

Васильева К. В.

**Детали машин
и их соединения на чертежах**



Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московский государственный
университет леса

Васильева К. В.

Детали машин и их соединения на чертежах

Учебно-методическое пособие
по курсу машиностроительного черчения

Для студентов специальностей 240100.62, 220700.62, 221700.62,
190600.62, 161101.65, 250400.62, 250100.62, 230100.62, 220400.62,
151000.62

Издательство Московского государственного
университета леса

Москва - 2014

УДК

Васильева К. В. Детали машин и их соединения на чертежах:
Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей:
-М,: ФБГОУ ВПО МГУЛ. 2014. с.161: ил.142, прил.-8.

Учебно-методическое пособие содержит необходимые сведения по выполнению индивидуальных заданий по инженерной графике (У6, У7, У9), подготовке к тестированию, выполнению курсовых работ и дипломного проекта, справочный материал.

Разработано в соответствии с Государственными образовательными стандартами ВПО 2007 г. для всех специальностей

Одобрено и рекомендовано к изданию в качестве учебно-методического пособия редакционно-издательским советом Университета.

Рецензенты: проф. Быков В. В.
проф. Ерхов А. В.

Кафедра начертательной геометрии и черчения
Автор: Васильева Карина Вениаминовна, доцент
Редактор: Найман Вениамин Семенович, к.т.н., доцент

ФБГОУ ВПО Московский государственный университет леса
2014

Содержание

Предисловие	6
Введение	6
1. Изображения деталей разъемных соединений, разъемные соединения и их изображение на чертежах	8
1.1. Резьбовые детали и резьбовые соединения.....	8
1.2. Хомуты и соединения хомутами.....	24
1.3. Шпонки и соединения шпонками.....	26
1.4. Штифты и штифтовые соединения.....	29
1.5. Шплинты и соединения шплинтами.....	32
1.6. Шлицевые (зубчатые) соединения.....	33
1.7. Соединения клином.....	41
1.8. Соединения сочленением.....	42
1.9. Профильное соединение.....	42
1.10. Клеммовые соединения и их изображение на чертеже...	43
2. Механические передачи и их изображения на чертежах...	44
2.1. Общие сведения о передачах.....	44
2.2. Правила выполнения чертежей.....	44
2.3. Материалы и конструкция цилиндрических колес, выполнение рабочего чертежа прямозубого цилиндрического колеса.....	48
2.4. Изображение на чертеже подвижного зубчатого соединения.....	56
2.5. Изображение на чертеже подвижного червячного соединения.....	59
2.6. Изображение на чертеже храпового механизма.....	60
2.7. Изображение на чертеже подвижной цепной передачи.....	61

2.8. Общие сведения о волновых передачах и их изображение на чертежах.....	61
2.9. Общие сведения о фрикционных передачах и их изображение на чертежах.....	63
2.10. Ременные передачи и их изображение на чертежах.....	65
2.11. Передача винт-гайка и ее изображение на чертеже.....	66
2.12. Шкивы и натяжные устройства.....	67
3. Валы, оси, подшипники, муфты и их изображение на чертежах.....	72
3.1. Валы и оси. Общие сведения.....	72
3.2. Подшипники и их изображение на чертежах.....	77
3.3. Крепление подшипников на валах.....	79
3.4. Муфты, их классификация, конструкция и изображение на чертежах.....	82
3.5. Смазочные устройства.....	94
3.6. Упругие элементы.....	98
3.7. Корпусные детали.....	99
3.8. Машиностроительные материалы.....	103
4. Неразъемные соединения.....	106
4.1. Соединения сваркой.....	107
4.2. Соединения пайкой.....	119
4.3. Соединения склеиванием.....	121
4.4. Скобки и соединения, получаемые при помощи металлических скобок.....	122
4.5. Соединения, получаемые сшиванием.....	123
4.6. Заклепки и соединения заклепками.....	123
4.7. Соединение деталей методом пластической деформации...	127
4.8. Армирование изделий.....	128

4.9. Прессованные соединения.....	130
Заключение	132
Приложение 1.....	133
Приложение 2.....	134
Приложение 3.....	135
Приложение 4.....	136
Приложение 5.....	137
Приложение 6.....	138
Приложение 7.....	157
Приложение 8.....	158
Библиографический список.....	160

Предисловие

Учебно-методическое пособие соответствует программе курса по «Инженерной графике» для машиностроительных и механических специальностей Университета.

Содержание пособия основывается на базовом курсе практических занятий, что поможет при подготовке к тестированию по программе курса «Инженерная графика» и при выполнении работ по предмету кафедры. Материал представлен в доступной форме и сопровождается большим количеством иллюстраций. Изложение отдельных вопросов расширено по сравнению с базовым курсом программы, что бы студенты могли использовать предоставленный материал при прохождении спецпредметов и выполнении дипломного проекта.

В приложениях приведен дополнительный справочный материал.

Автор

Введение

«Инженерная графика» - это первый предмет, в котором студенты знакомятся и изучают детали машин и механизмов, а так же их соединения. В рамках курса обучают грамотно изображать на чертежах детали машин и их соединения. На развитие современного курса «Инженерная графика» большое влияние оказывает быстрый прогресс современного машиностроения, программирования и стремление оптимизировать процесс проектировки. Для этой цели была разработана одна из программ САПР – это AutoCAD, которая предоставляет возможность быстро и с визуализацией создавать чертежи любой сложности.

Любой механизм состоит из деталей. Деталь – это часть механизма, которую изготавливают без сборочных операций. Детали могут быть простыми или сложными, их можно соединять в узлы.

Узел – это законченная сборочная единица, состоящая из деталей.

Соединение деталей – это конструктивное скрепление деталей для образования из них механизмов, агрегатов, приборов и т.д. Все существующие соединения деталей машин можно разделить на подвижные и неподвижные. Подвижные соединения образуют кинематические пары (вал в подшипнике, винт в гайке и др.), а неподвижные соединения образуют сложные детали из простых путем их скрепления. По признаку разъемности все виды соединений можно разделить на разъемные и неразъемные. Разъемные соединения (болтовые, винтовые и другие соединения) - это когда сложную деталь можно разобрать на исходные без их повреждения. Неразъемные соединения (выполняемые при помощи сварки, клепки, склеивания, запрессовки и т.д.) – это когда детали нельзя разъединить без их механического повреждения. Соединения являются важными элементами конструкции.

Механические крепежные изделия, метизы – это детали общего назначения и используются в машиностроении в очень больших количествах. К метизам относятся болты, гайки, шпильки, шплинты, шурупы, заклепки и т.д. Все другие детали относятся к деталям специального назначения.

Все виды разъемных и неразъемных соединений нашли свое применение в узлах механизмов.

1. Изображения деталей разъемных соединений, разъемные соединения и их изображение на чертежах

1.1. Резьбовые детали и резьбовые соединения

К крепежным резьбовым изделиям (деталям) относятся болты, шпильки, гайки, винты и фитинги. С их помощью осуществляются неподвижные разъемные соединения деталей машин и механизмов. Преимуществом использования болтов в соединениях деталей является то, что при нем не требуется нарезать резьбу в соединяемых деталях. Это важно, если материал деталей не позволяет обеспечить достаточную прочность и долговечность резьбы. Винты и шпильки применяют тогда, когда установка болта невозможна.

1.1.1. Болт

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом (рис.1). Головки болтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798 - 70. При вычерчивании головки болта и гайки необходимо правильно построить проекции кривых линий, которые имеются на их боковых гранях. Эти кривые являются результатом пересечения граней с поверхностью конической фаски и представляют собой гиперболы. Проекция этих гипербол являются также гиперболами. На чертеже (болта, гайки) эти гиперболы заменяются дугами окружностей.

На рис.1 показан вариант исполнения болта с шестигранной головкой.

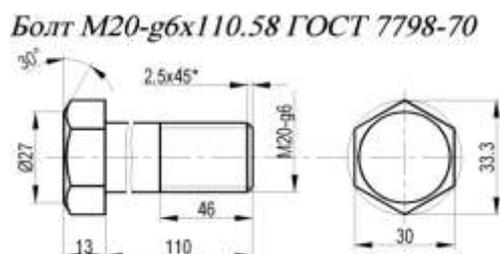


Рис.1. Болт с шестигранной головкой нормальной точности

Фаски, имеющиеся на концах болтов, шпилек, винтов и на торцах резьбовых отверстий гаек, гнезд и фитингов, делаются для предохранения крайних витков резьбы от повреждений и для удобства завинчивания.

На сборочных чертежах головки болтов и гайки можно вычерчивать по размерам, которые являются функцией наружного диаметра d резьбы болта. Эти размеры используются только для построения изображений, и на рабочих чертежах крепежных изделий их проставлять нельзя. ГОСТ 2.315 - 68 устанавливает упрощенные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общих видов.

Болты, винты, шпильки и гайки из углеродистых и легированных сталей и сплавов и изделия из цветных сплавов следует обозначить по следующей схеме:

Болт 2М12х1,25-г6х60.58.35Х.029 ГОСТ..., где:

Болт - наименование крепежного изделия: болт, винт, шпилька, гайка;

2 - исполнение (исполнение 1 не указывается);

М12 - символ метрической резьбы и ее наружный диаметр;

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

г6 - поле допуска резьбы по ГОСТ 16093 – 81;

60 - длина болта, винта, шпильки в мм;

58 - класс прочности или группа по ГОСТ 17594 – 78;

35Х - марка легированной стали или сплава (марка углеродистой стали не указывается);

02 - обозначение вида покрытия по ГОСТ 17594 – 87;

9 - толщина покрытия по ГОСТ 9.303 – 84;

ГОСТ - номер стандарта на конструкцию и на размеры.

Пример условного обозначения болта с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 5.8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы g8, без покрытия:

Болт М12-г8х60.58 ГОСТ 7798 - 70.

То же класса прочности 10.9, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска резьбы g6, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Болт 2М12х1,25-g6х60.109.40Х.106 ГОСТ 7798 - 70.

В приложении 1 показаны варианты исполнения болтов с шестигранной головкой.

1.1.2. Шпилька

Другим видом крепежных изделий, широко применяемых в технической практике для соединения деталей, например крышки двигателя внутреннего сгорания с корпусом, является шпилька.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах (рис.2а). Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется ввинчиваемым (посадочным) концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется стяжным концом. Конструкция и размеры шпилек регламентированы ГОСТ 22032 - 76 ... ГОСТ 22043 - 76. Длина l_1 ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается.

Шпилька М24-g6х70.56 ГОСТ22034-76

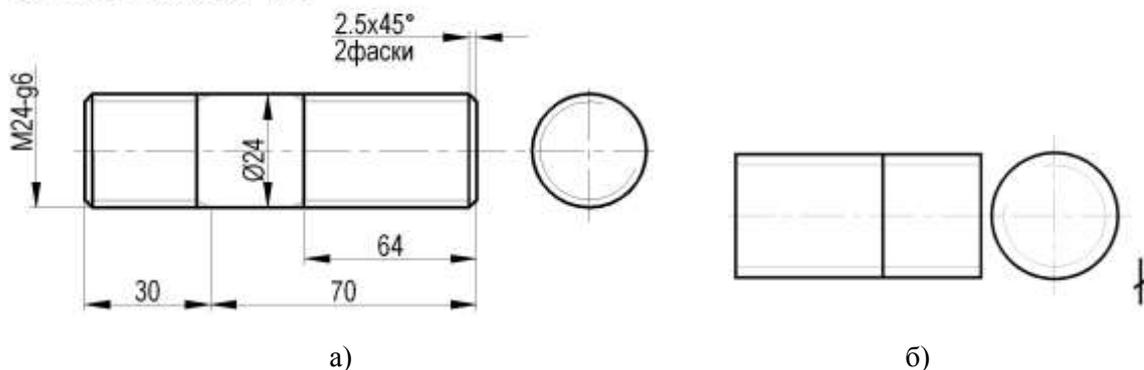


Рис. 2. Изображение шпильки: а) по ГОСТ; б) упрощенное и условное

Пример условного обозначения шпильки диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска g6, длиной $l = 90$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька М16-g6х90.58 ГОСТ 22032 – 76

Шпилька М16-г6х90.58 ГОСТ 22034 – 76

Шпилька М16-г6х90.58 ГОСТ 22038 - 76

То же с мелким шагом резьбы $P = 1,5$ мм, класса прочности 10.9, из стали 40Х, с покрытием 02, толщиной 6мкм:

Шпилька М16х1,5-г6х90.109.40Х.026 ГОСТ 22032 – 76

Шпилька М16х1,5-г6х90.109.40Х.026 ГОСТ 22034 – 76

Шпилька М16х1,5-г6х90.109.40Х.026 ГОСТ 22038 - 76

Упрощенное и условное изображение шпильки показано на рис.2б.

1.1.3. Гайка

Гайка представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глухим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку (рис.3). По своей форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые, гайки-барашки и др. Шестигранные гайки подразделяются на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками. Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки (нормальной точности) по ГОСТ 5915 – 70.

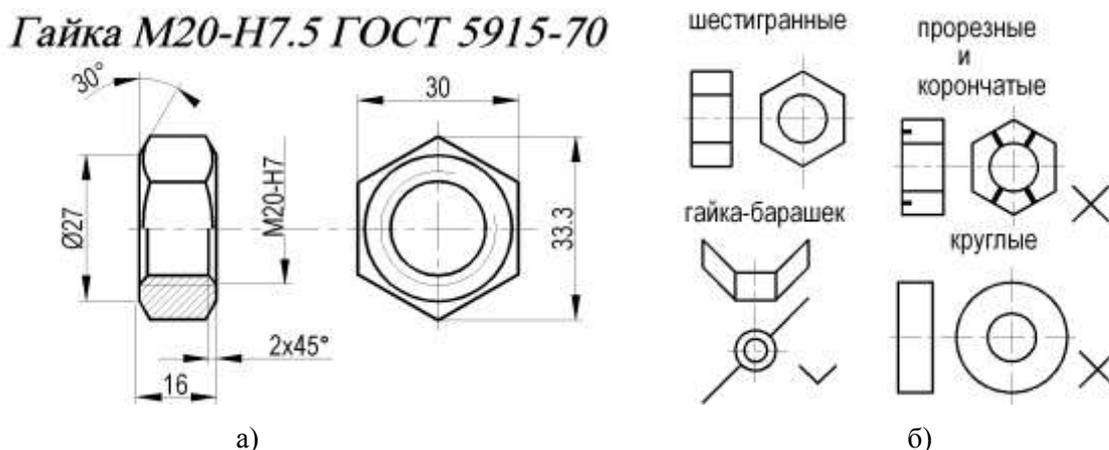


Рис.3. Гайки: а) шестигранная гайка нормальной точности; б) упрощенные и условные изображения гаек

Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы $d = 12$ мм, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска Н7, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М12-Н7.5 ГОСТ 5915 - 70

То же класса прочности 12, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы $P = 1,25$, с полем допуска Н6, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Гайка 2М12х1,25-Н6.12.40Х.016 ГОСТ 5915 – 70

Упрощенные и условные изображения гаек представлены на рис.3б.

1.1.4. Винт

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом. Винты, применяемые для неподвижного соединения деталей, называются крепежными, для фиксирования относительного положения деталей - установочными. По способу завинчивания они разделяются на винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. Головки винтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом см. приложение 2.

Наибольшее применение имеют следующие типы крепежных винтов:

1. С потайной головкой, ГОСТ 17475 - 80;
2. С полупотайной головкой, ГОСТ 17474 - 80;
3. С полукруглой головкой, ГОСТ 17473 - 80;
4. С цилиндрической головкой, ГОСТ 1491 - 80 .

Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы g6, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

- с цилиндрической головкой:

Винт А.М8-g6x50.48 ГОСТ 1491 - 80;

- с полукруглой головкой:

Винт А.М8-g6x50.48 ГОСТ 17473 - 80;

- с полупотайной головкой:

Винт А.М8-g6x50.48 ГОСТ 17474 - 80;

- с потайной головкой

Винт А.М8-g6x50.48 ГОСТ 17475 - 80.

То же класса точности В, с мелким шагом резьбы, с полем допуска g8, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

- с цилиндрической головкой:

Винт В.М8х1-g8х50.48.016 ГОСТ 1491 - 80;

- с полукруглой головкой

Винт В.М8х1-g8х50.48.016 ГОСТ 17473 - 80;

- с полупотайной головкой:

Винт В.М8х1-g8х50.48.016 ГОСТ 17474 - 80;

- с потайной головкой :

Винт В.М8х1-g8х50.48.016 ГОСТ 17475 - 80.

