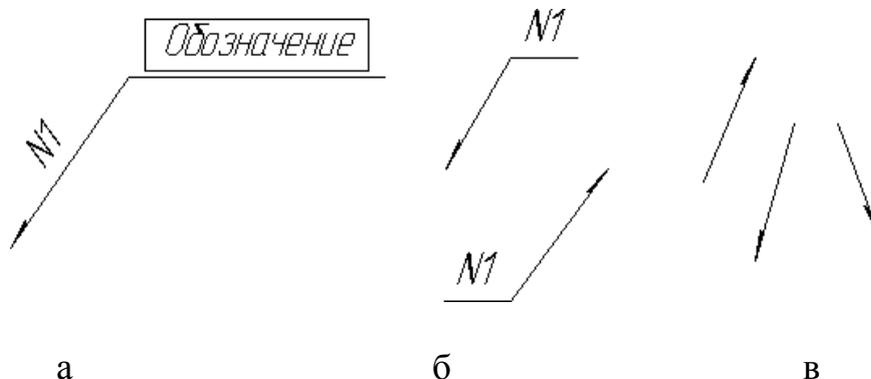


Рисунок 72– Образец выполнения упрощений обозначений швов сварных соединений.

2. Если все сварные швы, изображенные на чертеже изделия, хотя и разных типов, но выполнены по одному и тому же стандарту, например, ГОСТ 5264-80, то его обозначение на полке не указывают, а дают ссылку в технических требованиях (запись по типу: «Сварные швы... по ГОСТ..»).

Контрольные вопросы

1. Какие соединения относятся к неразъемным? Приведите примеры.
2. Перечислите способы получения неразъемных соединений.
3. Как изображаются видимые сварные швы по ГОСТ 2.312-80?
4. Как изображаются невидимые сварные швы по ГОСТ 2.312-80?
5. В чем отличие изображения видимых и невидимых сварных швов?
6. Какие упрощения допускаются при обозначении швов сварных соединений?
7. Рассказать о структуре условного обозначения стандартного сварного шва.
8. По каким признакам классифицируются сварные швы?
9. Как определить размер катета сварного шва?
10. Какие вспомогательные знаки обозначения сварных швов вы знаете?
11. Какие формы подготовленных кромок сварных швов вы знаете?
12. Расшифруйте буквенно-цифровые обозначения швов: С1, У5, Т3, Н2.
13. Где на чертеже наносят обозначение сварного шва?
14. Как обозначается на чертеже клеевое соединение?
15. Как обозначается на чертеже паяное соединение?
16. Какие условные графические знаки используют на чертежах конструкций, выполненных с помощью пайки или склеивания?
17. Чем отличаются линии-выноски для обозначения сварных, паяных и клееных швов?

6 Разъемные соединения. Шпоночные, шлицевые соединения

План

1. Подвижные соединения
2. Шпоночные соединения
 - 2.1 Соединение призматической шпонкой (ГОСТ 23360-78)
 - 2.2 Изображение шпоночных соединений и нанесение размеров на чертежах соединений.
 - 2.3 Соединение сегментной шпонкой (ГОСТ 24071-97)
 - 2.4 Клиновые шпонки – ГОСТ 24068-80
3. Зубчатые (шлицевые) соединения
 - 3.1 Условное изображение шлиц по ГОСТу 2.409-74
 - 3.2 Зубчатые соединения прямоугольного профиля (ГОСТу 1139-80)

1. Подвижные соединения

Подвижные соединения - соединения, в которых детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии. Основным элементом в подвижных соединениях являются шпонки или шлицы.

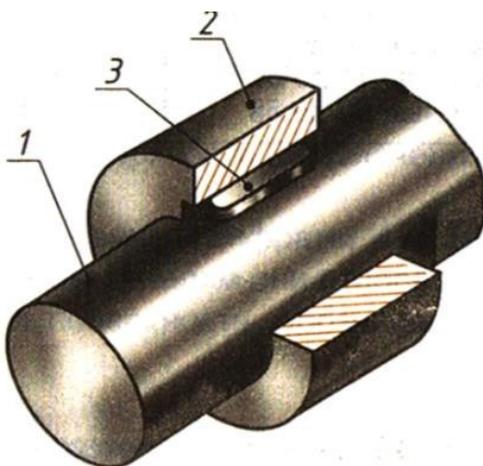
Шпоночные и шлицевые соединения применяются при соединении деталей совместного вращения. Чаще всего это валы и зубчатые колеса, валы и шкивы, валы и муфты, а также валы и всевозможные рукоятки, толкатели и т.п. Шлицевое соединение обеспечивает передачу значительно большего момента, чем шпоночное и применяется в более нагруженных узлах.

Шлицевое соединение представляет собой глухое или **подвижное соединение деталей**, осуществленное с продольными выступами-шлицами, входящими в соответствующие выемки сопрягаемой детали.

Шпонки применяются для устранения проворачивания на валах шкивов, шестерен, муфт, рычагов и т.п.

2 Шпоночные соединения

Шпоночные соединения состоят из вала, шпонки и ступицы колеса (шкива, звездочки, маховика и т.д.), как показано на рисунке 73.



- 1- вал;
- 2- втулка;
- 3- шпонка

Рисунок 73 –Образец шпоночного соединения

Достоинства:

- простота конструкции;
- дешевизна и сравнительная легкость монтажа и демонтажа.

Недостатки:

- шпоночные пазы ослабляют вал и ступицу насаживаемой на вал детали (из-за этого приходится увеличивать толщину ступицы и диаметр вала);
- шпоночные соединения нарушают центрирование колеса на валу;
- шпоночное соединение трудоемко в изготовлении;
- трудность обеспечения их взаимозаменяемости. Шпоночные соединения можно разделить на две группы:

ненапряженные соединения с призматическими и сегментными шпонками;

напряженные – соединения клиновыми и тангенсальными шпонками.

В напряженных соединениях клином, вводимым между валом и ступицей, создаются значительные нормальные силы. Эти силы обеспечивают достаточно трение для передачи вращающего момента.

Наибольшее распространение получили ненапряженные соединения.

Шпонка – деталь, соединяющая вал и ступицу. Она служит для передачи вращающего момента от вала к ступице или наоборот.

Шпонки стандартизованы:

- призматические шпонки – ГОСТ 23360-78
- сегментные шпонки – ГОСТ 24071-97
- клиновые шпонки – ГОСТ 24068-80
- тангенциальные клиновые шпонки – ГОСТ 24069-97, 24070-80

2.1 Соединение призматической шпонкой (ГОСТ 23360-78)

Призматические шпонки применяют для неподвижных и подвижных соединений. В случаях, когда ступица должна перемещаться вдоль вала, устанавливают направляющие или скользящие призматические шпонки.

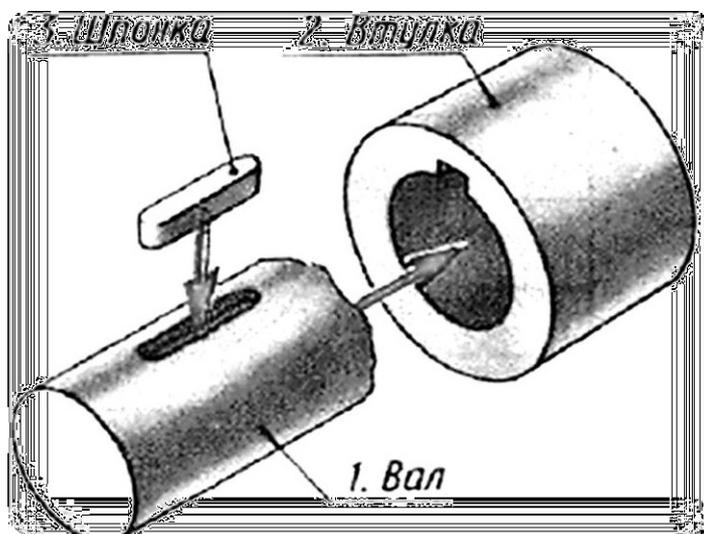


Рисунок 74—Образец соединения призматической шпонкой

В специальную канавку-паз на валу закладывается шпонка. На вал насаживают колесо так, чтобы паз ступицы колеса попал на выступающую часть шпонки (рис.74).

Рабочими являются боковые, более узкие грани шпонок высотой h .

Размеры сечения шпонки и глубины пазов принимают в зависимости от диаметра d вала, а длину шпонок — в зависимости от передаваемых усилий.

По форме торцов шпонки бывают трех исполнений (рис. 75).



Рисунок 75—Образец призматических шпонок: а) исполнение 1; б) исполнение 2; в) исполнение 3.

2.2 Изображение шпоночных соединений и нанесение размеров на чертежах соединений.

Чертежи шпоночных соединений выполняются по общим правилам. Шпоночное соединение показывают во фронтальном разрезе осевой плоскостью. Шпонку при этом изображают неразрезанной, на валу выполняют местный разрез. Вторым изображением шпоночного соединения служит сечение плоскостью, перпендикулярной оси вала. Зазор между основаниями паза во втулке (ступице колеса) и шпонкой показывают увеличенным (рис. 76).

Размеры пазов на валу и в ступице колеса должны соответствовать поперечному сечению шпонки.