В приложении 2 представлены упрощенные и условные изображения винтов.

1.1.5. Шуруп

Шурупы – это винты, предназначенные для скрепления пластмассовых и деревянных деталей.

Чертежи типовых шурупов выполненных по ГОСТ 1146-80 даны в приложении 3.

На сборочных чертежах используют упрощенные изображения крепежных деталей, а в некоторых случаях – их условные изображения см. приложение 3.

На рис.4 показано упрощенное и условное соединение двух деталей шурупом с полукруглой головкой.

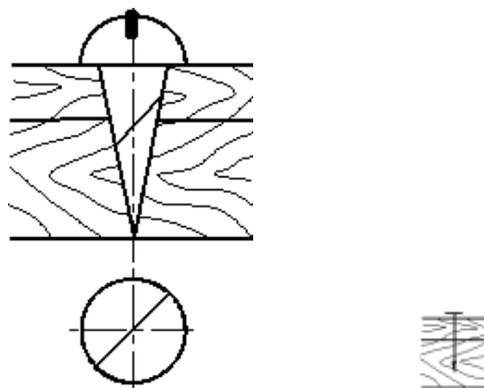


Рис.4. Упрощенное и условное изображение соединения шурупом с полукруглой головкой

1.1.6. Фитинг

Фитинги: угольники, тройники, муфты прямые и переходные и т.п., являются соединительными резьбовыми частями для водо - и газопроводных труб (рис. 5).



Рис.5. Фитинги

Пример условного обозначения прямой длинной муфты без покрытия с $D_u = 25$:

- а) муфта длинная 25 ГОСТ 8955 - 75;
- б) то же с цинковым покрытием:
муфта длинная Ц-25 ГОСТ 8955 - 75.

Примеры условных обозначений труб с условным проходом 25 мм:

- а) трубы черной немерной длины, без резьбы -
Труба 25x3,2 ГОСТ 3262 - 75;
- б) то же с цилиндрической резьбой -
Труба Р-25x3,2 ГОСТ 3262 - 75;
- в) трубы с цинковым покрытием, немерной длины, с цилиндрической резьбой -
Труба Ц-Р-25x3,2 ГОСТ 3262 - 75.

Примеры условных обозначений контргайк с $D_u = 40$ мм:

- а) без покрытия -
Контргайка 40 ГОСТ 8961 - 75;

б) с цинковым покрытием -

Контргайка Ц-40 ГОСТ 3961 - 75.

На крепежных резьбовых изделиях (кроме фитингов) нарезается метрическая резьба с крупными и мелкими шагами по ГОСТ 8724 - 81; допуски резьбы - по ГОСТ 16098 - 81.

На фитингах и трубах нарезается трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357 - 81. Для этой резьбы установлены два класса точности среднего диаметра резьбы - А и В.

При применении резьбового соединения практически всегда используют еще одну деталь, не имеющую резьбу. Это разного вида шайбы. Основная цель которых – это уменьшение смятия деталей, предохранение чистых поверхностей от царапин при завинчивании гайки, перекрытие большого отверстия зазора. Применяют так же и стопорные и предохранительные шайбы. Они предохраняют соединение от самоотвинчивания.

1.1.7. Шайба

По назначению и форме шайбы делятся на следующие типы: обычные - ГОСТ 11371-78; пружинные (гровер) ГОСТ 6402-70; стопорные - ГОСТ 13463-77, 13464-77, 11872-73, 13465-77; косые - ГОСТ 10906-78. Шайбы подкладывают под гайки болтов, винтов для предохранения поверхности детали от смятия, а также для предотвращения самоотвинчивания гаек, болтов, винтов. Кроме того, применение шайбы способствует более равномерному распределению давления на соединяемые детали.

Шайба ГОСТ 11648/DIN 6799 изображена на рисунке 6.

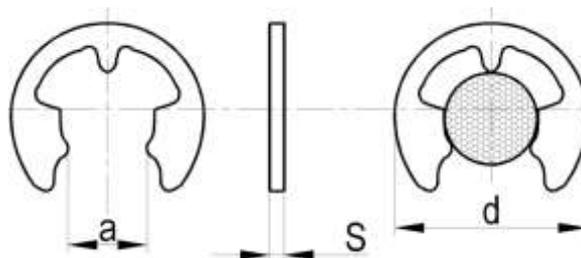


Рис.6. Шайба

Шайбы зубчатые ГОСТ 10463 / DIN 6798 (форма А, J, V) применяется для решения любых монтажных работ (рис.7а). Шайба косая ГОСТ 10906 / DIN 434 показана на рисунке 7б.

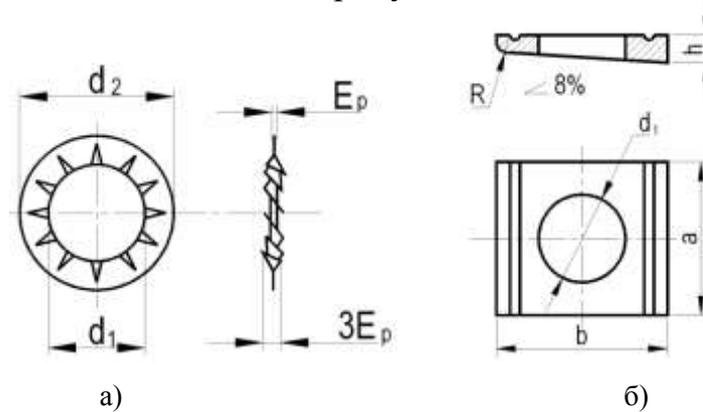


Рис.7. Шайба: а) зубчатая; б) косая

Шайба многолапчатая ГОСТ 11872/DIN 5406 приведена на рисунке 8.

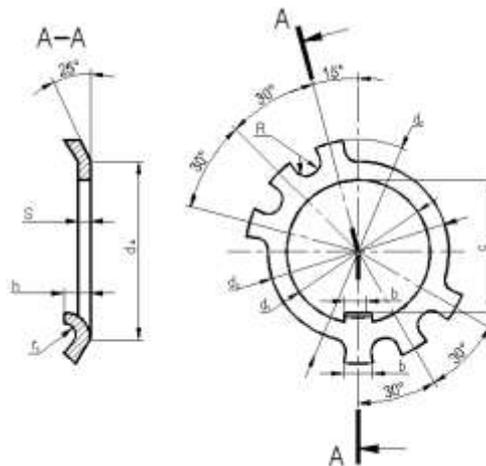


Рис.8. Шайба многолапчатая

Шайба пружинная (гровер) ГОСТ 6402 / DIN 127 имеет особую конструкцию (рис.9а).

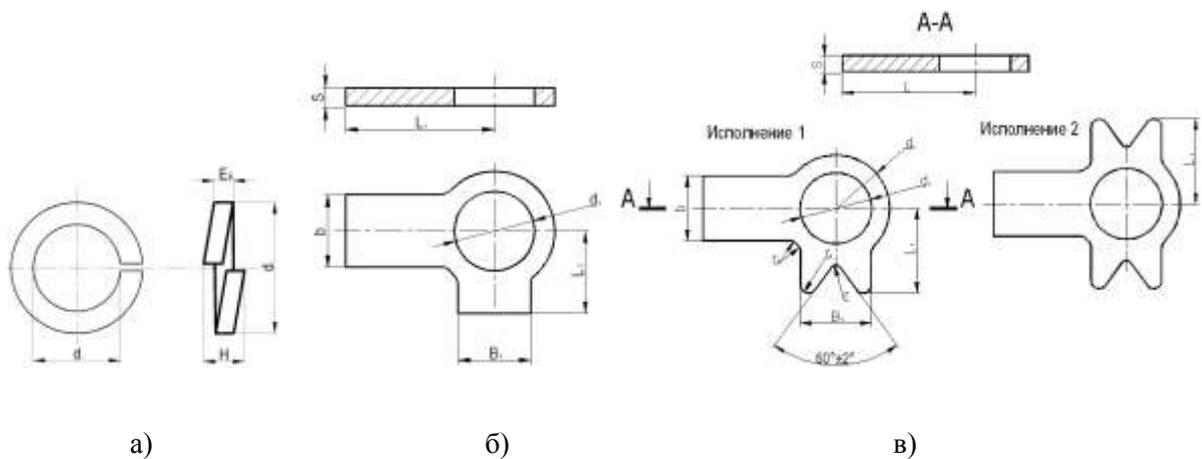


Рис.9. Шайбы: а) шайба - гровер; б) стопорная с лапками; в) стопорная с лапками разного исполнения

Шайба стопорная обычная приведена на рисунке 9 б.

Шайбы стопорные с лапками ГОСТ 13463 / DIN 463 выполняются в двух исполнениях (рис.9 в).

На сборочных чертежах шайбы показывают в упрощенном виде. На рисунке 10 приведены упрощенные и условные изображения шайб.

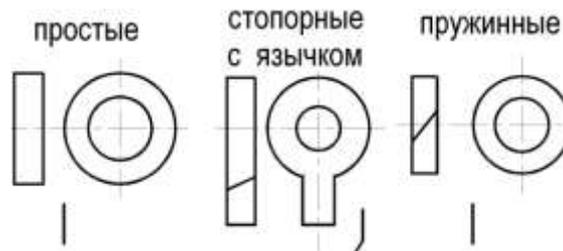


Рис.10. Упрощенные и условные изображения шайб

1.1.8. Соединение болтом

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

При вычерчивании болтового соединения конструктивные размеры болта, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов. Для определения длины l болта необходимо составить сборочную размерную цепь. На рис. 11а показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи болтового соединения. Эта размерная цепь позволяет определить длину l болта, обеспечив при этом необходимый запас резьбы при выходе конца болта из гайки (размер a). Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением

$$l = b + f + h + S_{ш} + m + a + c,$$

где:

b, f, h - толщина соединяемых деталей;

$S_{ш}$ - толщина шайбы;

m - высота гайки;

а - запас резьбы при выходе болта из гайки;

с - высота фаски болта.

Величины b , f , h известны; $S_{ш}$ и m даны в соответствующих стандартах; c и a выбираются в зависимости от шага резьбы. Полученный размер округляется до ближайшего размера длины болта по таблице ГОСТ 7798 - 70. По той же таблице определяется длина резьбы l_0 .

На рис.11б показано упрощенное и условное изображение соединения деталей с применением откидного болта с круглой головкой, шайбы и гайки-барашка.

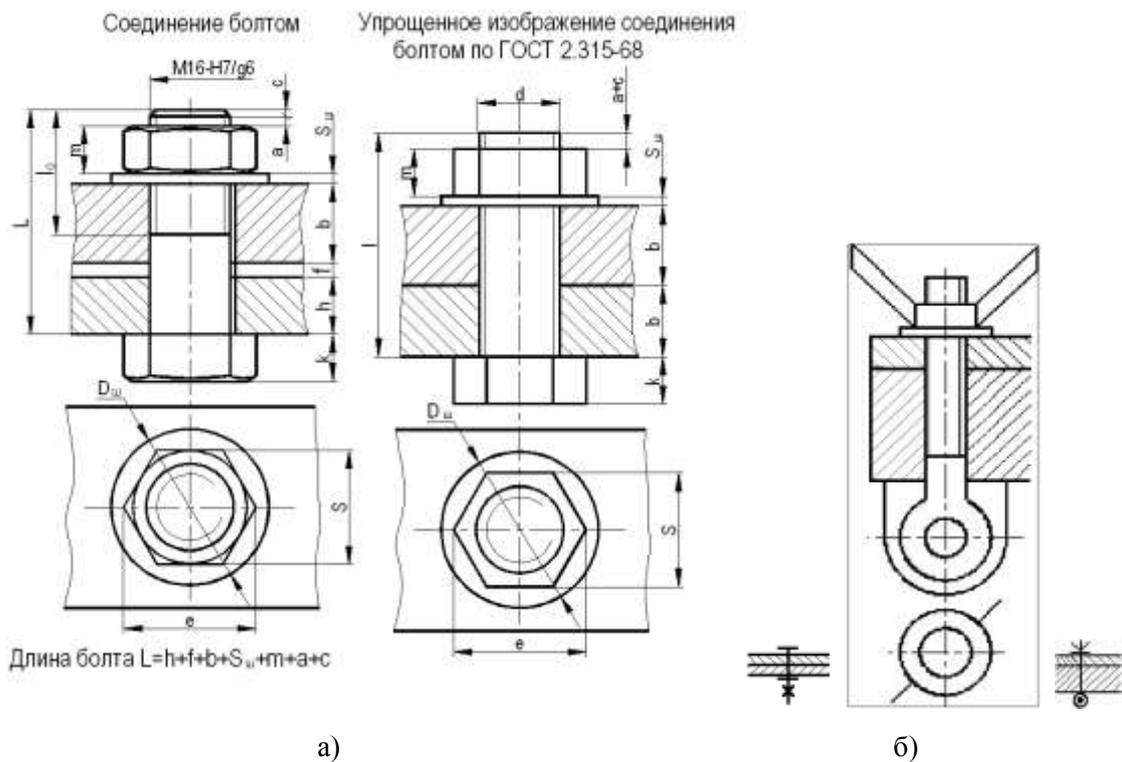


Рис.11. Соединение болтом: а) соединение и упрощенное изображение соединения болтом; б) упрощенное и условное изображение соединения болтом с применением откидного болта с круглой головкой, шайбы и гайки-барашка

1.1.9.Соединение шпилькой

Соединение двух или большего количества деталей осуществляемое при помощи шпильки, гайки и шайбы называется шпилечным соединением (рис.12).

Его используют вместо болтового, когда изготавливать сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за

значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта. Длину l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали по таблице стандарта.

Сначала отверстие под шпильку высверливают, затем делают фаску, после чего нарезают резьбу (гнездо под шпильку). На стяжной конец шпильки надевают другие, скрепляемые с первой, детали, имеющие гладкие соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр шпильки. На конец шпильки, выступающий из скрепляемых деталей, надевают шайбу и навинчивают гайку. При вычерчивании соединения шпилькой конструктивные размеры шпильки, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов.

При выборе шпильки необходимо обратить внимание на то, что длина l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца зависит от материала детали, в которую она ввинчивается:

- 1) $l_1 = d$ для стальных, бронзовых, латунных деталей и деталей из титановых сплавов;
- 2) $l_1 = 1,25 d$ для деталей из ковкого и серого чугуна;
- 3) $l_1 = 2 d$ для деталей из легких сплавов, где: d - наружный диаметр резьбы шпильки.

Для определения длины гаечного конца шпильки необходимо составить сборочную размерную цепь.

На рис. 12 показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи соединения шпилькой. Эта размерная цепь позволяет определить длину гаечного конца шпильки, обеспечив необходимый запас резьбы при выходе конца шпильки из гайки (размер a).

Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением

$$L = b + S + m + a + c,$$

где:

b - толщина присоединяемой детали;

S - толщина шайбы;

m - высота гайки;

a - запас резьбы при выходе шпильки из гайки;

c - высота фаски шпильки.

Величина b известна; S и m даны в соответствующих стандартах; c и a выбираются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы.

Полученный размер L округляется до ближайшего размера стяжного конца шпильки по таблице стандарта. По этой же таблице определяется длина l_0 нарезанной части шпильки под гайку. Глубина l сверленного под резьбу отверстия и длина l_1 резьбы подсчитываются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы. Диаметры отверстий под нарезание метрической резьбы выбираются по таблице стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы и шага резьбы.

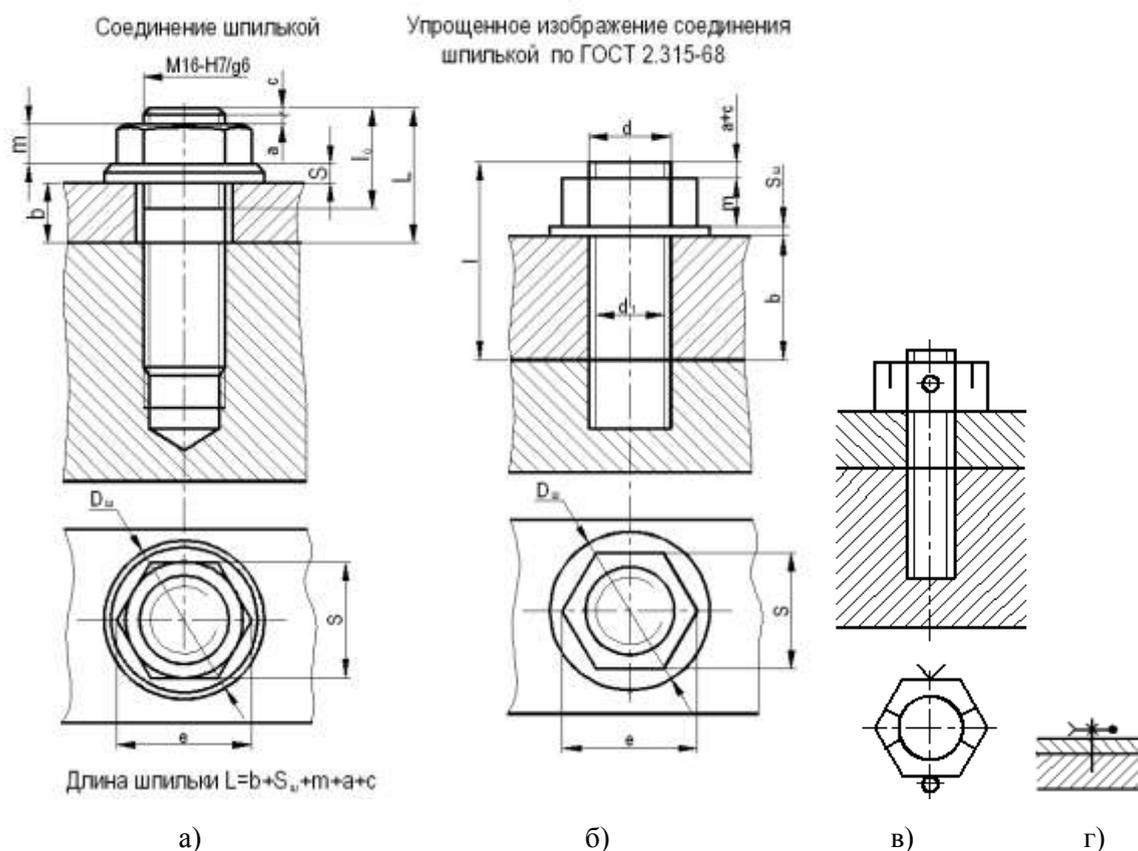


Рис.12. Резьбовое соединение: а) соединение шпилькой; б) упрощенное изображение соединения; в) упрощенное изображение соединения шпилькой, корончатой гайкой и шплинтом; г) условное изображение соединения шпилькой, корончатой гайкой и

ШПЛИНТОМ

1.1.10. Соединение винтом

При помощи крепежных винтов можно скреплять две и более детали. Для этого в последней из них делается резьбовое отверстие, а в остальных - гладкие соосные отверстия диаметром, большим диаметра винта. Винт свободно проходит через гладкие отверстия скрепляемых деталей и ввинчивается в резьбовое отверстие последней из них (рис.13).

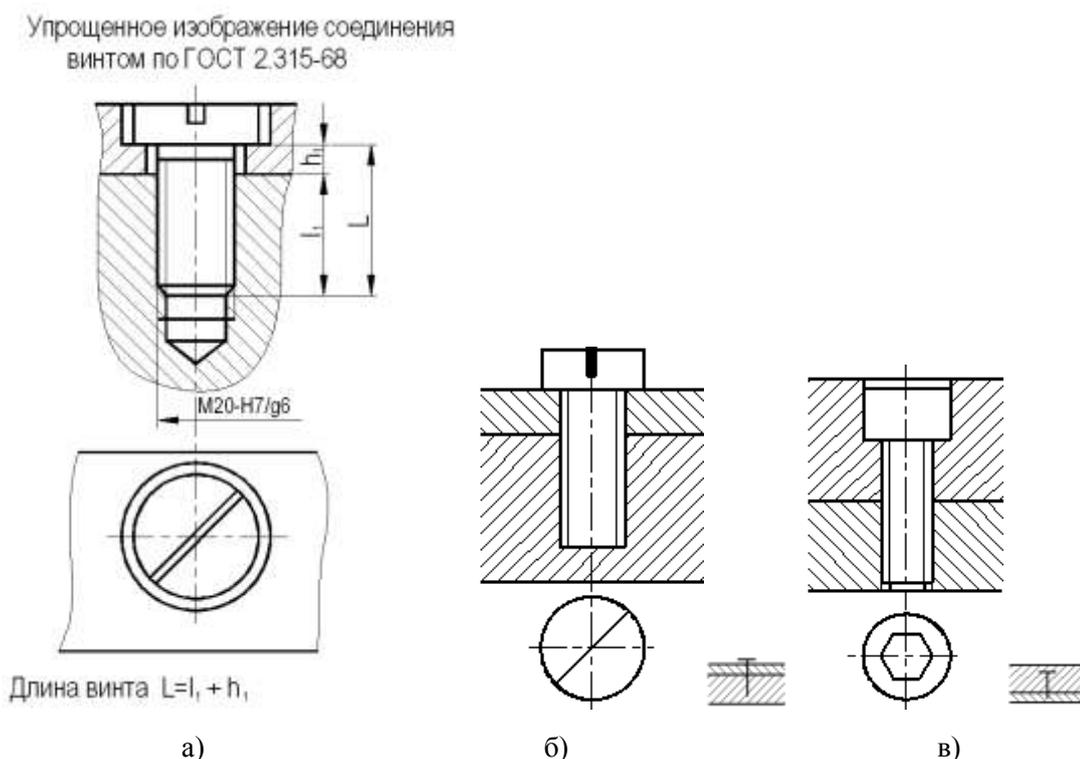


Рис.13. Винтовые соединения: а) упрощенное изображение соединения винтом; б) упрощенное и условное изображение соединения деталей с применением винта с цилиндрической головкой; в) винтом с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ

На рисунках 13б и 13в показано, как выглядят упрощенные и условные изображения соединений деталей машин с применением винта с цилиндрической головкой, винтом с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ.

Глубина l_1 ввинчивания винта зависит от материала детали и принимается равной $1 d$ для стали, бронзы и латуни, $1,25 d$ - для ковкого и серого чугуна и $2 d$ - для легких сплавов (d - наружный диаметр резьбы винта).

В первой из скрепляемых деталей делается коническая зенковка (углубление под головку) для винтов с полупотайной и потайной головками или цилиндрическая - для винтов с цилиндрической головкой.

Для подсчета длины винта необходимо составить сборочную размерную цепь (рис.13а). Полученный в результате подсчета размер округляется до ближайшего размера длины винта по таблице соответствующего стандарта. По этой же таблице определяется длина нарезанной части винта. Составляя размерную цепь, необходимо обратить внимание на то, что у винтов с потайной и полупотайной головками потайная часть ее включается в длину винта. При вычерчивании соединения деталей при помощи винтов конструктивные размеры винтов берутся из соответствующего стандарта. Шлицы головок винтов на сборочных чертежах, на видах сверху (или слева), изображаются под углом 45° к рамке чертежа в соответствии с ГОСТ 2.315 - 68.

Если линия шлица, проведенная под углом 45° к рамке чертежа, совпадает с центральной линией или близка по направлению к ней, то линия шлица проводится под углом 45° к центральной линии (рис.14) .

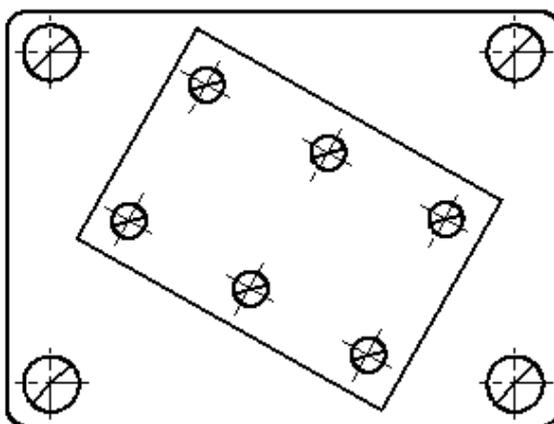


Рис.14. Изображение шлицов на головках крепежных деталей под углом 45° к центральной линии.

Диаметры отверстий в скрепляемых деталях для прохода винтов выбираются по таблице стандарта в зависимости от диаметров стержней крепежных деталей.

Размеры зенковок под винты с полупотайной, потайной и цилиндрической головками в таблице стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы.

1.1.11. Соединение фитингами

Соединение водо - и газопроводных труб производится при помощи соединительных резьбовых частей - фитингов (угольников, тройников, муфт и т. п.) (рис.15).

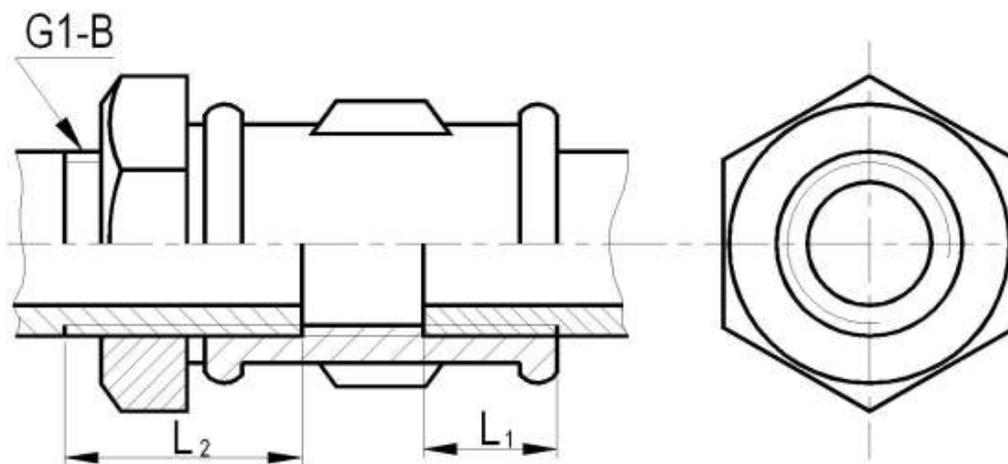


Рис.15. Упрощенное изображение трубного соединения

При вычерчивании соединения труб муфтой конструктивные размеры труб, муфты и контргайки берутся из соответствующих стандартов. На одной трубе длина резьбы со стороны муфты должна быть L_1 , на другой - L_2 . Каждая из труб ввинчивается в муфту на величину L_1 , контргайка навинчивается на трубу со стороны более длинной резьбы (L_2) и служит для стопорения муфты.

На сборочных чертежах и чертежах общих видов изображение крепёжных деталей (упрощённое или условное) выбирают в зависимости от назначения и масштаба чертежа. Крепёжные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно. Размер изображения должен давать полное представление о характере соединения.

Если предмет, изображенный на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений, то крепежные детали, входящие в эти соединения, следует показывать условно или упрощенно в одном - двух

местах каждого соединения, а в остальных – центровыми или осевыми линиями (рис.16) .

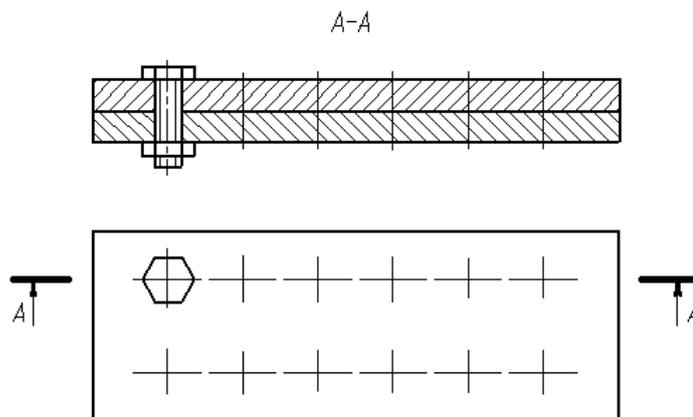


Рис.16. Изображение на сборочном чертеже ряда однотипных соединений

Если на чертеже имеется несколько групп крепежных деталей, различных по типам и размерам, то вместо нанесения повторяющихся номеров позиций рекомендуется одинаковые крепежные детали обозначать условными знаками, а номер позиции наносить только один раз (рис.17) .

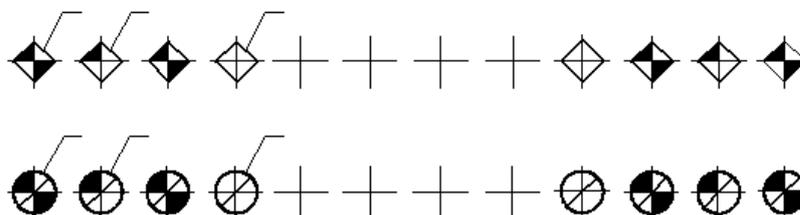


Рис.17. Изображение на сборочном чертеже групп крепежных деталей

В строительных чертежах допускается одинаковые группы крепежных деталей обводить сплошной тонкой линией с поясняющей надписью на полке линии-выноски; при этом преобладающие крепежные детали не обводят и не оговаривают в общих указаниях к чертежу.

1.2. Хомуты и соединения хомутами

Для соединения, герметизации и фиксации в конструкции различных труб и трубковидных элементов используют специальные крепежные элементы – хомуты и стяжки. Обычно эти изделия представляют собой гнутую металлическую профилированную пластину, концы которой фиксируются стяжными болтами. В зависимости от толщины и материала

пластины, прочность хомута может быть различной. В номенклатуре метизов выделяют обычные и усиленные (применяемые для высоконагруженных шлангов) хомуты. Чаще всего для изготовления хомутов используется сталь, защищенная гальваническим покрытием.

В особую группу выделяют широко распространенные червячные хомуты – их стяжной винт передает усилие по червячному типу, перемещаясь по нанесенный на корпус накатке (рис.18). Такой тип соединения обеспечивает большой предельный момент при затяжке, равномерное усилие сжатия по периметру, и, что особенно важно, высокую вибростойкость. Эти качества определяют широкую область применения червячных хомутов. Их используют практически во всех отраслях машиностроения, в технологическом оборудовании, при монтаже любых бытовых систем.

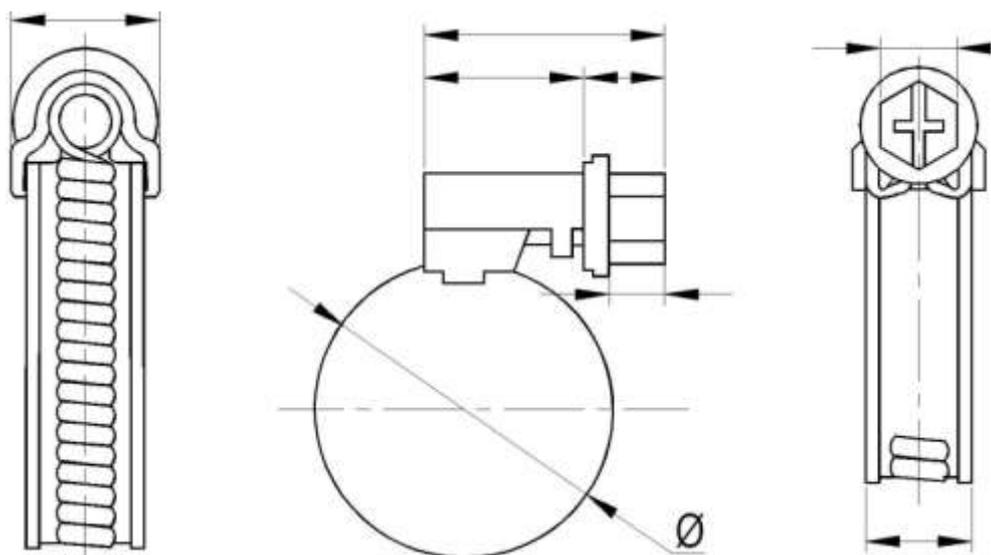


Рис.18. Хомуты и винты червячные

Червячный винт может иметь различные головки; некоторые производители выпускают финты с фирменным фигурным шлицем. Наиболее распространенный вариант – шестигранная головка с прямым шлицевым или крестообразным пазом. На внутренней, прилегающей к фиксируемой трубе, части хомута может иметься резиновая прокладка. Она повышает надежность фиксации и помогает избежать коррозии в месте контакта. Размерный ряд хомутов, выпускаемых подавляющим большинством производителей – от ½ дюйма до 4 дюймов, некоторые

фирмы предлагают хомуты размером до 9 дюймов (рис.18). Для крепления кабелей часто используют стяжки кабельные. Это элементы из гибкого пластика, снабженные по всей длине зубчиками, за которые в любом месте может быть зафиксирована защелка.