На чертежах деталей шпоночных соединений следует наносить размеры:

- 1) длину шпоночного паза l на 0,5 - 1 мм больше длины шпонки;
- 2) ширину шпоночного b паза вала и втулки (рис. 75);
- 3) глубину шпоночных пазов:
 - на валу - размер $t1$ (предпочтительный вариант) (рис. 75,а);
 - в ступице колеса - размер $d+t2$ (рис. 75,в);
- 4) диаметры вала и отверстия ступицы.

Условное обозначение призматических шпонок состоит из:

- 1) слова «Шпонка»;
- 2) номер исполнения (кроме исполнения 1);
- 3) размеров поперечного сечения $b \times h$, длины шпонки l ;
- 4) обозначение стандарта.

Примеры условного обозначения:

Шпонка 8x7x18 ГОСТ 23360-78 (призматическая шпонка исполнения 1 (скругленная с двух сторон) и размерами $b = 8$ мм, $h = 7$ мм, $l = 18$ мм).

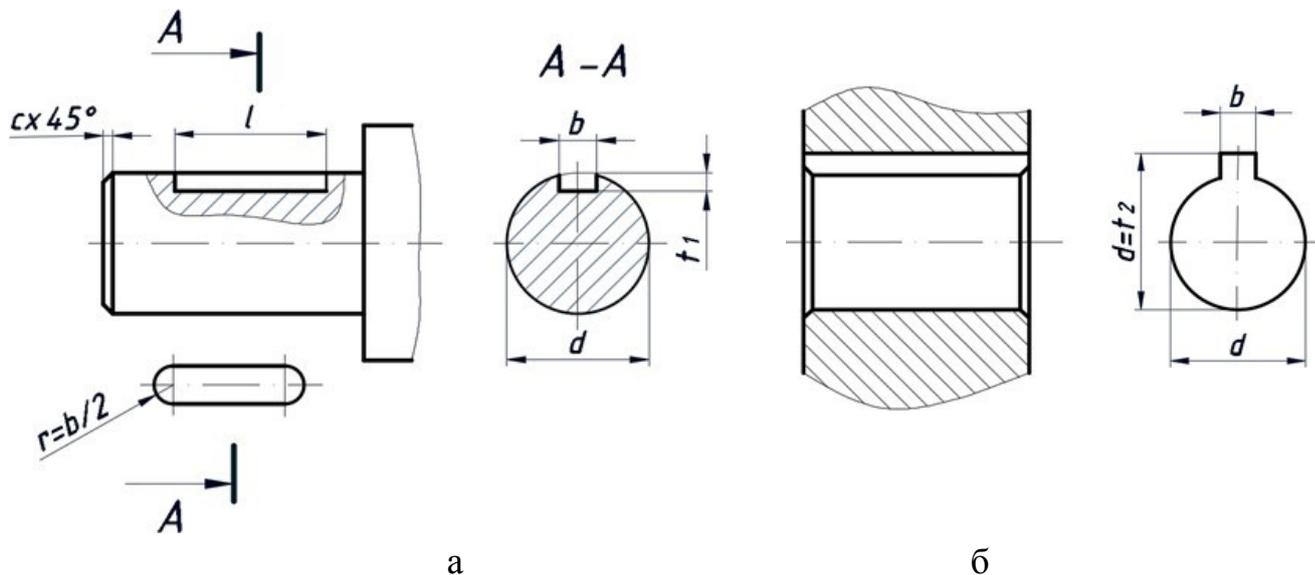


Рисунок 76— Образец изображения шпоночных пазов:
а- на валу, б - ступице колеса.

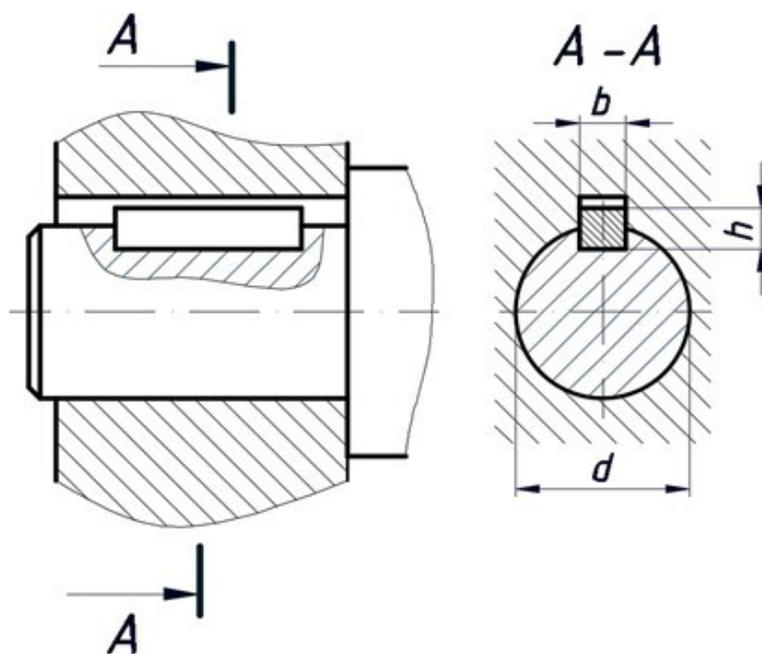


Рисунок 77— Образец изображения шпоночного соединения.

2.3 Соединение сегментной шпонкой (ГОСТ 24071-97)

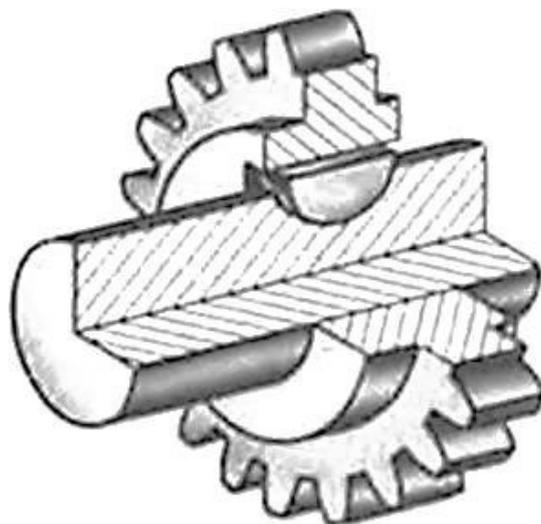


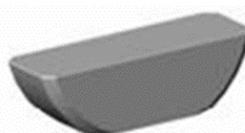
Рисунок 78– Образец соединения сегментной шпонкой

Сегментные шпонки (рис. 79), представляют собой сегментную пластину, заложённую закруглённой стороной в паз соответствующей формы, профрезерованный на валу (рис. 78).

Сегментные шпонки, как и призматические, работают боковыми гранями. Их применяют при передаче относительно небольших вращающих моментов и часто применяют для конических концов валов.



а



б

Рисунок 79– Призматические шпонки:
а) нормальная форма; б) низкая форма.

К достоинствам сегментных шпонок относится высокая технологичность соединения, не требующая ручной подгонки, устойчивое направление на валу, исключаящее перекося, который имеет место в призматических шпонках. Недостатком сегментных шпонок является необходимость выполнения глубокого шпоночного паза, что в значительной степени ослабляет вал. По этой причине сегментные шпонки применяют при передаче небольших вращающих моментов.

ГОСТ 24071-97 устанавливает два исполнения сегментных шпонок (рис.79).

Размеры сечений сегментных шпонок и пазов, а также их диаметры выбирают в зависимости от диаметра вала d .

Соединение сегментными шпонками показано на рисунке 80. На рисунке 80,а изображен вал с пазом под шпонку, на рисунке 80,б – ступица с пазом под шпонку.

На чертежах деталей шпоночных соединений наносят размеры:

- 1) диаметр d (рис.80);
- 2) ширину шпоночного b паза вала и втулки (рисунки 80);
- 3) глубину шпоночных пазов:
 - на валу - размер t_1 (предпочтительный вариант) (рисунок 80);
 - в ступице колеса - размер $d+t_2$ (рис. 80).

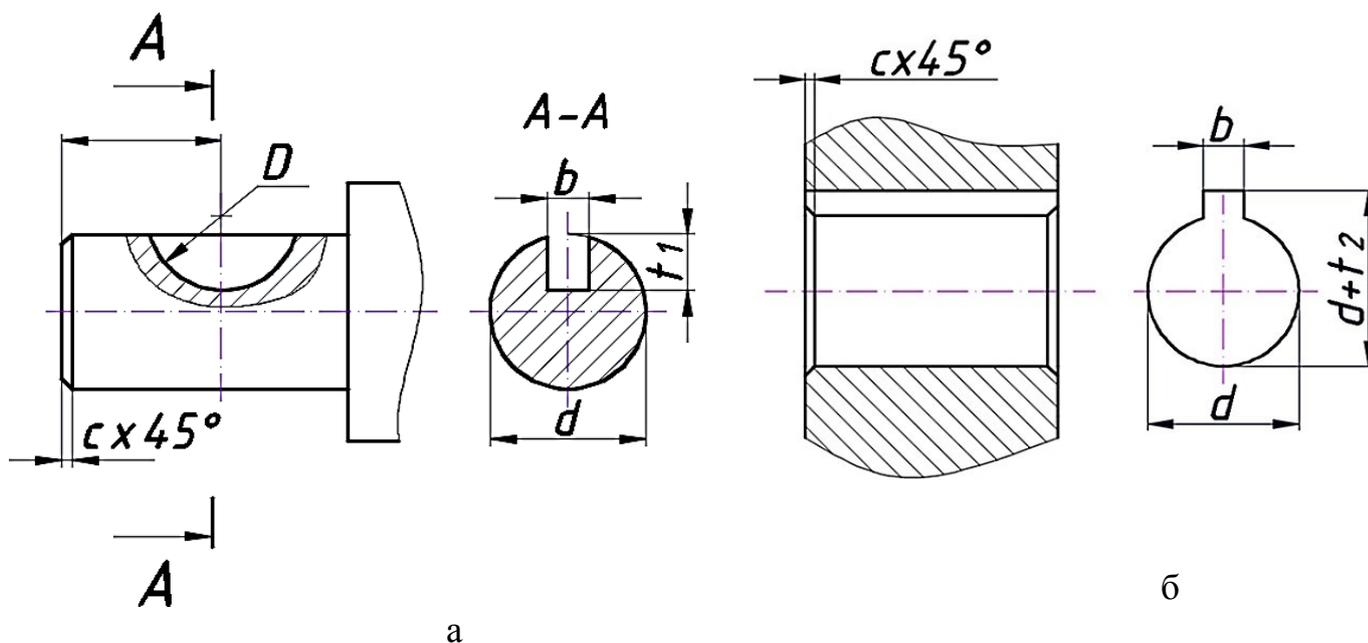


Рисунок 80– Образец изображения шпоночных пазов:
а- на валу, б- в ступице колеса.