1.3. Шпонки и соединения шпонками

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах соединяемых деталей для предотвращения их перемещения относительно друг друга при передаче крутящего момента. Преимущественно применяются при соединении валов или осей со ступицами вращающихся деталей. Соединения деталей машин шпонками бывает двух типов – неподвижные и подвижные. Наиболее распространено неподвижное шпоночное соединение. С помощью шпонок на валы крепятся детали, такие как: шкивы, зубчатые колеса, кулачки, муфты, звездочки цепных передач. Эти соединения просты по выполнению, компактны, легко собираются и разбираются.

Стандартами предусмотрено изготовление призматических, клиновых и сегментных шпонок (рис.19). Клиновые шпонки образуют напряженные соединения, т.е. напряжения образуются до приложения внешней нагрузки, и призматические – образуют ненапряженные соединения.

Соединения клиновыми шпонками характеризуется свободной посадкой ступицы на вал, шпонка в пазе размещается с зазорами по боковым граням и передача вращающего момента от вала к ступице происходит за счет сил трения.

Клиновья форма шпонки может вызвать перекос детали. Обработка паза в ступице с уклоном, равным уклону шпонки, создает технологические трудности и часто требует индивидуальной подгонки. Поэтому в современном производстве они уже редко используются.

Соединение призматическими шпонками ненапряженное, поэтому требует изготовления вала и отверстия с большой точностью. Часто посадка ступицы на вал производится с натягом.

Сегментные шпонки являются разновидностью призматических шпонок. Их принцип работы подобен принципу работы призматических шпонок. Сегментные шпонки чаще используют при закреплении деталей на малонагруженных участках вала, например на концах валов.

Стандарт ГОСТ 23360 – 78 устанавливает размеры и предельные отклонения призматических шпонок и соответствующих им шпоночных пазов на валах и втулках (рис.19а).

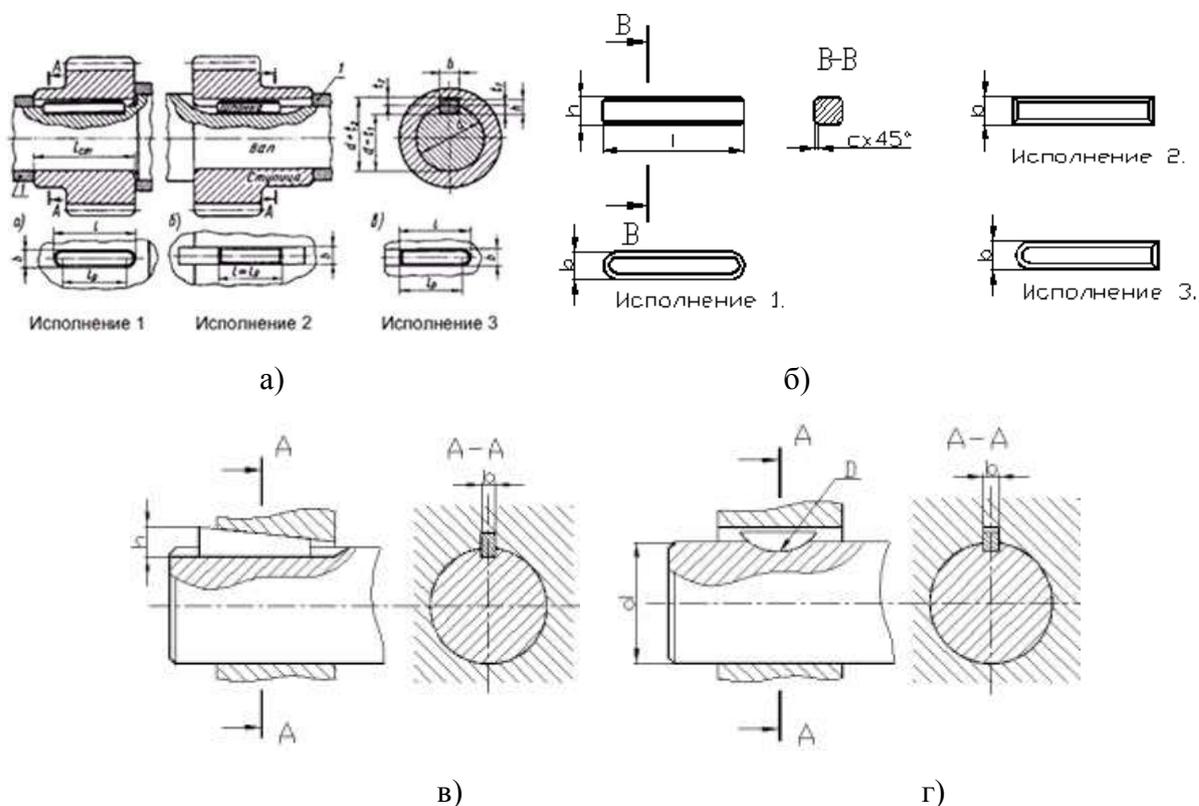


Рис.19. Соединения шпонкой: а) призматической; б) виды призматических шпонок; в) клиновой шпонкой; г) сегментной шпонкой

При выполнении чертежей соединений, фаски не указывают. Если шпонка изображается в виде рабочего чертежа, то на нем должны быть показаны фаски и скругления, а так же размеры всех элементов шпонки (рис.19б).

Стандарт ГОСТ 8790 – 79 нормирует размеры направляющих шпонок и пазов под них для валов диаметром от 22 до 200мм.

Гост 24068 – 80 распространяется на шпоночные соединения клиновыми шпонками с головкой и без головки. Клиновые шпонки рекомендуются для неподвижных соединений с обязательным выходом шпоночного паза на торце вала (рис.19в).

ГОСТ 24071-80 устанавливает размеры и предельные отклонения размеров сегментных шпонок и соответствующих им шпоночных пазов на валах и втулках. Они рекомендованы только для неподвижных соединений. Предельные отклонения ширины паза вала и втулки зависят от назначения шпоночного соединения (рис.19г).

В качестве шпонок допускается использовать стандартные цилиндрические штифты, устанавливаемые с торца в отверстиях, соединяемых деталей.

В качестве шпонок можно использовать тангенциальные шпонки (рис.20). Тангенциальная шпонка состоит из двух односкосных клиньев с уклоном 1:100 каждый. Работает узкими боковыми гранями. Клинья вводятся в пазы вала и ступицы ударом; образуют напряженное соединение. Распорная сила между валом и ступицей создается в касательном (тангенциальном) направлении. Применяют для валов диаметром свыше 60 мм при передаче больших вращающих моментов с переменным режимом работы (крепление маховика на валу двигателя внутреннего сгорания и др.). Изготавливаются по стандартам (ГОСТ 24069-80 и 24070-80), охватывающим два вида соединений: шпонки тангенциальные, нормальные для валов диаметром 60 – 1000 мм и усиленные для валов диаметром 100 – 1000 мм. Работают узкими гранями. Вводятся в пазы ударом. Создают напряженное соединение. Натяг между валом и ступицей создается в касательном (тангенциальном) направлении. При реверсивной работе ставят две пары тангенциальных шпонок под углом 120°. В современном производстве имеют ограниченное применение.

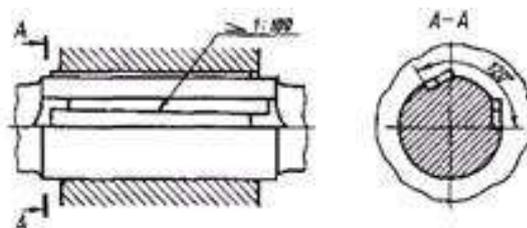


Рис.20. Соединение тангенциальными шпонками

В условных обозначениях призматических и клиновых шпонок указывают номер исполнения (кроме исполнения 1), размеры поперечного сечения, $b \times h$, длину l и номер стандарта. Для сегментных шпонок длина в обозначении не указывается.

Пример условного обозначения:

Призматическая шпонка исполнения 1 с размерами $b=10$ мм, $h=7$ мм, $l=28$ мм:

Шпонка 10x7x28 ГОСТ 23360 – 80.

Пример условного обозначения сегментной шпонки исполнения 1 сечением $b \times h = 5 \times 6,5$ мм:

Шпонка 5 x 6,5 ГОСТ 24071 - 80.

Достоинством использования призматических шпонок является простота конструкции и сравнительно низкая стоимость подобного соединения. К недостаткам можно отнести то, что такое соединение ослабевает вал и ступицу шпоночными пазами. Шпоночные соединения не рекомендуют использовать для быстроходных динамически нагруженных валов.

1.4. Штифты и штифтовые соединения

Штифты применяют для точного взаимного фиксирования деталей, а также для скрепления деталей машин, передающих небольшие нагрузки, чаще всего их устанавливают для закрепления деталей на конце вала.

Штифты делят на установочные и крепежные. По форме различают конические ГОСТ 3129-70 и цилиндрические штифты ГОСТ 3128-74.

Цилиндрические штифты устанавливают в отверстия с натягом. Конические штифты изготавливают с конусностью 1:50. Для удобства

демонтажа конические штифты выполняют с резьбой ГОСТ 9464-74 и резьбовой цапфой по ГОСТ 9465-74

Штифты применяются в разъемных соединениях, в качестве установочных, контрольных и предохранительных деталей. Штифт представляет собой стержень цилиндрической или конической формы со сплошным или кольцевым сечением. Штифты изготавливаются из стали и обрабатываются на токарных станках.

Отверстие под штифт сверлится и развертывается в соединяемых деталях одновременно, после их сборки. Ось отверстия для штифта обычно совпадает с линией контакта деталей. Штифтами осуществляют правильную взаимную установку деталей.

Штифты цилиндрические (рис.21) выполняются по ГОСТ 3128 – 70.

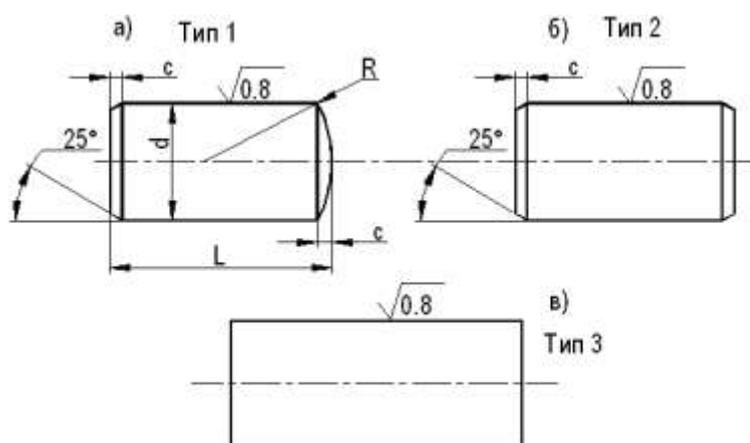


Рис.21. Штифты цилиндрические: а) тип 1; б) тип 2; в) тип 3

Конические штифты (рис.22) выполняются по ГОСТ 3129 – 70.

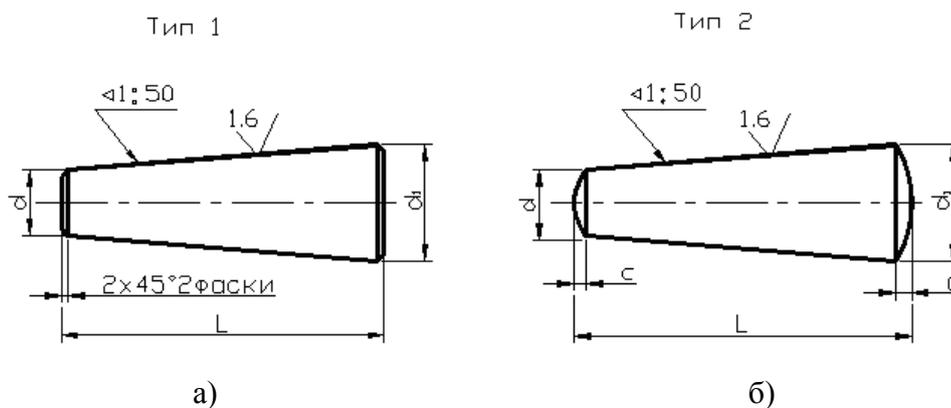


Рис.22. Штифты конические: а) тип 1; б) тип 2

Штифт ГОСТ 9464-80/DIN 7878/ISO 8736 показан на рис.23а.

Штифт ГОСТ 14229-80 / DIN 1481 / ISO 8752 показан на рис.23б.

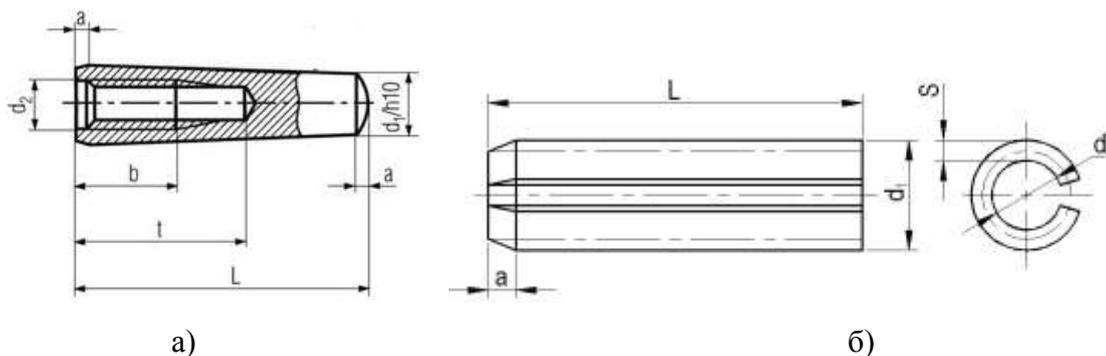


Рис.23. Штифты: а) штифт по ГОСТ 9464-80; б) штифт по ГОСТ 14229-80

Известны такие виды штифтов: цилиндрические (рис.24,а,б), конические (рис.24, в, г, д), цилиндрические пружинные разрезные (рис.24, е), просечённые цилиндрические, конические и др. (рис.24, ж, з, и, к), простые, забиваемые в отверстия (рис.24, б, в), выбиваемые из сквозных отверстий с другой стороны (гладкие, с насечками и канавками, пружинные, вальцованные из ленты, снабжённые резьбой для закрепления или извлечения (рис.24, д) и т.д. Применяются специальные срезаемые штифты, служащие предохранителями.

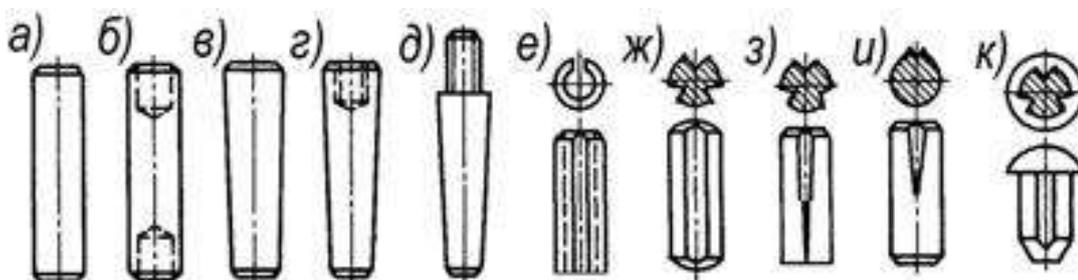


Рис.24. Разные виды штифтов

Материал штифтов – сталь 45. Возможно, использование других марок сталей, а также латуни и бронзы.

Предельные отклонения диаметра:

- цилиндрических штифтов типа 1 - m6, типа 2 – h8, типа 3 – h11;
- конических штифтов типа 1 – h10, типа 2 - h11;
- предельные отклонения конусности штифтов типа 1 - $\pm AT8/2$, типа 2 - $AT10/2$;
- предельные отклонения длины штифтов всех видов J_s15 .

Упрощенное и условное изображение соединения штифтом показано на рисунке 25.

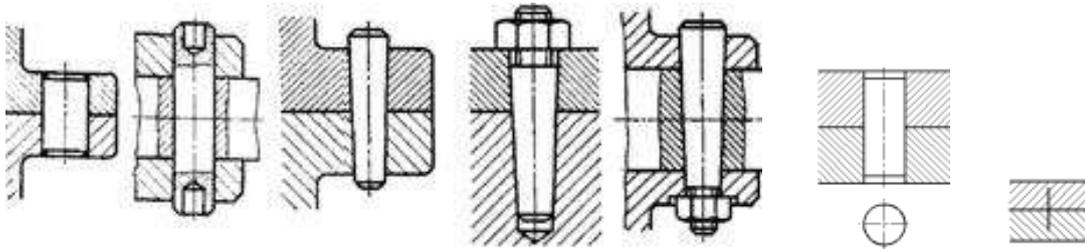


Рис.25. Соединения штифтом, упрощенное и условное изображение соединения штифтом

Штифтовые соединения служат для соединения осей и валов с установленными на них деталями при передаче небольших вращающихся моментов. Образуются совместным сверлением соединяемых деталей и установкой в отверстие с натягом специальных цилиндрических или конических штифтов. Соединения предназначены для точного взаимного фиксирования деталей, а также для передачи небольших нагрузок.

При больших нагрузках ставят два или три штифта под углом 180° и 120° соответственно.

Достоинства штифтовых соединений:

- простота конструкции;
- простота монтажа-демонтажа;
- точное центрирование деталей благодаря посадке с натягом;
- работа в роли предохранителя, особенно при креплении колёс к валу.

Недостатком штифтовых соединений является ослабление соединяемых деталей отверстием.

Подобно заклёпкам штифты работают на срез и смятие.

1.5. Шплинты и соединения шплинтами

Шплинты используются для предотвращения самоотвинчивания конических и шлицевых гаек и продольной фиксации деталей на гладких валах и осях (рис.26а). Их выполняют по ГОСТ 397 – 79.

Условное обозначение покрытий соответствует ГОСТ 21495 – 76.

Толщина металлических покрытий от 6 до 12 мкм.

В условном обозначении шплинта указывают условный диаметр, длину, условное обозначение материала и покрытия, толщину покрытия, номер стандарта.

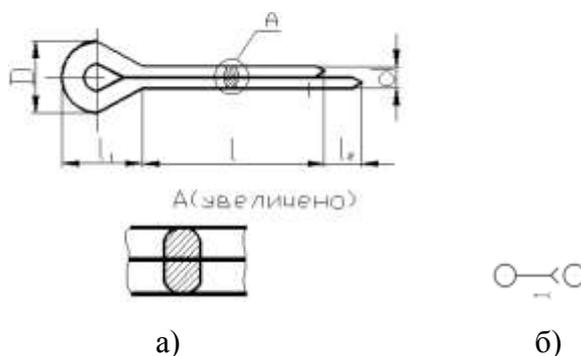


Рис. 26. Шплинты: а) общий вид; б) упрощенное и условное изображение шплинта
Упрощенное и условное изображение шплинта показано на рис.26б.

Соединения шплинтом показаны на рисунке 27.



Рис.27. Соединения шплинтом

1.6. Шлицевые (зубчатые) соединения

Шлицевое соединение образуется выступами вала и такой же формы пазами в ступице колеса. Так как таких выступов несколько, то по сравнению со шпоночным соединением, шлицевое соединение имеет преимущества: возможность передачи больших мощностей, лучшее центрирование втулок и повышение прочности соединения.

В зависимости от формы профиля зубьев различают соединения с прямобочными, эвольвентными и треугольными зубьями. Треугольные зубья мало распространены. Зубья на валах получают фрезерованием, строганием или накатыванием. Зубья в отверстиях образуют протягиванием или долблением.

Прямобочные шлицевые соединения по ГОСТ 1139-80 применяют с центрированием ступицы по наружному диаметру, внутреннему диаметру и боковым сторонам шлицев (рис.28 а).

Прямобоочное соединение характеризуется числом зубьев z , а так же размерами меньшего диаметра d , большего диаметра D и ширины зуба b (рис.28 б).

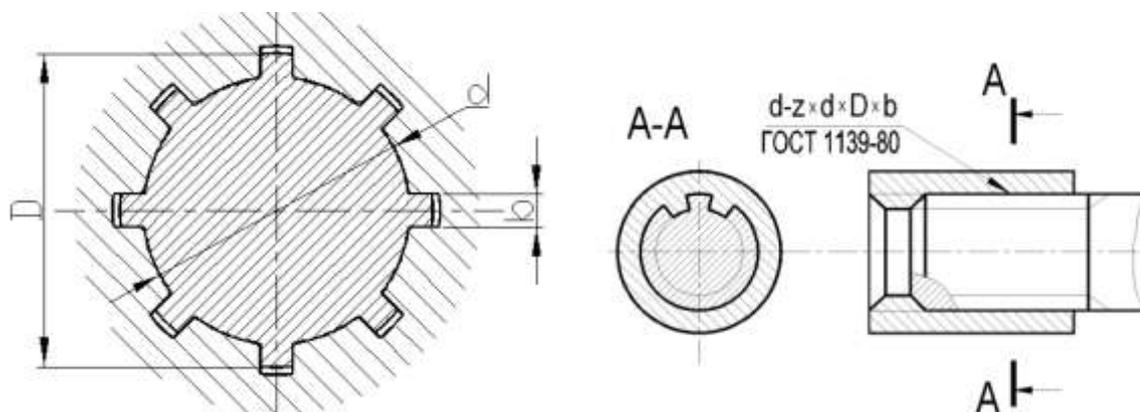


Рис.28. Шлицевое соединение: а) прямобоочный профиль шлица; б) изображение и обозначение прямобоочного зубчатого соединения

Соединения с таким профилем разделяют на три серии: легкую, среднюю и тяжелую, различающиеся высотой и числом зубьев. Боковые стороны профиля параллельны.

Центрирование втулки (ступицы) на валу может осуществляться за счет соприкосновения:

- по окружности диаметра D (наиболее технологичное); при этом будет иметь место зазор по окружности диаметра d ;
- по окружности диаметра d ; зазор – по диаметру D ;
- по боковым сторонам зубьев, т. е. по размеру b ; зазоры при этом получаются по диаметрам d и D .

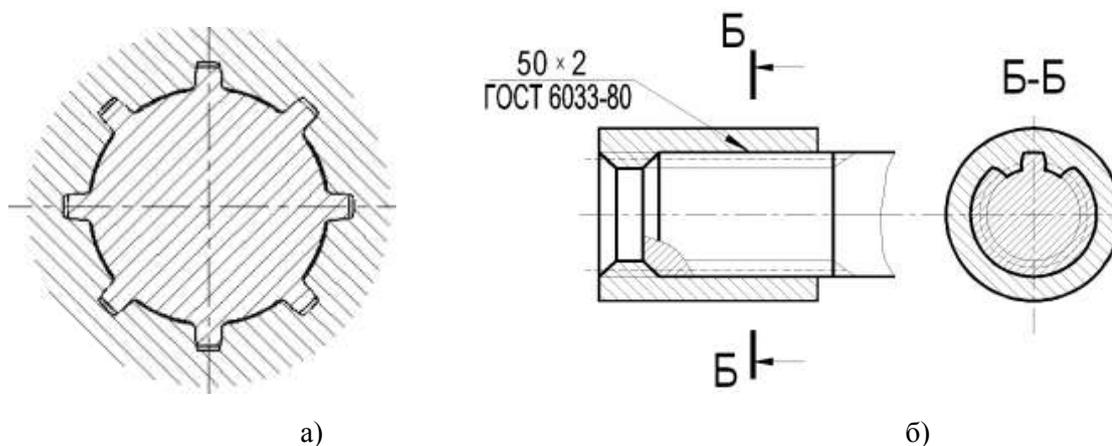


Рис.29. Шлицевое соединение: а) эвольвентный профиль; б) изображение и обозначение эвольвентного зубчатого соединения

Эвольвентный профиль подобен профилю цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем зуба (рис.29а). Зубья с эвольвентным профилем более прочны и просты в изготовлении, чем прямобоочные. Эвольвентные шлицевые соединения с углом профиля 30° по ГОСТ 6033-80 различают с центрированием ступицы по боковым поверхностям шлицев и наружному диаметру и по боковым поверхностям. Эвольвентное зубчатое соединение показано на рисунке 29б.

Треугольные шлицевые соединения используют для неподвижных соединений, передающих малые крутящие моменты, при тонкостенных втулках и для замены прессовых посадок (рис.30). Треугольный профиль имеет зубья небольших размеров. Соединения с таким профилем называют мелко шлицевым.

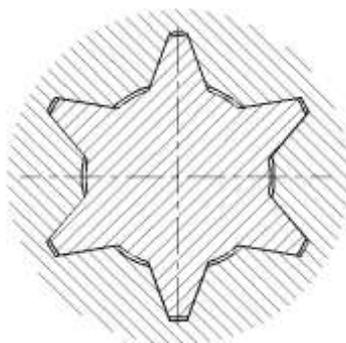


Рис.30. Шлицевое соединение с треугольным профилем шлица

Основные параметры: число зубьев – от 20 до 70, модуль - от 0,2 до 1,5 мм, угол впадины вала – 90° , 72° или 60° . Центрирование осуществляется только по боковым поверхностям зубьев.

Шлицевые соединения изображают по ГОСТ 2.409-74 упрощенно.

Окружности и образующие поверхностей зубьев показаны на чертеже сплошными основными линиями. Образующие поверхностей впадин зубьев на валу вычерчены сплошными тонкими линиями. Образующие поверхностей впадин зубьев на продольном разрезе отверстия вала показаны сплошными основными линиями (рис.31а и б).

На чертеже, содержащем нестандартные шлицевые соединения, помещают изображение профиля зуба и впадины со всеми необходимыми размерами.

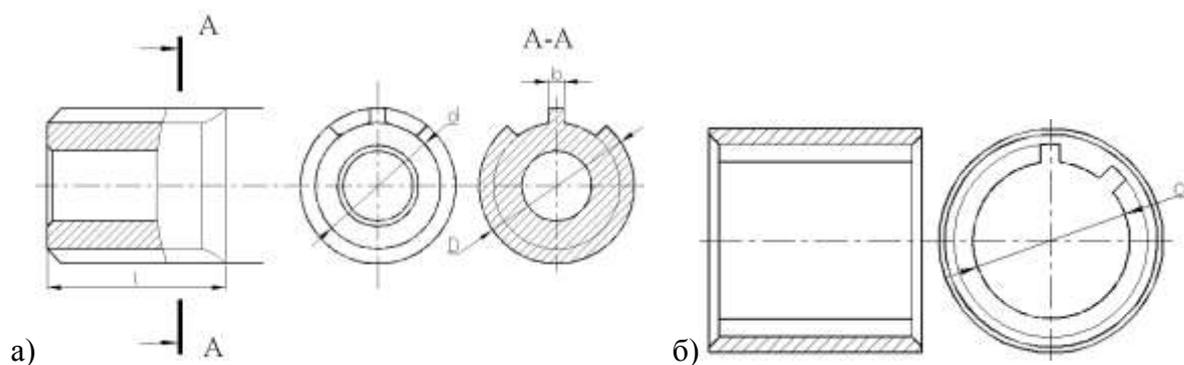


Рис.31. Детали со шлицами: а) условное изображение шлицевого вала; б) условное изображение шлицевой втулки

На рисунке 32 показан пример условного изображения шлицевого соединения прямого профиля.

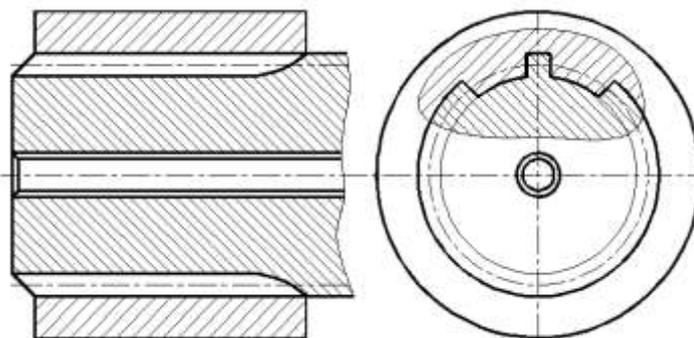


Рис.32. Условное изображение шлицевого соединения прямого профиля

Предусматриваются определенные допуски и посадки шпоночных и шлицевых соединений.

Размеры, допуски и посадки шпоночных соединений с призматическими шпонками устанавливает ГОСТ 23360-78. Он полностью соответствует международным стандартам, не распространяется на шпоночные соединения для крепления режущего инструмента, а также на специальные шпоночные соединения.

Для получения различных посадок призматических шпонок установлены поля допусков на ширину b шпонок, пазов валов и втулок, т.е. по ширине шпоночных соединений применяют посадки в системе вала.

Для ширины шпонки установлено поле допуска $h9$, для высоты шпонки - $h11$, для длины $h14$.

По ширине для призматических шпонок предусмотрено три варианта соединения: свободное, нормальное, плотное.

На основные размеры шпоночных соединений ГОСТ 23360-78 предусматривает следующие поля допусков:

Для свободного соединения установлены поля допусков ширины паза на валу Н9 и для паза на втулке D10.

Для нормального соединения соответственно N9 и Js9.

Для плотного соединения одинаковые поля допусков на ширину b для паза на валу и паза во втулке P9.

Допуски и посадки прямобочных шлицевых соединений.

К основным параметрам прямобочных шлицевых соединений относятся:

- наружный диаметр D ,
- внутренний диаметр d шлицевых валов и втулок;
- число шлицев Z ;
- ширина шлицев и впадин b ;
- угол расположения шлицев.

Допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зубьев (ГОСТ 1139-80) определяются их назначением и принятой системой центрирования втулки относительно вала.

Существует три метода центрирования:

- по наружному диаметру D ;
- по внутреннему диаметру d ;
- по боковым сторонам b (рис.33).

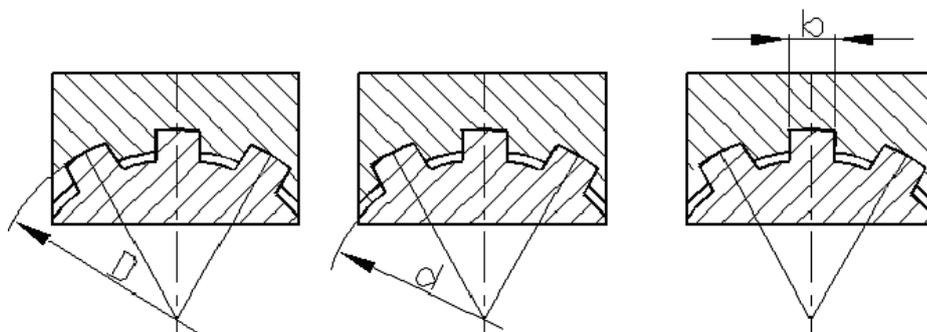


Рис.33. Центрирование шлицевых соединений

Центрирование по внутреннему диаметру d применяется обычно для подвижных соединений и обеспечивает точное центрирование.

Центрирование по наружному диаметру D применяется для неподвижных соединений, а также для подвижных, воспринимающих небольшие нагрузки. Способ прост и экономичен.

Центрирование по боковым сторонам зубьев b применяется редко, т. к. не обеспечивает высокой точности центрирования. Метод способствует более равномерному распределению нагрузки между зубьями.

Посадки шлицевых соединений назначают в системе отверстия по центрирующей цилиндрической поверхности и по боковым поверхностям впадин втулки и зубьев вала, т.е. по d и b или по D и b или только по b .

Допуски и основные отклонения размеров d , D , b шлицевого соединения назначают по ГОСТ 25346-82.

Предпочтительные поля допусков показаны на рис.34.