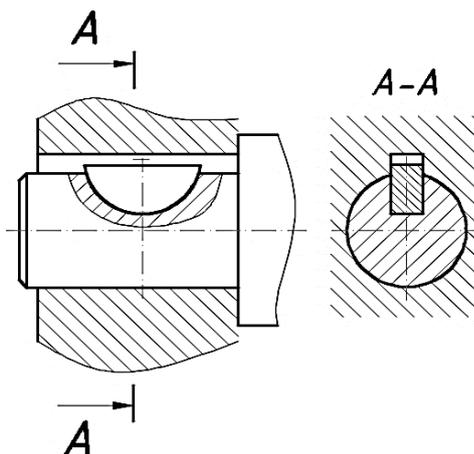


Рисунок 81– Образец изображения шпоночного соединения.

В обозначении сегментных шпонок указываются ее ширина и высота (b х h) и обозначение стандарта. Примеры:

Шпонка 5 х 6,5 ГОСТ 24071-97(шпонка нормальной формы, сечением $b \times h_1 = 5 \times 6,5$ мм);

Шпонка 5 х 5,2 ГОСТ 24071-97(шпонка низкой формы, сечением $b \times h_2 = 5 \times 5,2$ мм).

2.4 Клиновые шпонки – ГОСТ 24068-80

Представляют собой клинья обычно с уклоном 1:100. В отличие от призматических и сегментных шпонок у клиновых шпонок рабочими являются широкие грани, а на боковых гранях имеется зазор. Клиновые шпонки создают напряженное соединение, способное передавать вращающий момент, осевую силу и ударные нагрузки.

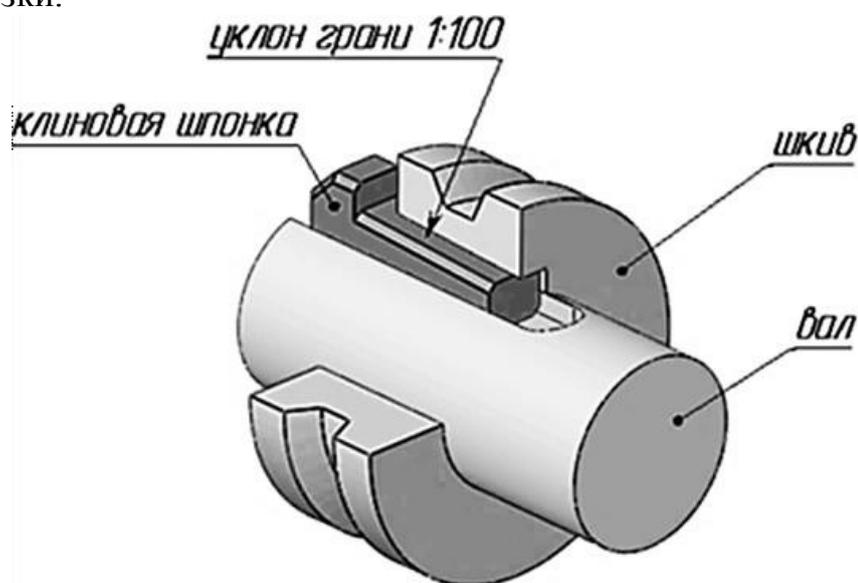


Рисунок 82– Образец соединение клиновой шпонкой.

Клиновые шпонки работают широкими гранями. По боковым граням имеется зазор. Соединения клиновыми шпонками применяют в тихоходных передачах. Они хорошо воспринимают ударные и знакопеременные нагрузки.

Стандарт 24068 - 80* устанавливает 4 исполнения клиновых шпонок

Исполнение 1 - шпонка с головкой;

Исполнение 2 - шпонка без головки с закругленными торцами;

Исполнение 3 - шпонка без головки с плоскими торцами;

Исполнение 4 - шпонка без головки с одним закругленным, а другим плоским торцами.

Примеры условного обозначения:

1) клиновья шпонка исполнения 1, с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм:

Шпонка 18 x 11 x 100 ГОСТ 24068-80*;

2) то же, исполнения 2:

Шпонка 2-18 x 11 x 100 ГОСТ 24068-80*.

3 Зубчатые (шлицевые) соединения

Зубчатое или шлицевое соединение втулок с валами образуется выступами на валу и впадинами такого же профиля во втулке (рис. 83).

Соединение это аналогично шпоночному, но так как выступов обычно несколько, то это соединение по сравнению со шпоночным имеет следующие преимущества:

- возможность передачи больших мощностей;
- повышение прочности соединения.

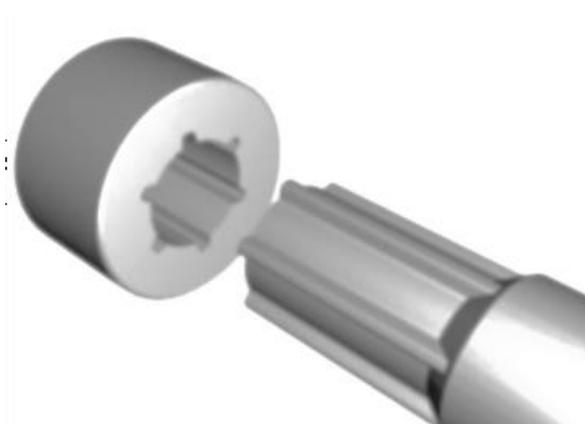


Рисунок 83 –Образец зубчатого (шлицевое) соединение.

Классификация:

1. По форме профиля шлицев (зубьев) (рис. 84):

- прямобоочные;
- эвольвентные;
- треугольные.

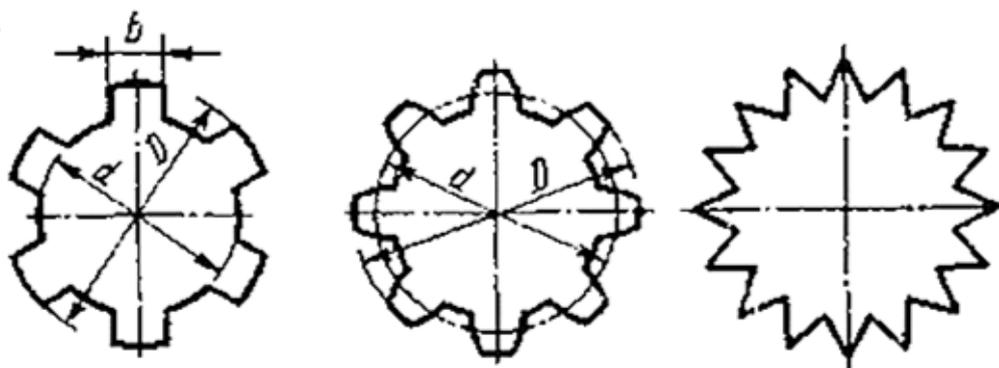


Рисунок 84 –Образец профилей шлицев.

2. По передаваемой нагрузке:

- лёгкая серия;
- средняя серия;
- тяжёлая серия.

Отличающиеся одна от другой высоты и числом зубьев (чаще применяют соединения с шестью — десятью зубьями).

Легкая серия - для неподвижных или слабонагруженных соединений.

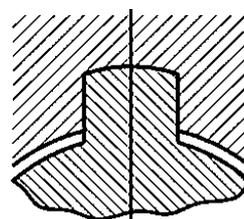
Средняя серия - для умеренно нагруженных соединений. Тяжелая серия - для подвижных нагруженных соединений.

3. По способу центрирования сопрягаемых деталей

Для обеспечения концентричности деталей центрируют:

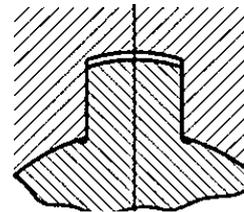
— по наружному диаметру

Самый простой и дешевый способ центрирования. Вал фрезеруют и шлифуют по наружному диаметру, втулку протягивают. Применяется при отсутствии термообработки поверхности отверстия втулки или при ее термическом улучшении;



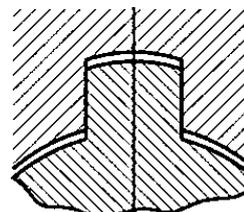
— по внутреннему диаметру

Самый точный и дорогой способ центрирования. Вал фрезеруют и продольно шлифуют по внутреннему диаметру и боковым поверхностям шлицев, втулку протягивают и шлифуют по внутреннему диаметру;



— по боковым сторонам

Наиболее равномерное распределение нагрузки между шлицами; точность центрирования невысока. Вал фрезеруют и продольно шлифуют по боковым поверхностям шлицев, втулку протягивают.