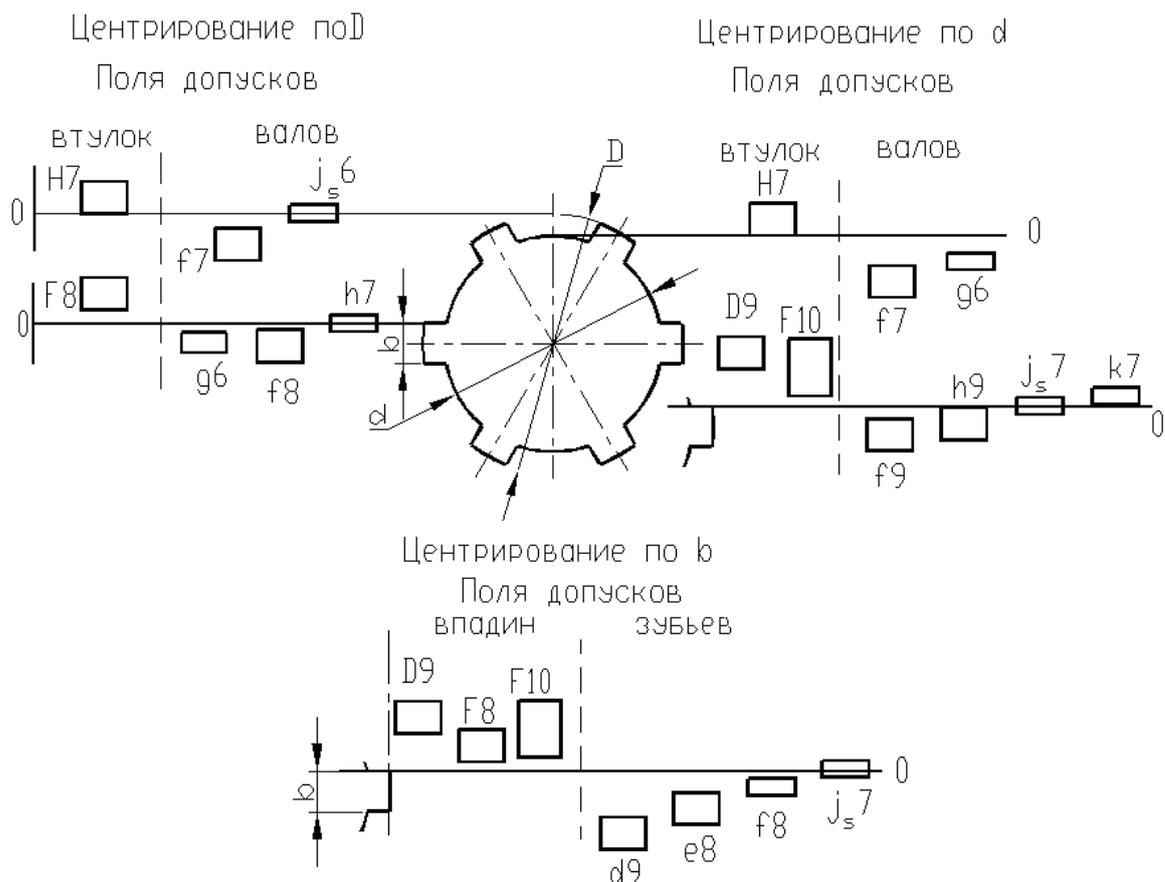


Рис.34. Поля допусков предпочтительного применения для прямоблочных шлицевых соединений

Для не центрирующих диаметров установлены поля допусков, представленные в табл. 1.

Поля допусков для нецентрирующих диаметров

Не центрирующий диаметр	Центрирование по	Поле допуска	
		вала	втулки
d	D или b	c12, a11, b12	H11
D	d или b	a11	H12

Условные обозначения шлицевых соединений валов и втулок должны содержать букву, обозначающую поверхность центрирования (D, d или b); число зубьев z, номинальные значения основных диаметров D, d, и b; обозначения полей допусков или посадок диаметров, а также размера b. Поля допусков и посадки не центрирующих поверхностей можно не указывать.

ГОСТ предусматривает определенные допуски и посадки для эвольвентных шлицевых соединений.

Система допусков и посадок шлицевых соединений с эвольвентным профилем зуба (рис.35) построена с учетом центрирования, которое осуществляется по наружному диаметру D (D_f , d_a), по боковым поверхностям зуба b ($e = S$) и по внутреннему диаметру d (D_a , d_f). Центрирование по внутреннему диаметру не рекомендуется.

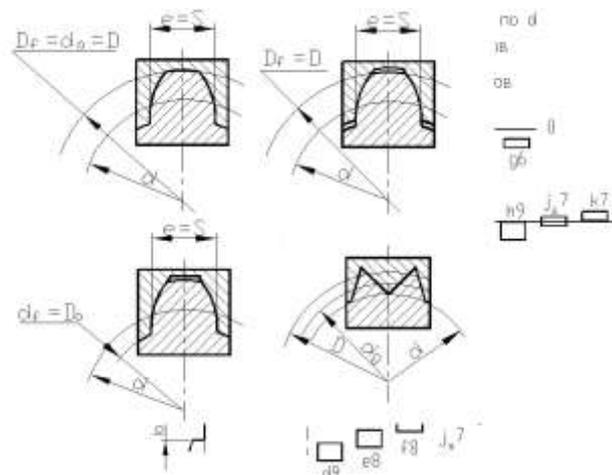


Рис.35. Центрирование шлицевых соединений

Для центрирующих и нецентрирующих диаметров установлены поля допусков из системы допусков и посадок для гладких цилиндрических соединений (ГОСТ25347-82), а для сопряжений по боковым поверхностям зубьев приняты специальные поля допусков. Для основных размеров шлицевых соединений приняты посадки системы отверстия, т.е. втулка является основной деталью системы, а посадки получают, изменяя поля допусков соответствующих размеров валов.

Рассмотрим допуски и посадки при центрировании по боковым поверхностям зубьев.

Для ширины e впадины втулки установлено одно основное отклонение H и степени точности 7, 9, 11, т. е. $H7$; $H9$; $H11$.

Для толщины S зуба вала установлены десять основных отклонений и степени точности 7-11:

a, c, d, f, g, h - для посадок с зазором;

k, n - для переходных посадок;

p, r - для посадок с натягом.

Отклонения размеров e и S отсчитывают от их общего номинального размера по дуге длительной окружности, причем $e = S$.

Поля допусков на размеры e и S обозначают числом, указывающим принятую степень точности с последующим буквенным обозначением основного отклонения, например $9H, 8p$. Посадки обозначают по обычным правилам. Если посадки образованы из полей допусков одинаковой степени точности, то цифру дважды не указывают.

Рассмотрим допуски и посадки при центрировании по наружному диаметру.

Установлены два ряда полей допусков для центрирующих диаметров окружности впадин втулки D_f и окружности вершин зубьев вала d_a :

ряд 1: $H7$ для D_f

$n6, js6, h6, g6, f7$ для d_a

ряд 2: $H8$ для D_f

n6, h6, f7 для d_a

Первый ряд предпочтителен.

Поля допусков ширины впадины e втулки - 9H или 11H

толщины S зуба вала - 9h, 9g, 9d, 11c, 11a.

Условные обозначения эвольвентных шлицевых соединений должны содержать номинальный диаметр соединения, модуль, обозначения посадки или полей допусков вала и втулки (помещают после размеров центрирующих элементов) и номер стандарта, т.е. ГОСТ 6033-80.

В условном обозначении шлицевого соединения с прямобочным профилем зубьев указывают: систему центрирования втулки относительно вала, число зубьев Z , внутренний диаметр d , наружный диаметр D и ширину зуба b . Условное обозначение прямобочного шлицевого соединения с числом зубьев $Z = 8$, внутренним диаметром $d = 36$ мм, наружным диаметром $D = 40$ мм, шириной зуба $b = 7$ мм: с центрированием по наружному диаметру (D).

$D - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ ГОСТ 1139 - 80;

с центрированием по внутреннему диаметру (d)

$d - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ ГОСТ 1139 - 80;

с центрированием по боковым поверхностям зуба (b)

$b - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ ГОСТ 1139 - 80.

1.7. Соединения клином

Клиновые соединения употребляются в тех случаях, когда необходимо быстро разобрать и вновь собрать скрепляемые детали машин (рис.36).

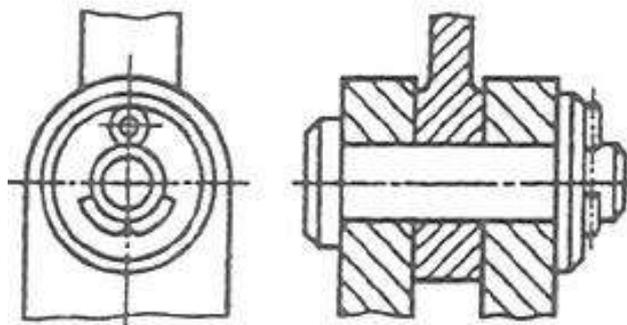


Рис.36. Соединение деталей клином

Клиновое соединение применяется для регулирования зазоров или стягивания деталей.

1.8. Соединения сочленением

В соединениях сочленением (рис.37) выступ одной детали входит в паз или отверстие другой детали; детали поворачиваются одна относительно другой, и тем обеспечивается их соединение.

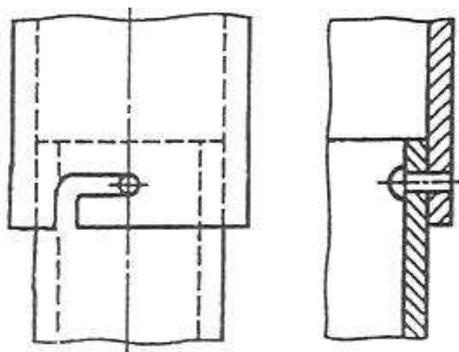


Рис.37. Соединение деталей сочленением

1.9. Профильное соединение

Профильные соединения относятся к бесшпоночным соединениям. Соединяемые детали скрепляются между собой посредством взаимного контакта по некруглой поверхности. Простейшим профильным соединением является соединение с валом или с осью, как показано на рисунке 38 а. Более совершенными являются профильные соединения с овальным контуром поперечного сечения (рис.38 б).

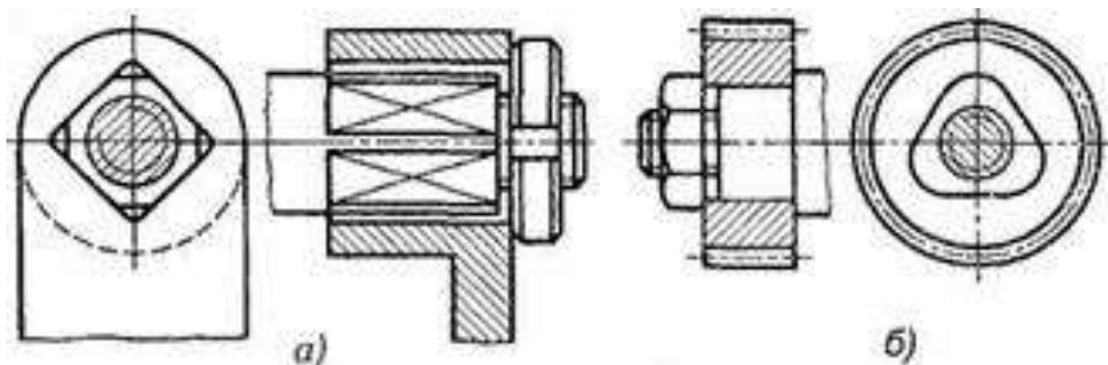


Рис.38. Профильные соединения

По сравнению со шпоночными и шлицевыми соединениями профильные обеспечивают лучшее центрирование и более высокую прочность, но сложность изготовления профильного отверстия ограничивает их применение.

1.10. Клеммовые соединения и их изображение на чертеже

Клеммовые соединения применяют для закрепления деталей на валах и осях, цилиндрических колоннах, кронштейнах и т. д. Один из примеров клеммового соединения (закрепление рычага на валу) изображен на рисунке 39.

По конструктивным признакам различают два основных типа клеммовых соединений: а) со ступицей, имеющей прорезь (рис.38 а); б) с разъемной ступицей (рис.39 б). Разъемная ступица несколько увеличивает массу и стоимость соединения, но при этом становится возможным устанавливать клемму в любой части вала независимо от формы соседних участков и других, расположенных на валу деталей.

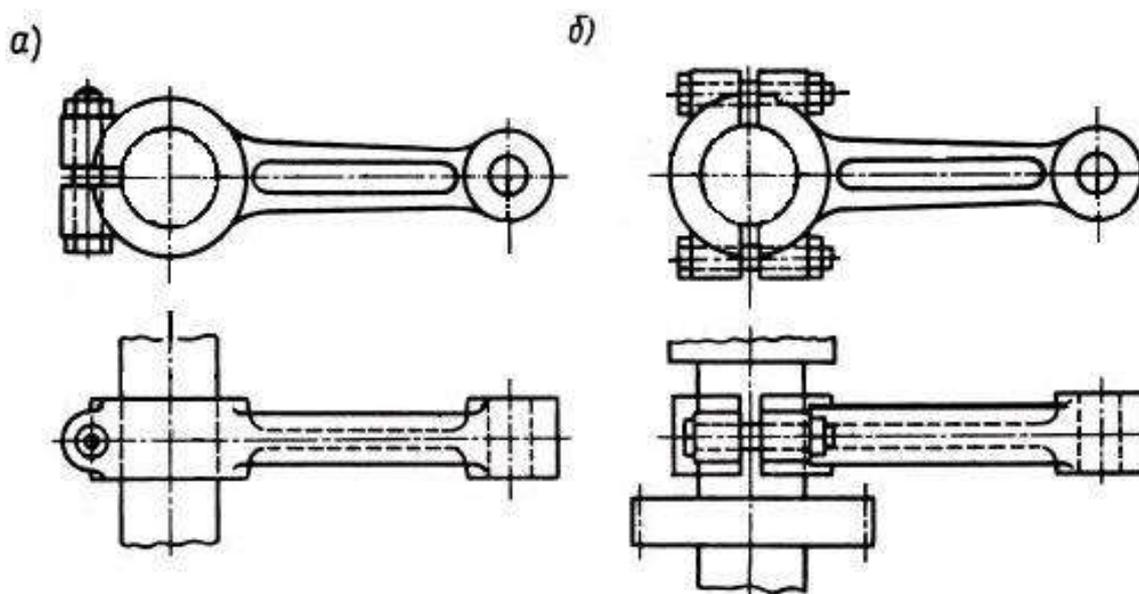


Рис.39. Клеммовые соединения

При соединении деталей с помощью клемм используют силы трения, которые возникают от затяжки болтов. Передача нагрузки только силами трения недостаточно надежна. Поэтому не рекомендуют применять клеммовые соединения для передачи больших нагрузок.

Достоинства клеммового соединения: простота монтажа и демонтажа, самопредохранение от перегрузки, а также возможность перестановки и регулировки взаимного расположения деталей, как в осевом, так и в окружном направлениях (регулировка положения рычагов и тяг в механизмах управления и т. п.).

2. Механические передачи и их изображение на чертежах

2.1. Общие сведения о передачах.

Передача вращательного движения от одного вала другому в механизмах машин осуществляется с помощью различных деталей, группа которых называется передачей.

Если расстояние между геометрическими осями валов сравнительно велико, то используется цепная или ременная передача. При небольших межцентровых расстояниях между валами применяется фрикционная или зубчатая передачи. В этих передачах вращение передается непосредственным соприкосновением деталей передач (зубчатыми колесами). Если оси валов перекрещиваются, то употребляется червячная передача, вращение передается с помощью червячного колеса.

Реечная передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное движение: состоит из цилиндрического зубчатого колеса и зубчатой рейки.

Зубчатые передачи очень широко распространены в машиностроении. Зубчатая передача представляет собой пару зубчатых колес, зубья которых находятся в зацеплении (рис.40).

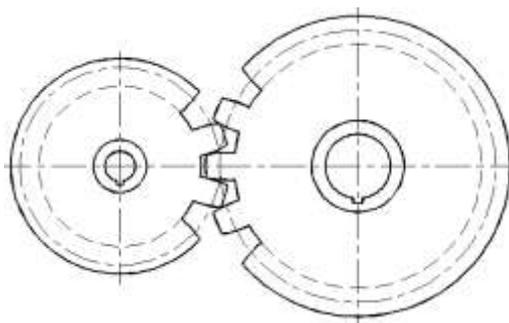


Рис.40. Зубчатые колеса в зацеплении

2.2. Правила выполнения чертежей.

Выполнение чертежей зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач производится по условным изображениям, установленным в ГОСТ 2.402 – 68.

Зубья и витки колес вычерчивают в осевых разрезах и сечениях, зубья реек – в поперечных. В остальных случаях зубья и витки не вычерчивают. При необходимости профиль зуба или витка показывают на выносном элементе. Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев и витков показывают сплошными линиями, в том числе и в зоне зацепления.

Тонкими штрих пунктирными линиями обозначают делительные окружности, делительные линии и образующие делительных поверхностей. Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев и витков на видах деталей допускается показывать сплошными тонкими линиями, а в разрезах и сечениях – сплошными основными линиями.

В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес, меньшее из которых называется шестерней, большее – колесом. Термин «зубчатое колесо» относится как к шестерне, так и к колесу. Параметры шестерни принято обозначать с индексом 1, параметр колеса – с индексом 2.

Зубчатые передачи подразделяются в зависимости от расположения:

- геометрических осей валов с зубчатыми колесами; они бывают цилиндрические (при параллельных осях), конические (при пересекающихся осях) и винтовые (при скрещивающихся осях); реечную передачу рассматривают как частный случай цилиндрической зубчатой передачи с колесом, диаметр которого равен бесконечности;

- расположение зубьев на ободу колеса - прямозубые, косозубые, шевронные и с круговыми зубьями;

- формы профиля зуба – эвольвентные, циклоидальные и с зацеплением Новикова;

- взаимного расположения колес – с внешним или внутренним зацеплением;

- числа ступеней передачи – одно- и многоступенчатые;

- характера движения валов – рядовые и планетарные.

Преимущественное применение имеют прямозубые цилиндрические и конические передачи с эвольвентными зубьями.

Геометрические и кинематические элементы зацепления цилиндрической пары колес с эвольвентными зубьями имеют следующие определения (рис.41).

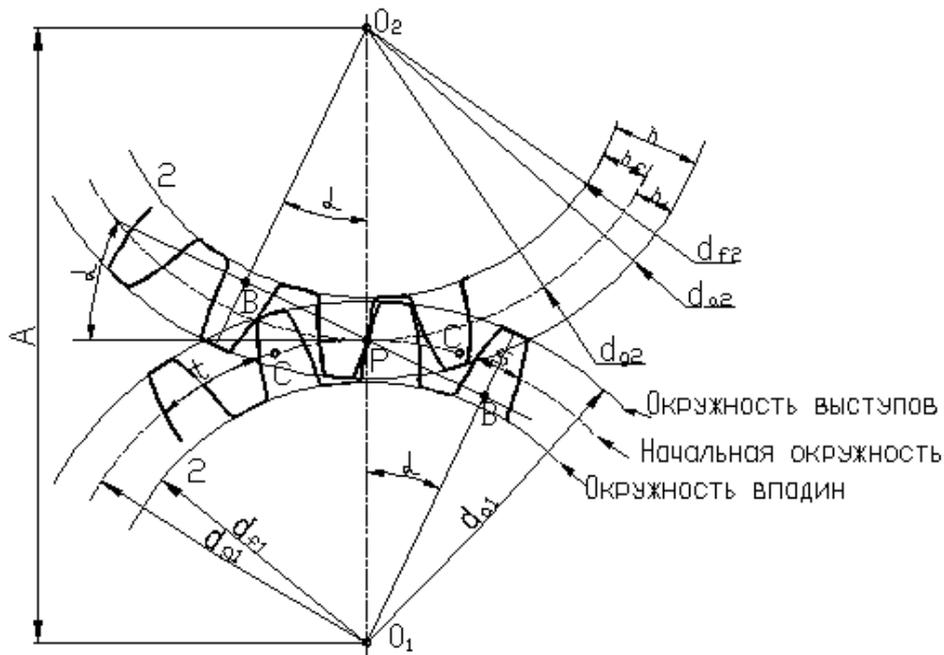


Рис.41. Параметры эвольвентного подвижного зубчатого соединения

Делительная окружность – окружность, принадлежащая отдельно взятому колесу, на которой шаг t и угол зацепления α колеса соответственно равны теоретическому шагу и углу зацепления режущего инструмента.

Окружность выступов – окружность 1, проходящая через вершины зубьев.

Окружность впадин – окружность 2, проходящая через основания зубьев.

Полус зацепления – точка P на пересечении линии центров O_1O_2 с общей нормалью к сопряженным профилям в точке их касания (на линии зацепления).

Начальная окружность – окружность, проходящая через полюс зацепления P на линии центров колес. Начальные окружности двух, находящихся в зацеплении, колес касаются одна с другой в полюсе

зацепления и делят зубья колес по высоте на две части: головку и ножку. У отдельно взятого колеса начальной окружности не существует.

Линия зацепления – линия l , неподвижная относительно линии центров O_1O_2 , по которой перемещается точка касания сопряженных элементов. Отрезок l' линии зацепления между начальной и конечной точками фактического касания сопряженных профилей называют активной частью линии зацепления.

Шаг зацепления t – расстояние между одноименными точками двух смежных зубьев, измеренное по начальной окружности и равное отношению длины начальной окружности к числу зубьев: $t = \pi d / z$.

Толщина зуба s – длина дуги окружности между двумя разноименными профилями одного зуба, измеренная по начальной окружности. Теоретическая толщина $s = 0,5t$ используется для вычерчивания зубьев эвольвентного профиля.

Модуль зацепления m – часть диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб: $m = t/\pi = d/z$. Модуль является основной характеристикой размеров зубьев и измеряется в миллиметрах.

Угол зацепления α – угол между линией центров и перпендикуляром к линии зацепления.

Высота зуба или глубина впадины h – радиальное расстояние между окружностью выступов и окружностью впадин. Складывается из высоты головки зуба $h_a = m$ и высоты ножки зуба $h_f = 1,25m$, т. е. $h = 2,25m$.

Диаметр начальной окружности $d = mz$.

Диаметр окружности выступов $d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$.

Диаметр окружности впадин $d_f = d - 2h_f = m(z - 2,5)$.

Передаточное число зубчатой передачи i – отношение угловых скоростей ω ведущего ω_1 и ведомого ω_2 колес или отношение частоты вращения n ведущего и ведомого колес: $i = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2$.

Межцентровое расстояние $O_1O_2 = A = m(z_1 + z_2)/2$.

2.3. Материалы и конструкция цилиндрических колес, выполнение рабочего чертежа прямозубого цилиндрического колеса.

Материалы для изготовления зубчатых колес в машиностроении – стали, чугуны и пластмассы; в приборостроении зубчатые колеса изготавливают также из латуни, алюминиевых сплавов и др. Выбор материала определяется назначением передачи, условиями ее работы, габаритами колес и даже типом производства (единичное, серийное или массовое) и технологическими соображениями.

Общая современная тенденция в машиностроении – стремление к снижению материалоемкости конструкций, увеличению мощности, быстроходности и долговечности машины. Эти требования приводят к необходимости уменьшения массы, габаритов и повышения нагрузочной способности силовых зубчатых передач. Поэтому основные материалы для изготовления зубчатых колес – термообработанные углеродистые и легированные стали, обеспечивающие высокую объемную прочность зубьев, а также высокую твердость и износостойкость их активных поверхностей.

В зависимости от твердости активных поверхностей зубьев стальные колеса делятся на две группы, а именно: колеса с твердостью $H \leq 350$ HB, зубья которых хорошо прирабатываются; колеса с твердостью $H \geq 350$ HB, зубья которых прирабатываются плохо, а при твердости активных поверхностей обоих колес $H \geq HRC_3$ полагаются неприрабатывающимися.

Кроме способности к приработке эти группы различны по технологии механической обработки, а также по нагрузочной способности.

Колеса первой группы, изготавливаемые из средне- и высокоуглеродистых сталей, подвергают нормализации или улучшению; чистовое нарезание зубьев производят после термообработки, и применения отделочных операций не требуется. Эти технологические преимущества колес первой группы обеспечивают их широкое применение при единичном или мелкосерийном производстве мало- и

средненагруженных передач, а также передач с крупногабаритными колесами.

Колеса второй группы изготавливают из легированных сталей, подвергаемых различным видам термической и химико-термической обработки (цементация, объемная или поверхностная закалка, азотирование, планирование, нитроцементация), и применяют для быстроходных и высоконагруженных передач.

Зубья колес второй группы нарезают до термической обработки, при которой происходит коробление зубьев и снижение точности зубчатого венца. Для исправления формы зубьев требуются дорогостоящие отделочные операции (шлифовка, обкатка, притирка зубьев и др.), поэтому колеса с зубьями высокой твердости применяют в изделиях крупносерийного и массового производства. При прочих равных условиях масса колес второй группы в 3–4 раза меньше, чем первой.

Для изготовления тихоходных, преимущественно открытых передач работающих с окружной скоростью до 3 м/с, применяют серые, модифицированные и высокопрочные чугуны, обладающие хорошими литейными свойствами, низкой стоимостью при минимальных отходах материала в стружку.

Нагрузочная способность зубчатых колес из неметаллических материалов значительно ниже, чем стальных, поэтому их используют в слабонагруженных передачах, к габаритам которых не предъявляется жестких условий, но требуются снижение шума и вибраций, самосмазываемость или химическая стойкость. Зубчатые колеса из неметаллических материалов чаще всего используют в паре с металлическими. Для изготовления неметаллических колес применяют текстолит, древесно-слоистые пластики, капрон, нейлон и др.

При выборе материалов и назначении их термообработки необходимо учитывать, что зуб шестерни в и (передаточное число) раз чаще входит в зацепление, чем зуб колеса. Поэтому для стальных колес

первой группы в целях выравнивания долговечности и улучшения прирабатываемости следует твердость активных поверхностей зубьев шестерни делать большей, чем у колеса.

Для изготовления шестерни и колеса первой группы целесообразно использовать сталь одной марки, а разность твердости обеспечивать за счет термообработки.

Для колес с неприрабатываемыми зубьями обеспечивать разность твердостей зубьев шестерни и колеса не требуется.

Конструкция цилиндрических колес зависит от их материала, размеров и способа изготовления.

Стальные зубчатые колеса диаметром до 150 мм (рис.42) изготавливают из прутка или поковки и выполняют в виде сплошных дисков с двусторонней (а), односторонней (б) ступицей либо без нее (в). Стальные колеса диаметром до 500 мм чаще всего изготавливают коваными или штампованными; они имеют обод и ступицу, соединенные диском с отверстиями (рис.42, г). Шестерни, диаметр которых меньше удвоенного диаметра вала, изготавливают как одно целое с валом и называют вал-шестерня (рис.42, д).

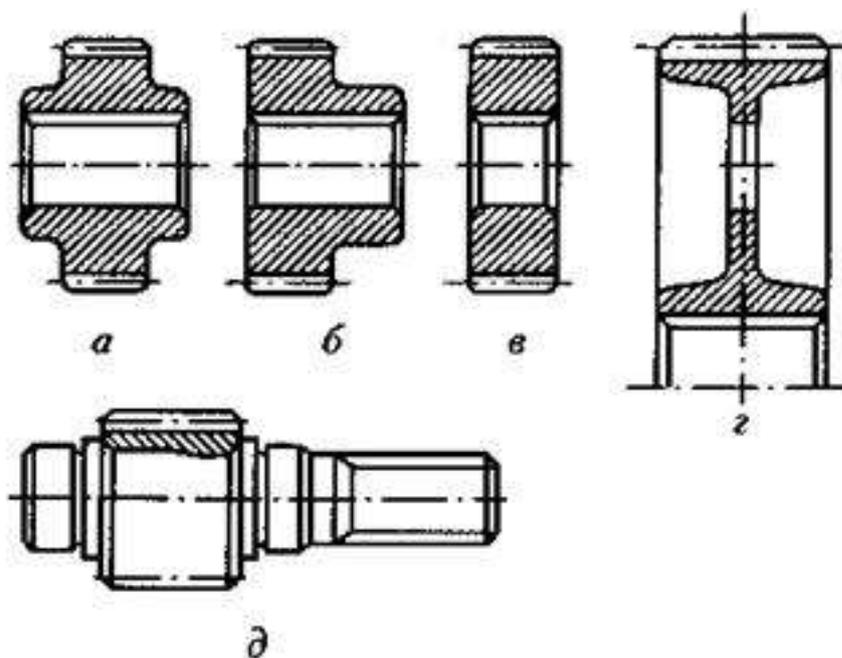


Рис.42. Виды стальных зубчатых колес

В коробках скоростей применяют несколько шестерен, изготовленных из одного куска металла; такие зубчатые колеса называют блоками шестерен. Колеса диаметром более 500 мм обычно изготавливают отливкой; обод и ступицы соединяются спицами крестообразного (рис.43а), овального, таврового и других сечений. В единичном производстве колеса большого диаметра делают сварной конструкции (рис.43б). В целях экономии высококачественной стали колеса больших диаметров нередко делают бандажированными (рис.43в), когда стальной обод насаживается на чугунный центр; применяют также конструкции, в которых обод и центр соединяют крепежными болтами.

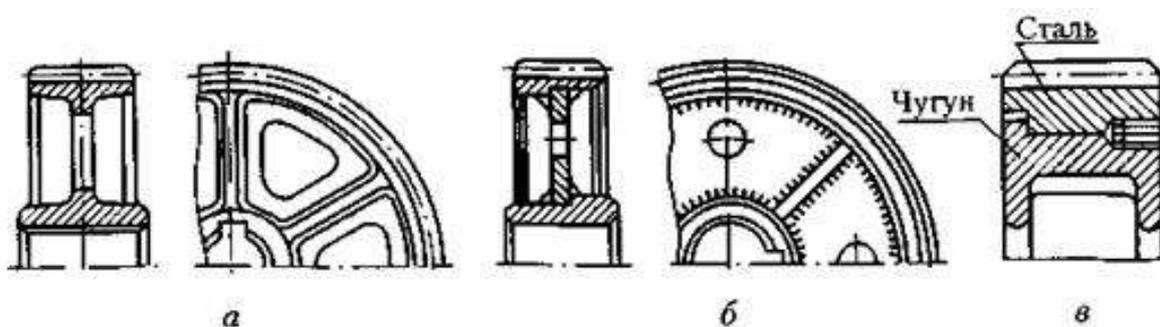


Рис.43. Варианты изготовления зубчатых колес большого диаметром

Чугунные зубчатые колеса независимо от их размера изготавливают отливкой с последующей механической обработкой.

Неметаллические зубчатые колеса изготавливают цельными или составными. На рисунке 44 показано составное зубчатое колесо из склеенных пластин текстолита, надетых на металлическую втулку и скрепленных дисками с помощью болтов. Зубчатые колеса из капрона и нейлона изготавливают отливкой под давлением; нередко венец из этих материалов отливают вместе со стальным центром или насаживают на центр с натягом и скрепляют винтами.

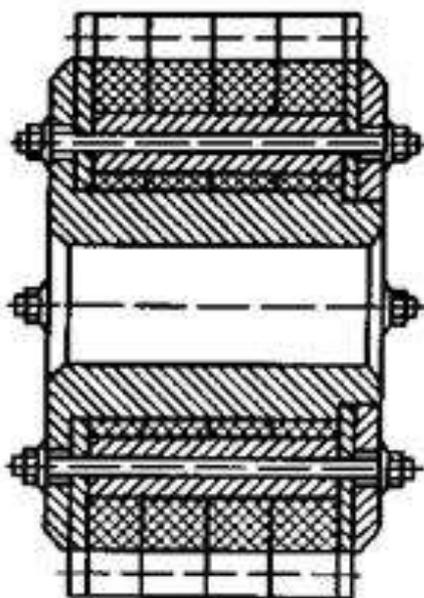


Рис.44. Вариант изготовления неметаллического зубчатого колеса

Методы образования зубьев можно разделить на две основные группы: накатывание и нарезание (кроме того, иногда изготавливают колеса с литыми зубьями).

Накатывание зубьев стальных колес производится накатным инструментом путем пластической деформации венца колеса. Накатывание зубьев с модулем до 1мм производится в холодном состоянии; при большем модуле венец нагревается токами высокой частоты.

Зубонакатывание применяется в массовом производстве и является высокопроизводительным методом, обеспечивающим минимальные отходы металла в стружку и повышение прочности зубьев, так как волокна металла в заготовке не перерезаются, а изгибаются.

Нарезание зубьев выполняют методом копирования и методом обкатки.

Метод копирования заключается в том, что впадины зубчатого венца прорезаются инструментом, профиль режущей части которого точно или приблизительно соответствует очертаниям впадины. На рисунке 45 показано фрезерование зубьев цилиндрического колеса модульными фрезами: дисковой (а) и концевой (б). После прорезания одной впадины

заготовка возвращается в исходное положение, поворачивается на величину углового шага, и процесс повторяется.



Рис.45. Фрезерование зубьев цилиндрического колеса

Так как с изменением числа зубьев колеса меняется и форма впадины, то для каждого модуля и числа зубьев нужно иметь свою фрезу, что практически невозможно. Поэтому фрезой одного модуля прорезают впадины в определенном диапазоне чисел зубьев (например, фрезой для 30 зубьев обрабатывают колеса с числом зубьев от 24 до 36), в результате чего зубья не всегда будут иметь точный профиль. Фрезерование зубьев методом копирования является простым, но недостаточно точным и весьма малопродуктивным методом, применяющимся в основном в единичном производстве.