4. По степени подвижности:

- неподвижные – для закрепления детали на валу;
- подвижные – допускающие перемещение детали вдоль вала (например, блока шестерен коробки передач станка).

3.1 Условное изображение шлиц по ГОСТу 2.409-74

ГОСТу 2.409-74 устанавливает условные изображения зубчатых валов, отверстий и их соединений.

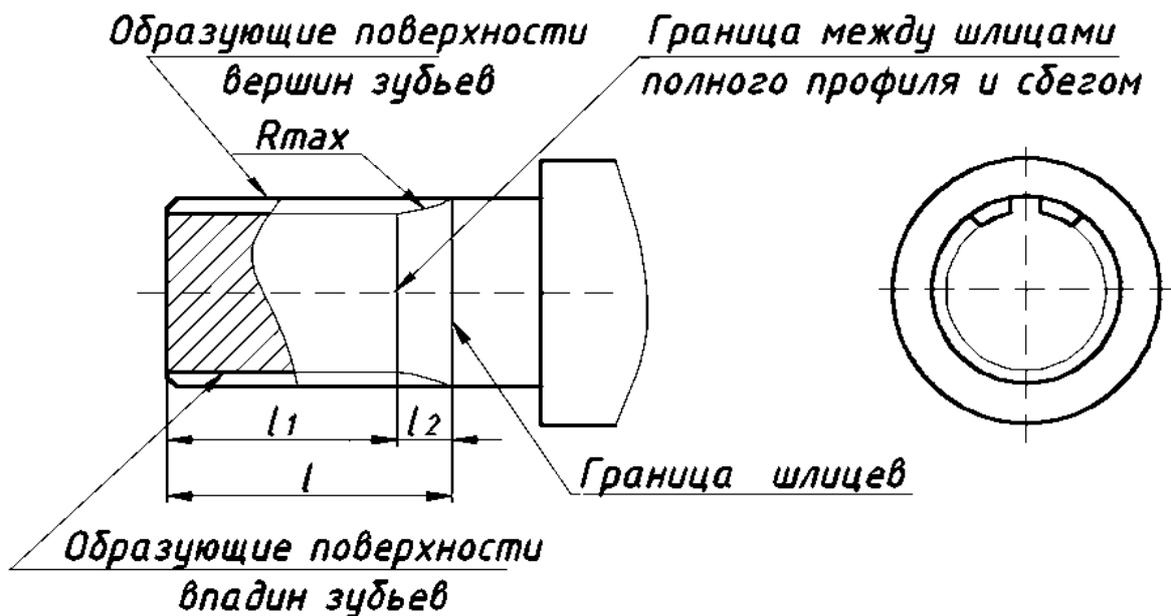


Рисунок 85—Образец условного изображения шлицев: l — полная длина зубьев; l_1 — длина зубьев полного профиля; l_2 — длина сбега; R_{max} — наибольший радиус инструмента (фрезы)

Окружности и образующие поверхности выступов (зубьев) валов и отверстий изображают на всем протяжении основными линиями (рис.85). Окружности и образующие поверхностей впадин изображают сплошными тонкими линиями, а на продольных разрезах — сплошными основными линиями. Линии штриховки при изображении шлицевого вала и в отверстиях в продольных разрезах до линии впадин, а в поперечных - до линии выступов. При изображении зубчатых соединений и их деталей, имеющих эвольвентный или треугольный профиль, делительные окружности и образующие делительных поверхностей изображают штрихпунктирной тонкой линией.

На плоскости, перпендикулярной оси зубчатого вала или отверстия, показывают профиль одного зуба (выступа) и двух впадин, а фаски на конце шлицевого вала и в отверстиях не изображают (рис.86,а).

Границу зубчатой поверхности вала, а также границу между зубьями полного профиля и сбегом изображают сплошной тонкой линией (рис.86,б).

На продольных разрезах зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассечёнными, а в соединениях в отверстиях изображают только ту часть выступов, которая не закрыта валом (рис.86,в).

На рабочих чертежах шлицевых валов и отверстий указывают размеры:

- 1) длину зубьев полного профиля l до сбега (при необходимости можно указывать полную длину и радиус R фрезы);
- 2) диаметр выступов D ;
- 3) диаметр впадин d ;
- 4) толщину зубьев вала b .

3.2 Зубчатые соединения прямобочного профиля (ГОСТу 1139-80)

Наибольшее распространение в машиностроении имеют прямобочные шлицевые соединения. Их применяют в неподвижных и подвижных соединениях.

Зубья вала имеют постоянную толщину и расположены в радиальном направлении, они входят во впадины соответствующей формы в ступице.

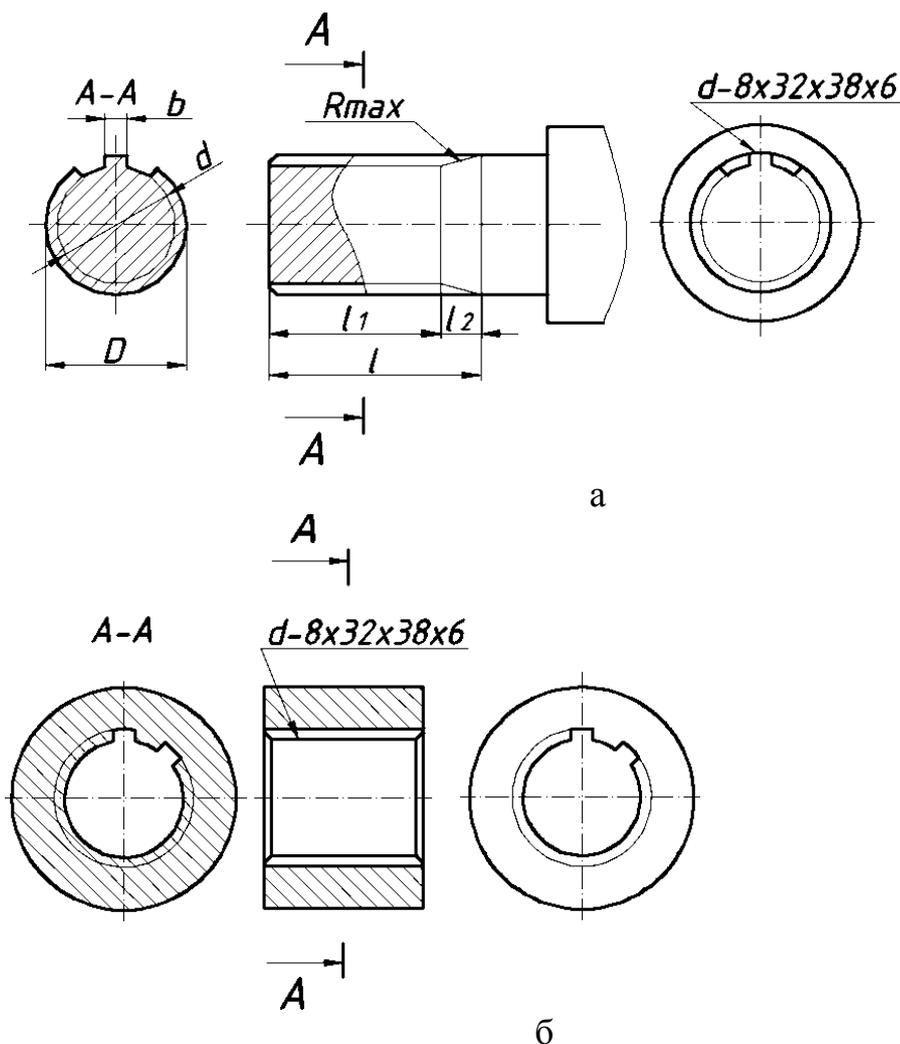
Прямобочные шлицевые соединения применяют с центрированием ступицы по наружному и внутреннему диаметрам, а также по боковым поверхностям.

Пример условного обозначения шлицевого вала при центрировании по внутреннему диаметру d :

$d-8x32x38x6,$

где d - вид центрирования; 8 - число зубьев z ; 32 - внутренний диаметр d в мм; 38 - наружный диаметр D в мм; 6 - ширина зуба b в мм.

Условное изображение шлиц (рис.86) выполняется по **ГОСТ 2.409-74**.



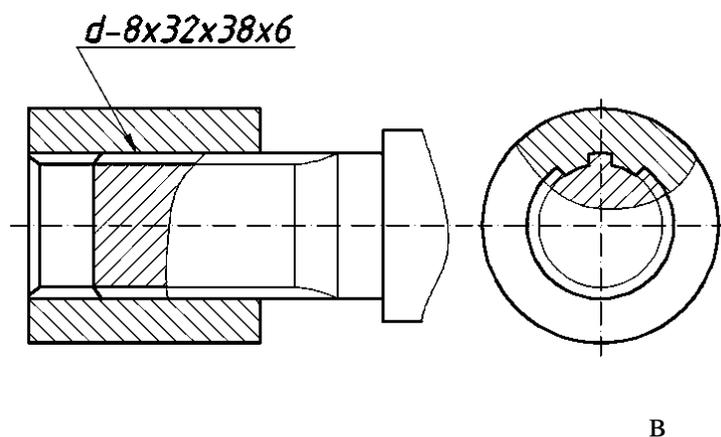


Рисунок 86—Образец условного изображения прямобочных шлицев: а - на валу; б- в отверстии; в- соединения.

Шлицевые соединения эвольвентного профиля с углом профиля 30° - ГОСТ 6033-80

Эвольвентные шлицы представляют собой зубья эвольвентного профиля, характеризующиеся модулем m , числом зубьев z и углом зацепления (угол профиля принят равным 30°, что обеспечивает получение более толстого основания зуба). Достоинства:

- технологичность (для обработки всех типоразмеров валов

с определенным модулем требуется только одна червячная фреза);

- прочность (способностью передавать большие крутящие моменты, которая вызвана увеличением прочности элементов из-за постепенного утолщения зубьев к основанию, отсутствием концентраторов напряжений);

- точность (детали эвольвентного соединения самоустанавливаются под нагрузкой и лучше центрируются).

В эвольвентных шлицевых соединениях, так же, как и в прямобочных, используется три способа центрирования:

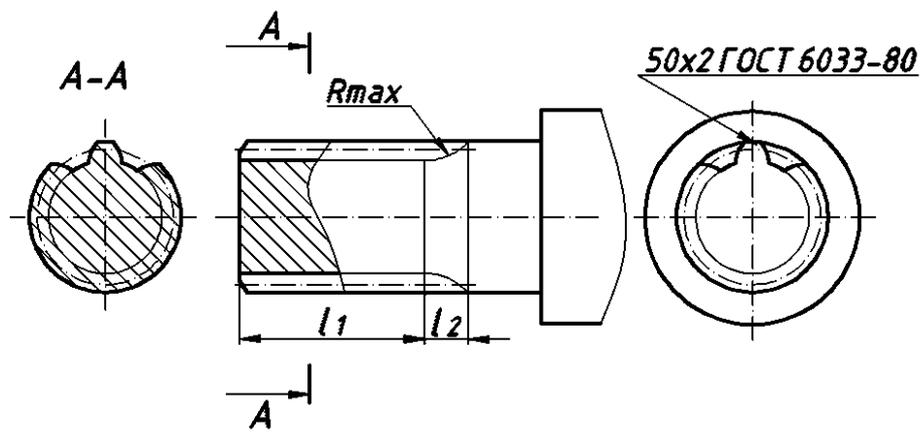
- центрирование по боковым сторонам (получило наибольшее распространение);

- по наружному диаметру зубьев (при необходимости точной соосности деталей на валу);

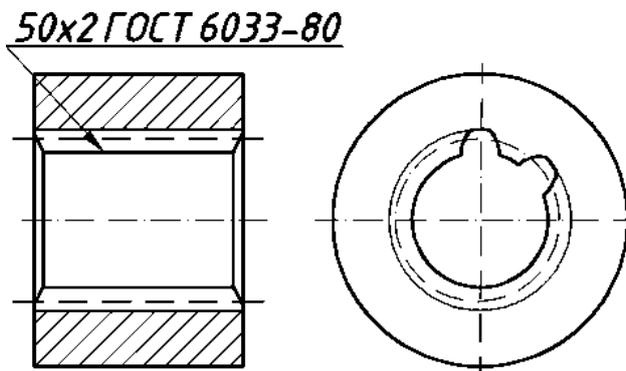
- центрирование по внутреннему диаметру.

На изображениях деталей шлицевых соединений эвольвентного профиля наносят штрих тонкой пунктирной линией делительную окружность (рис. 87). Эта окружность делит изображение зуба на две части: головку и ножку.

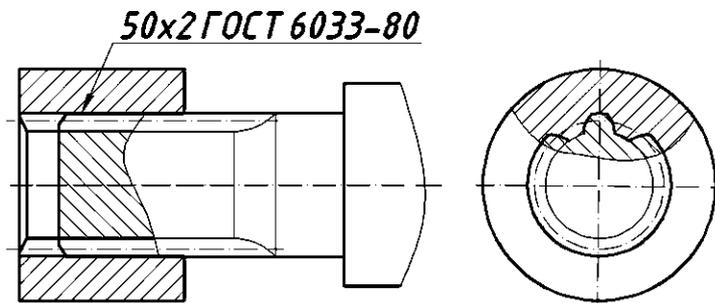
Условное изображение эвольвентных шлицевых соединений выполняется по **ГОСТу 2.409-74**.



а



б



в

Рисунок 87 – Образец условного изображения эвольвентных шлицев: а- на валу, б-в отверстия, в- соединении.

Диаметр делительной окружности - $d_0 = m \times z$,
 где m - модуль в мм (от 1 до 10 мм);
 z - число зубьев.

Пример условного обозначения:

50x2 ГОСТ 6033-80,

где 50 - номинальный диаметр в мм; 2 - модуль.

3.3 Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев

Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев находят применение для неподвижного соединения деталей при передаче небольших крутящих моментов тонкостенными втулками.

Профиль треугольных зубьев и параметры шлицевого соединения не стандартизованы.

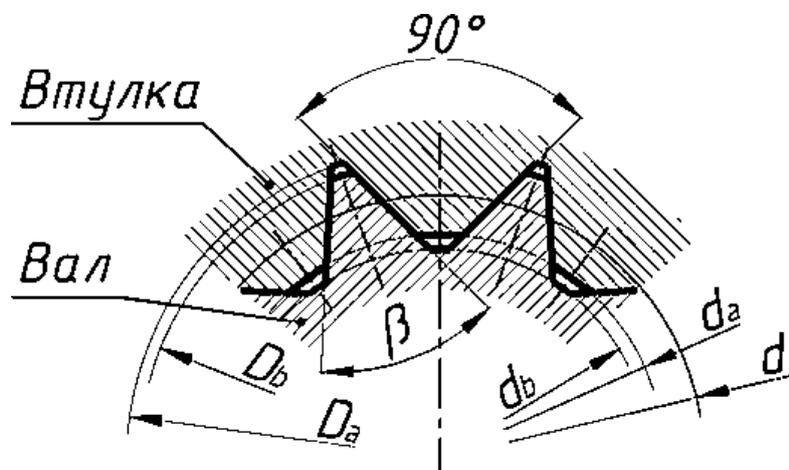


Рисунок 88 – Образец изображения шлицевого соединения с треугольным профилем.

Размеры шлицевых соединений с треугольным профилем зубьев устанавливаются отраслевыми нормативно-техническими документами автотракторной авиационной, станкостроительной и приборостроительной промышленности.

Центрирование шлицевого соединения осуществляется только по боковым сторонам зубьев.

В условном обозначении шлицевого соединения с треугольным профилем зубьев приводят буквы «Тр», номинальный диаметр соединения D и число зубьев z : **Тр. 20x36**.

Контрольные вопросы

1. Какие виды шпонок применяют в машиностроении, приведите их условное обозначение?
2. Перечислите элементы шпоночного соединения.
3. Для чего предназначена шпонка?
4. В зависимости от чего выбирают длину шпонки?
5. Назовите деталь шпоночного соединения, размеры которой являются определяющими для назначения размеров поперечного сечения шпонки
6. Как вычерчивается шпоночное соединение? Какие условности при этом необходимо выполнять?
7. Какие условности существуют для изображения шлицевого соединения?
8. Назовите формы поперечного сечения выступов зубчатых соединений
9. Расшифруйте условное обозначение призматической шпонки «Шпонка 8×7×40 ГОСТ 23360-78».

10. Назовите способы центрирования втулки (ступицы) на валу в шлицевых соединениях.
11. Что входит в условное обозначение шлицевых валов, отверстий?
12. Как изображают границу зубчатой поверхности на валу на виде и на разрезе?

7 Построение аксонометрической проекции модели. Изометрия План

1. Основные сведения
2. Прямоугольная изометрия
3. Прямоугольная диметрия
 - 3.1 Построение диметрической проекции шестиугольника
 - 3.2 Штриховка в прямоугольной диметрии
2. Построение аксонометрической проекции различных фигур

1. Основные сведения

Аксонометрические проекции любого предмета начинают строить с осей. В изометрии оси расположены под углами 120° . Углы можно построить с помощью циркуля. Из точки O_p как из центра, проводят окружность любого, по возможности большего радиуса; затем, из точки 1 не изменяя раствора циркуля, делают на ней засечки. Точки 2 и 3 соединяют с точкой O_p (рис. 89).

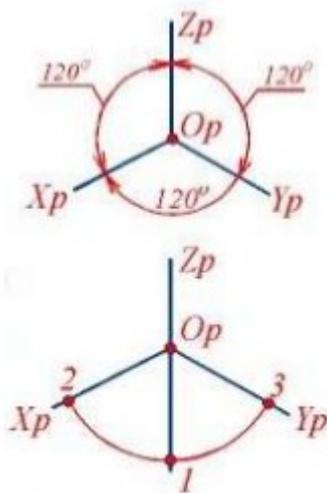


Рисунок 89 - Оси в изометрии

Затем по осям или прямым, параллельным им, откладывают размеры изображаемого предмета и его элементов с учетом коэффициентов искажения. Для изометрии коэффициенты искажения равны 1. Соединяя изображения отдельных элементов формы соответствующим образом, получают аксонометрическую проекцию предмета. Для построения аксонометрических

проекций геометрических тел, моделей, деталей, необходимо знание приемов построения аксонометрических проекций плоских геометрических фигур (квадрата, треугольника, трапеции, шестиугольника).

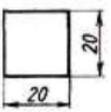
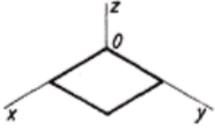
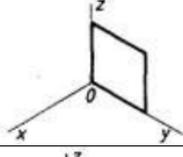
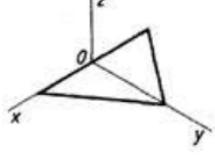
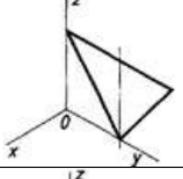
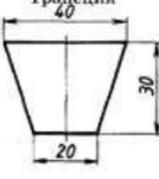
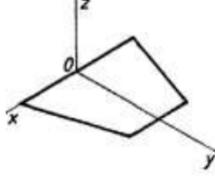
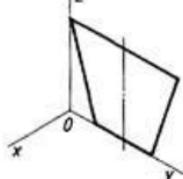
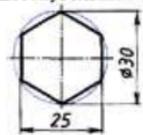
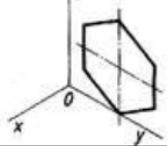
Построение плоских фигур в аксонометрических проекциях

Фигура, все точки которой находятся в одной плоскости, называется плоской. Примером плоских фигур могут служить квадрат, треугольник, трапеция, шестиугольник (см. таблицу 4).

Размеры плоских фигур. Построение изометрии плоских фигур, лежащих в горизонтальной плоскости проекций. Построения изометрии плоских фигур, вертикально расположенных в пространстве.

Рассмотрим построение плоских фигур, лежащих в горизонтальной плоскости проекций (см. таблицу 5).

Таблица 5 - Построение изометрии

Размеры плоских фигур	Построение изометрии плоских фигур, лежащих в горизонтальной плоскости проекций	Построения изометрии плоских фигур, вертикально расположенных в пространстве
<p>Квадрат</p> 		
<p>Треугольник</p> 		
<p>Трапеция</p> 		
<p>Шестиугольник</p> 		

2. Прямоугольная изометрия

В прямоугольной изометрии углы между осями равны 120° . Действительный коэффициент искажения по аксонометрическим осям равен 0,82, но на практике для удобства построения показатель принимают равным 1. Вследствие этого

аксонометрическое изображение получается увеличенным в $\frac{1}{0,82} \approx 1,22$ раза.

Изометрические оси изображены на рисунке 90.

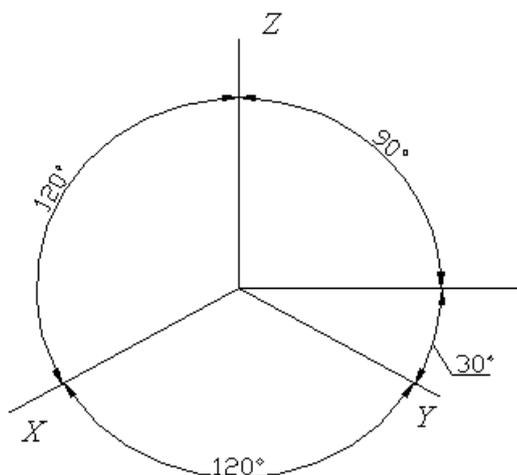


Рисунок 90 - Изометрические оси

Построение изометрических осей можно выполнить при помощи циркуля (рисунок 91). Для этого сначала проводят горизонтальную линию и перпендикулярно к ней проводят ось Z . Из точки пересечения оси Z с горизонтальной линией (точка O) проводят вспомогательную окружность произвольным радиусом, которая пересекает ось Z в точке A . Из точки A этим же радиусом проводят вторую окружность до пересечения с первой в точках B и C . Полученную точку B соединяют с точкой O - получают направление оси X . Таким же образом соединяют точку C с точкой O - получают направление оси Y .

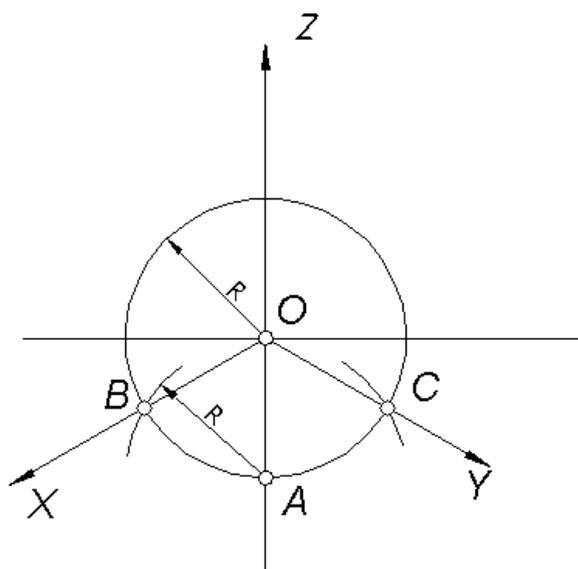


Рисунок 91- Построение изометрических осей

Построение изометрической проекции шестиугольника представлено на рисунке 92. Для этого необходимо отложить по оси X радиус описанной окружности шестиугольника в обе стороны относительно начала координат. Затем, по оси Y отложить величину размера под ключ, из полученных точек провести линии параллельно оси X и отложить по ним величину стороны шестиугольника.

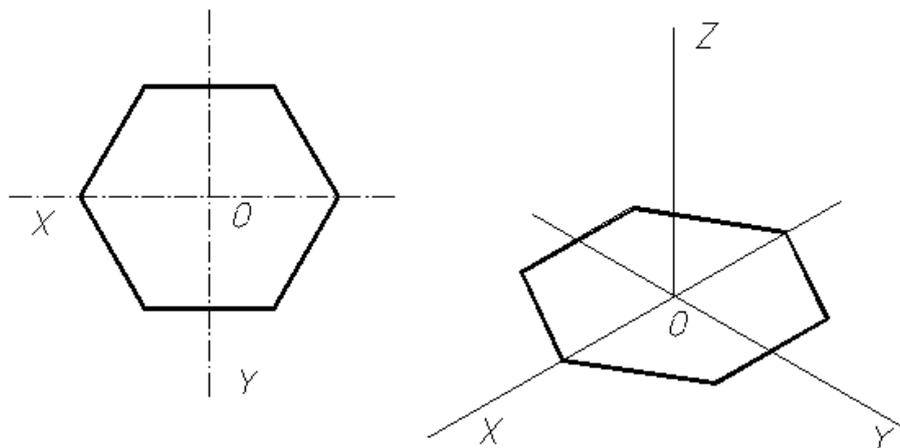


Рисунок 92 - Построение изометрической проекции шестиугольника

Построение окружности в прямоугольной изометрической проекции

Наиболее сложной плоской фигурой для вычерчивания в аксонометрии является окружность. Как известно, окружность в изометрии проецируется в эллипс, но построение эллипса довольно сложно, поэтому ГОСТ 2.317-69 рекомендует вместо эллипсов применять овалы. Существует несколько способов построения изометрических овалов. Рассмотрим один из наиболее распространенных.

Размер большой оси эллипса $1,22d$, малой $0,7d$, где d - диаметр той окружности, изометрия которой строится. На рисунке 60 показан графический способ определения большой и малой осей изометрического эллипса. Для определения малой оси эллипса соединяют точки C и D. Из точек C и D, как из центров, проводят дуги радиусов, равных CD, до взаимного их пересечения. Отрезок AB - большая ось эллипса.

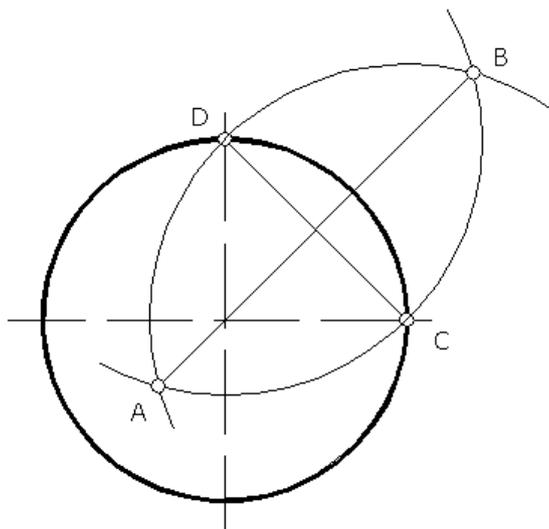


Рисунок 93 - Построение

Установив направление большой и малой осей овала в зависимости от того, какой координатной плоскости принадлежит окружность, по размерам большой и

малой оси проводят две concentric окружности, в пересечении которых с осями намечают точки O_1, O_2, O_3, O_4 , являющиеся центрами дуг овала (рисунок 94).

Для определения точек сопряжения проводят линии центров, соединяя O_1, O_2, O_3, O_4 . из полученных центров O_1, O_2, O_3, O_4 проводят дуги радиусами R и R_1 . размеры радиусов видны на чертеже.

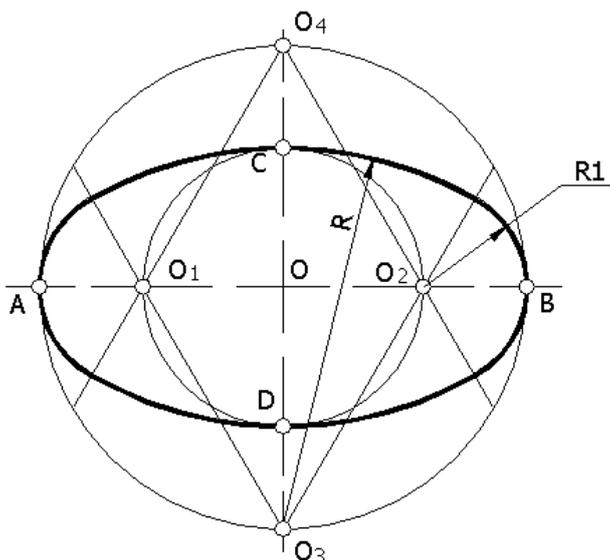


Рисунок 94 – Дуги овала

Направление осей эллипса или овала зависит от положения проецируемой окружности. Существует следующее правило: большая ось эллипса всегда перпендикулярна к той аксонометрической оси, которая на данную плоскость проецируется в точку, а малая ось совпадает с направлением этой оси (рисунок 95).

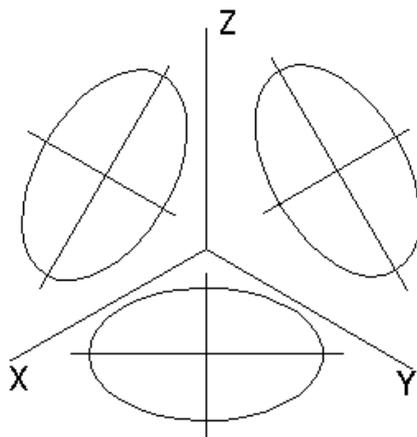


Рисунок 95 - Направление осей эллипса

Штриховка и изометрической проекции

Линии штриховки сечений в изометрической проекции, согласно ГОСТ 2.317-69, должны иметь направление, параллельное или только большим диагоналям квадрата, или только малым.

3. Прямоугольная диметрия

Прямоугольной диметрией называется аксонометрическая проекция с равными показателями искажения по двум осям X и Z , а по оси Y показатель искажения в два раза меньше.

По ГОСТ 2.317-69 применяют в прямоугольной диметрии ось Z , расположенную вертикально, ось X наклонную под углом 7° , а ось Y под углом 41° к линии горизонта. Показатели искажения по осям X и Z равны $0,94$, а по оси Y $0,47$. Обычно применяют приведенные коэффициенты $k_x=k_z=1$, $k_y=0,5$, т.е. по осям X и Z или по направлениям им параллельным, откладывают действительные размеры, а по оси Y размеры уменьшают в два раза.

Для построения осей диметрии пользуются способом, указанным на рисунке 96, который заключается в следующем:

На горизонтальной прямой, проходящей через точку O , откладывают в обе стороны восемь равных произвольных отрезков. Из конечных точек этих отрезков вниз по вертикали откладывают слева один такой же отрезок, а справа – семь. Полученные точки соединяют с точкой O и получают направление аксонометрических осей X и Y в прямоугольной диметрии.

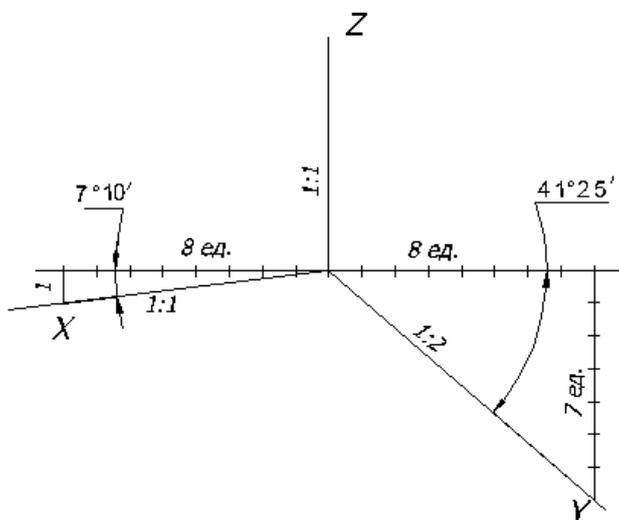


Рисунок 96 – Оси в диметрии

3.1 Построение диметрической проекции шестиугольника

Рассмотрим построение в диметрии правильного шестиугольника, расположенного в плоскости Π_1 (рисунок 97).

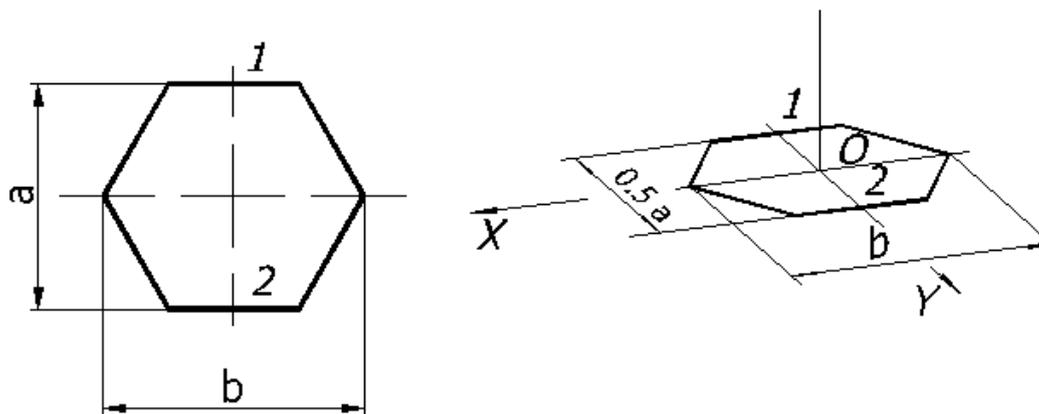


Рисунок 97 - Построение в диметрии правильного шестиугольника

На оси X откладываем отрезок равный величине b , чтобы его середина находилась в точке O , а по оси Y – отрезок a , размер которого уменьшен вдвое. Через полученные точки 1 и 2 проводим прямые параллельно оси OX , на которых откладываем отрезки равные стороне шестиугольника в натуральную величину с серединой в точках 1 и 2. Полученные вершины соединяем. На рисунке 98а изображен в диметрии шестиугольник, расположенный параллельно фронтальной плоскости, а на рисунке 98б - параллельно профильной плоскости проекции.

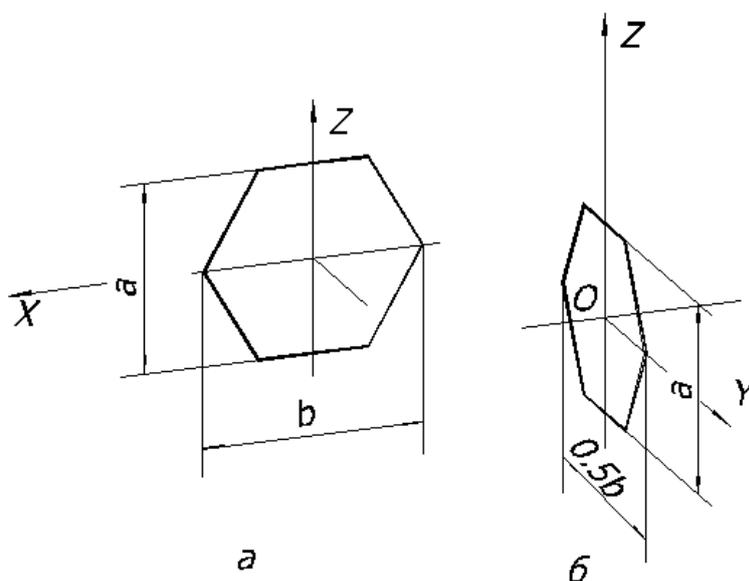


Рисунок 98 - Шестиугольник

Построение окружности в диметрии

В прямоугольной диметрии все окружности изображаются эллипсами,

Длина большой оси для всех эллипсов одинакова и равна $1,06d$. Величина малой оси различна: для фронтальной плоскости равна $0,95d$, для горизонтальной и профильной плоскостей – $0,35d$.

На практике эллипс заменяется четырехцентровым овалом. Рассмотрим построение овала, заменяющего проекцию окружности, лежащей в горизонтальной и профильной плоскостях (рисунок 99).

Через точку O – начало аксонометрических осей, проводим две взаимно перпендикулярные прямые и откладываем на горизонтальной линии величину большой оси $AB=1,06d$, а на вертикальной линии величину малой оси $CD=0,35d$. Вверх и вниз от O по вертикали откладываем отрезки OO_1 и OO_2 , равные по величине $1,06d$. Точки O_1 и O_2 являются центром больших дуг овала. Для определения еще двух центров (O_3 и O_4) откладываем на горизонтальной прямой от точек A и B отрезки AO_3 и BO_4 , равные $\frac{1}{4}$ величины малой оси эллипса, то есть $\frac{0,35}{4}d$.

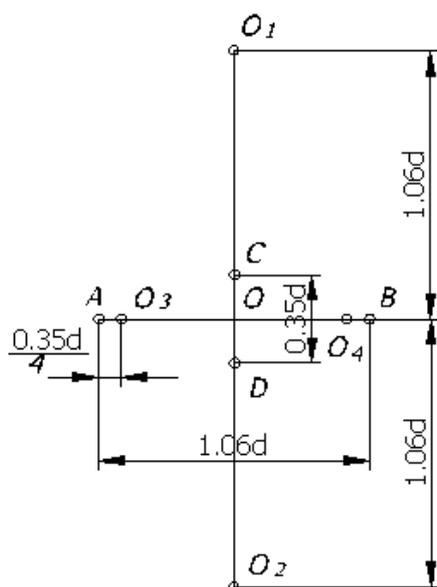


Рисунок 99 - Четырехцентровый овал

Затем, из точек O_1 и O_2 проводим дуги, радиус которых равен расстоянию до точек C и D , а из точек O_3 и O_4 – радиусом до точек A и B (рисунок 100).

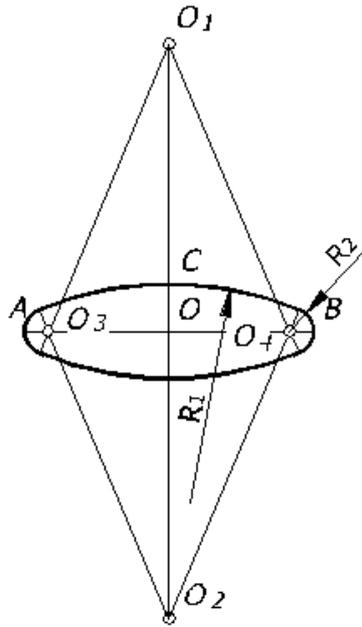


Рисунок 100 - Дуги

Построение овала, заменяющего эллипс, от окружности, расположенной в плоскости Π_2 , рассмотрим на рисунке 101. Проводим оси диметрии: X , Y , Z . Малая ось эллипса совпадает с направлением оси Y , а большая перпендикулярна к ней. На осях X и Z от начала откладываем величину радиуса окружности и получаем точки M , N , K , L , являющиеся точками сопряжения дуг овала. Из точек M и N проводим горизонтальные прямые, которые в пересечении с осью Y и перпендикуляром к ней дают точки O_1 , O_2 , O_3 , O_4 – центры дуг овала (рисунок 101).

Из центров O_3 и O_4 описывают дугу радиусом $R_2 = O_3 M$, а из центров O_1 и O_2 - дуги радиусом $R_1 = O_2 N$

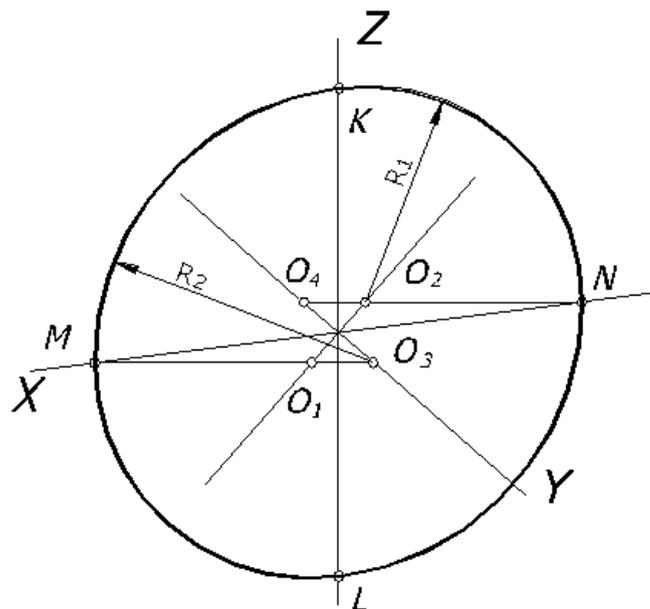


Рисунок 101 - Построение

3.2 Штриховка в прямоугольной диметрии

Линии штриховки разрезов и сечений в аксонометрических проекциях выполняются параллельно одной из диагоналей квадрата, стороны которого расположены в соответствующих плоскостях параллельно аксонометрическим осям (рисунок 102).

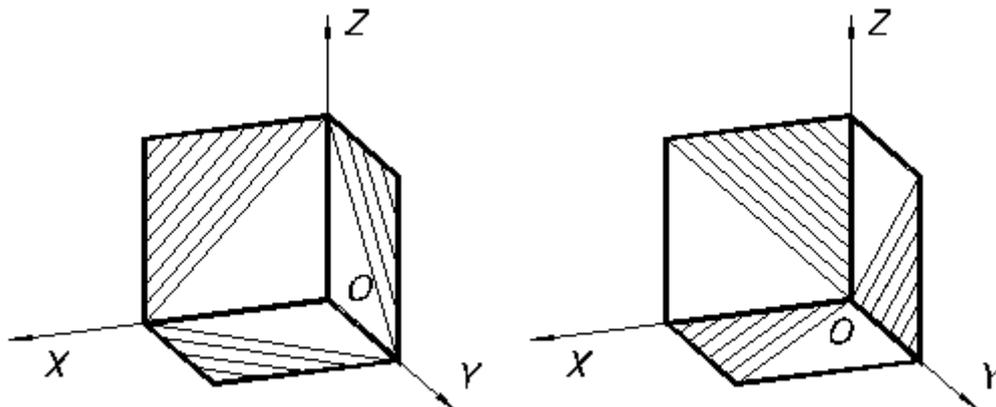


Рисунок 102 - Линии штриховки

4. Построение аксонометрической проекции различных фигур

Построение аксонометрической проекции квадрата. Сторону квадрата, равную 20 миллиметрам, откладываем вдоль оси x . Через засечку проводим прямую, параллельную оси y . На оси y также откладываем размер стороны квадрата — 20 мм. Через полученные засечки проводим отрезки, параллельные оси x . Построили изометрическую проекцию квадрата.

Построение аксонометрической проекции треугольника Продолжим луч x за точку начала координат (т. O). От точки O по обе стороны на оси x откладываем отрезки, равные половине стороны треугольника, получив тем самым изображение стороны треугольника. По оси y откладываем размер, равный высоте треугольника (26 мм). Полученные засечки соединяем отрезками прямых, получая изометрическую проекцию треугольника.

Построение аксонометрической проекции трапеции Продолжим луч x за центр координат (т. O). От точки O по обе стороны на оси x откладываем отрезки, равные половине верхнего основания трапеции (по 20 мм). По оси y откладываем отрезок, равный высоте трапеции. Через полученную засечку проводим отрезок прямой, параллельные оси x . На нем, по обе стороны от оси, откладываем отрезки, равные половине нижнего основания трапеции. Полученные проекции вершин трапеции соединяем последовательно между собой и получаем изометрическую проекцию трапеции.

Построение аксонометрической проекции шестиугольника От точки O в обе стороны по оси x откладываем отрезки, равные $25:2=12,5$ мм. Через полученные засечки проводим прямые, параллельные оси y . На них от оси x в обе стороны откладываем по $1/2$ стороны шестиугольника. Таким образом, мы найдем четыре проекции вершин, принадлежащих шестиугольнику. По оси y от

точки O откладываем величину R (радиус описанной окружности), получая еще две проекции вершин. Построенные проекции вершин последовательно соединяем, получая изометрическую проекцию шестиугольника.

Примеры построения изометрии плоских фигур, вертикально расположенных в пространстве, рассмотрите самостоятельно по таблице.

Построение аксонометрических проекций геометрических тел рекомендуется начинать с построения аксонометрических проекций их основания, к которым «приращивается» изображение других элементов геометрических тел (граней, ребер, оснований). В таблице 6 показаны последовательности построения изометрических проекций призм и пирамид. Рассмотрев внимательно таблицу, Вы узнаете, как можно построить изометрию гранных геометрических тел.

Таблица 6 - Построение изометрических и аксонометрических проекций призм и пирамид

Построение изометрических проекций призм		Построение аксонометрических проекций пирамид	

Контрольные вопросы:

1. Какие виды аксонометрических проекций вы знаете?
2. Под каким углом расположены оси в изометрии?
3. Какую фигуру представляет изометрическая проекция окружности?
4. Как расположена большая ось эллипса для окружности, принадлежащей профильной плоскости проекций?
5. Какие приняты коэффициенты искажения по осям X, Y, Z для построения диметрической проекции?
6. Под какими углами расположены оси в диметрии?
7. Какой фигурой будет являться диметрическая проекция квадрата?
8. Как построить диметрическую проекцию окружности, расположенной во фронтальной плоскости проекций?
9. Основные правила нанесения штриховки в аксонометрических проекциях.

Список использованных источников

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. -9-е изд. – М.: Машиностроение, 2006.
- 2 Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для бакалавров / В.С. Левицкий. -изд. 9-е, испр. и доп. -М.: Юрайт.,2014. -435 с.
- 3 Чекмарев А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение [Электронный ресурс]: учебник / А. А. Чекмарев. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 396 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-010353-2.– Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=485226>.
- 4 Инженерная графика. [Электронный ресурс]: учебник / Н. П. Сорокин [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 392 с. – ISBN 978-5-8114-0525-1. – Режимдоступа: <http://e.lanbook.com/book/74681>
- 5 Инженерная графика. [Электронный ресурс]: учебник / Н. П. Сорокин [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 392 с. – ISBN 978-5-8114-0525-1. – Режимдоступа: <http://e.lanbook.com/book/74681>
- 6 Инженерная графика. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.В. Зеленый, Е.И. Белякова; Под ред. П.В. Зеленого. – Москва : ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 303 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005178-9.-Режимдоступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=240288>