К методу копирования можно отнести способы образования зубьев колес протягиванием, холодной или горячей штамповкой, а также прессованием и литьем под давлением.

Метод обкатки (огибания) является весьма точным, высокопроизводительным, универсальным, наиболее распространенным способом образования зубьев. Рассмотренный ранее процесс накатывания зубьев можно отнести к методу обкатки.

Процесс нарезания зубьев на зубообрабатывающих станках уподобляется процессу зацепления пары зубчатых колес или колеса с рейкой, когда одно из колес или рейка снабжены режущими элементами и превращены таким образом в режущий инструмент, называемый

производящим колесом. Зубчатое зацепление производящего колеса с обрабатываемым зубчатым колесом называется станочным зацеплением.

На рисунке 46 показаны основные виды станочных зацеплений и соответствующие движения инструмента и заготовки:

а – нарезание зубьев инструментальной рейкой (зуборезной гребенкой) на зубодолбежном станке;

б – нарезание зубьев зуборезным долбяком на зубодолбежном станке;

в – нарезание зубьев червячной модульной фрезой на зубофрезерном станке (червячная модульная фреза в осевом сечении имеет профиль инструментальной рейки).

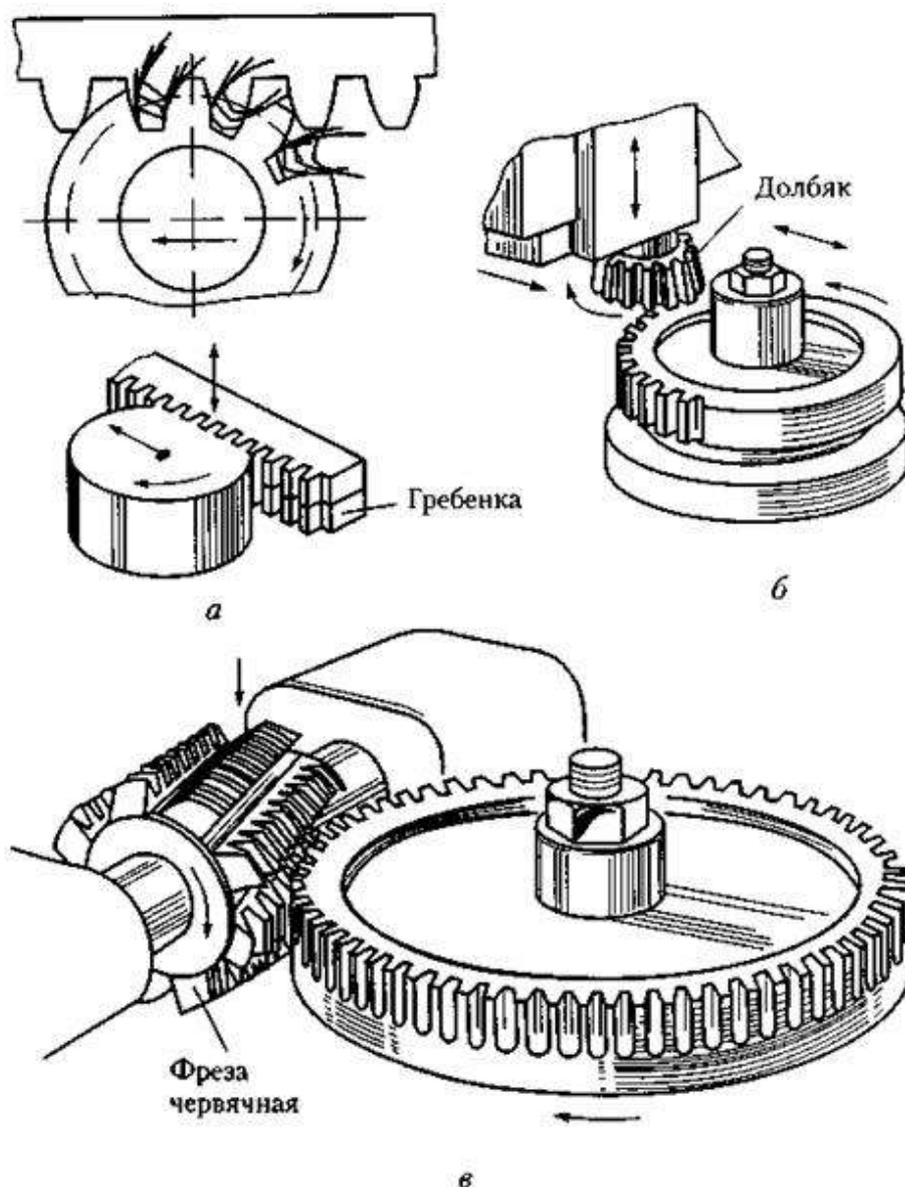


Рис.46. Основные виды станочных зацеплений

Зуборезный инструмент профилируют на основе стандартных исходных контуров. Одним и тем же инструментом можно нарезать колеса данного модуля с разным числом зубьев, что является весьма существенным достоинством метода обкатки. На зубодолбежных станках долбяком обрабатывают колеса, как с внешними, так и внутренними зубьями. Червячными фрезами на зубофрезерных станках можно нарезать прямозубые, косозубые и шевронные колеса с дорожкой посередине (для выхода режущего инструмента); шевронные колеса без дорожки нарезают специальными косозубыми долбяками или гребенками. Наиболее производительным способом нарезания зубьев является фрезерование червячной фрезой. Как правило, зуборезные станки – полуавтоматы.

При необходимости получения весьма точных и чистых поверхностей зубьев применяют отделочные операции: шевингование, обкатку (для зубьев невысокой твердости) или шлифование, притирку (для закаленных зубьев).

Зубчатые колеса со смещением. Необходимость снижения материалоемкости конструкций и получения минимальных габаритов приводит к необходимости создания передач с возможно меньшим числом зубьев. Однако при нарезании шестерен с малым числом зубьев в станочном зацеплении возникает явление интерференции зубьев, когда часть пространства оказывается одновременно занятой зубьями производящего и обрабатываемого колес.

Интерференция приводит к срезанию части номинальной поверхности у основания зуба обрабатываемого колеса (подрезание зубьев) или срезанию части номинальной поверхности у вершины зуба (срезание зубьев, свойственное колесам с внутренними зубьями).

Правила выполнения рабочих чертежей эвольвентных цилиндрических зубчатых колес устанавливает ГОСТ 2.403 – 75. В правом верхнем углу чертежа помещают таблицу параметров зубчатого венца колеса, состоящую из трех частей: первая часть – основные данные для

изготовления колеса; вторая – данные для контроля; третья – справочные данные (приложение 4).

Степень точности зубьев колеса определяется условиями эксплуатации и выбирается по ГОСТ 1643 – 72.

На рабочем чертеже вместо вида слева можно дать только конур отверстия для вала со шпоночным пазом.

Обозначения шероховатости боковых поверхностей зубьев проставляют на штрихпунктирной линии, соответствующей делительной окружности. Обозначения шероховатости впадин и вершин зубьев наносят на линиях, соответствующих окружности впадин и окружности вершин зубьев.

2.4. Изображение на чертеже подвижного зубчатого соединения

Подвижное цилиндрическое зубчатое соединение применяется для передачи вращения от одного вала к другому, причем оси валов параллельны (рис.47).

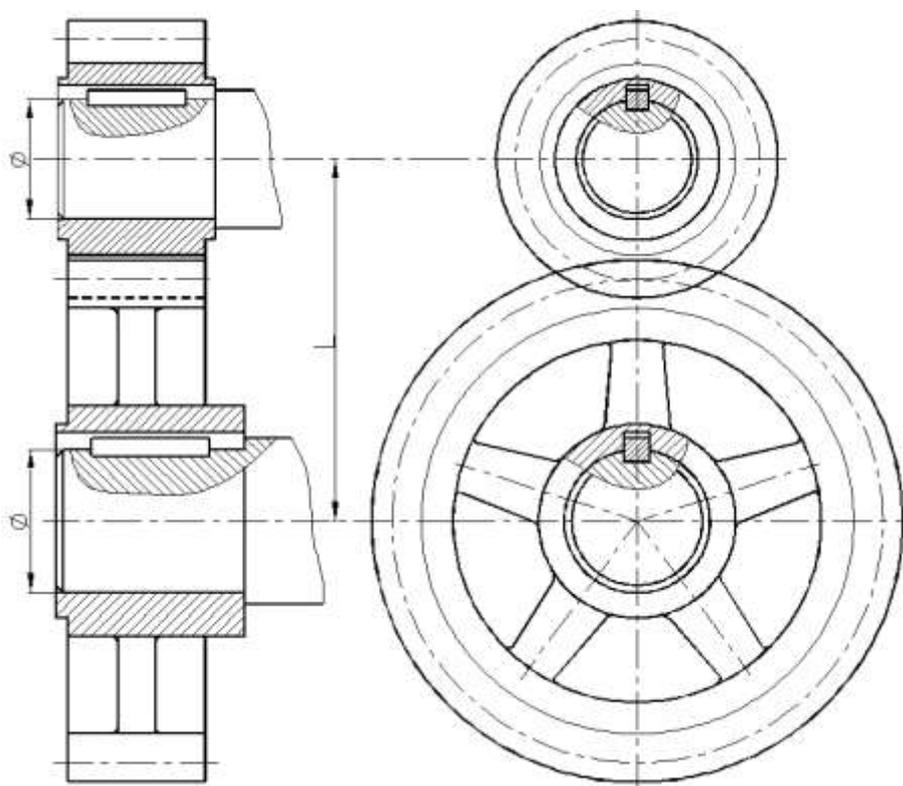


Рис.47. Подвижное цилиндрическое зубчатое соединение

Зубчатое колесо соединения, сообщающее движение другому колесу, называют ведущим, а которому сообщается движение ведущим колесом,

называют ведомым. Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называется шестерней, а с большим числом зубьев – просто колесом.

Для обозначения элементов шестерни и колеса вводятся индексы: для шестерни индекс 1, для колеса индекс 2.

На сборочных чертежах зубчатых соединений показывают начальные окружности, образующие начальных поверхностей. Делительные и начальные окружности, образующие делительных и начальных поверхностей, показывают штрихпунктирными тонкими линиями.

Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев в разрезах и сечениях показывают на всем протяжении сплошными толстыми основными линиями. На видах цилиндрических зубчатых колес допускается показывать окружности и образующие поверхностей впадин зубьев, при этом их наносят сплошными тонкими линиями. Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то на разрезах и сечениях зубчатых колес зубья условно совмещаются с плоскостью чертежа и показываются нерассеченными. Если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, то зубчатые колеса, как правило, показываются нерассеченными. При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхности впадин. Если секущая плоскость проходит через оси обоих зубчатых колес, находящихся в зацеплении, то на разрезе в зоне зацепления зуб одного из колес (ведущего) показывается расположенным перед зубом сопрягаемого (ведомого) колеса.

Подвижное зубчатое соединение образуется двумя зубчатыми колесами (шестерней и колесом), находящимися в зацеплении. Чертеж соединения должен содержать два изображения: главное изображение и вид слева. В качестве главного изображения принимается полный продольный фронтальный разрез соединения. Для изображения

шпоночного или шлицевого соединения вала с колесом на чертеже выполняются местные разрезы.

Вычерчивание цилиндрического соединения следует начинать с нанесения осей шестерни и колеса на расстоянии $a_w = a$ на главном виде и виде слева и изображения начальных цилиндров, касающихся друг друга. Начальные цилиндры проецируются на фронтальную плоскость проекций (главный вид) в виде начальных прямых, а на профильную плоскость (вид слева) - в виде начальных окружностей. Начальные окружности шестерни и колеса касаются в точке, принадлежащей линии центров. Окружности вершин зубьев и впадин в зоне зацепления не касаются, а образуют радиальный зазор равный $0,25m$, так как высота головки зуба меньше высоты ножки на эту же величину. Окружности вершин зубьев на всем протяжении, в том числе и в зоне зацепления, изображаются сплошной толстой основной линией. Начальные окружности и образующие начальных поверхностей изображаются тонкими штрихпунктирными линиями. Окружности и образующие поверхностей впадин изображаются тонкими сплошными линиями; допускается их не показывать.

Расчет геометрических и конструктивных параметров колеса и шестерни в соответствии с исходными данными производится по формулам и соотношениям.

Исходными данными для расчета являются:

m - модуль зацепления (общий для обоих колес), мм;

Z_1 - число зубьев шестерни;

Z_2 - число зубьев колеса;

$D_{в1}$ - диаметр вала шестерни;

$D_{в2}$ - диаметр вала колеса.

Размеры шпонок (призматических или сегментных) и пазов для них, а также шлицевых соединений выбираются по соответствующим стандартам.

2.5. Изображение на чертеже подвижного червячного соединения

Червяк представляет собой винт, который можно рассматривать, как шестерню с винтовыми зубьями. Обычно червячное соединение состоит из червяка 1 и сопряженного с ним червячного колеса 2 (рис.48а).

Подвижное червячное соединение изображают по ГОСТ 2.402 – 68 (рис.48б).

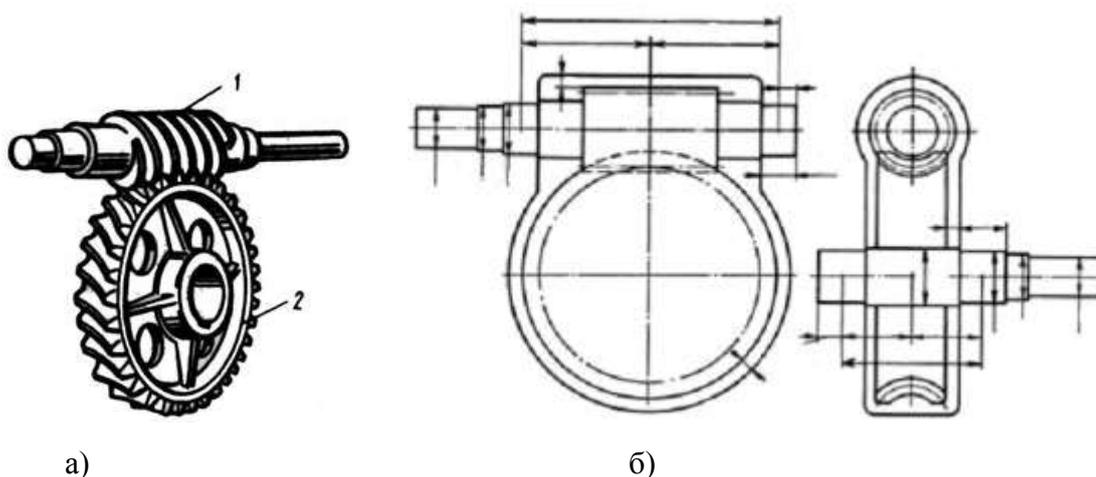


Рис.48. Подвижное червячное соединение: а) наглядное изображение; б) упрощенное изображение

Червячные механизмы служат для равномерной передачи вращения между двумя валами, оси которых параллельны, пересекаются или скрещиваются.

Передача вращения от одного вала к другому осуществляется посредством зацепления зубьев двух сопряженных зубчатых колес или червячной пары. В большинстве передач угол между пересекающимися или скрещивающимися осями валов равен 90 градусов.

В зависимости от взаимного расположения осей валов передача вращения осуществляется цилиндрическими (оси параллельны), коническими (оси пересекаются) и винтовыми (оси скрещиваются) зубчатыми колесами. Большое распространение для передачи вращения между валами со скрещивающимися осями получили червячные пары, состоящие из червяка и червячного колеса.

Существуют также зубчатые передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное или наоборот. Наибольшее

применение получили зубчатые колеса, профиль зубьев которых образован двумя симметричными эвольвентными окружностями

Шестерни, колеса и червяки изготавливаются как одно целое с валом или насадные. Соединение насадных зубчатых и червячных колес, а также червяков с валом осуществляется при помощи шпонок или шлицев.

2.6. Изображение на чертеже храпового механизма

Храповой механизм позволяет осуществлять вращение вала только в одном направлении. Механизм состоит из двух основных деталей: зубчатого храпового колеса и собачки. Конец собачки, располагаясь во впадине зубьев храповика, препятствует обратному вращению вала, на котором закреплен храповик. Храповые механизмы применяются в станочных приспособлениях в качестве реле времени, в системах управления станками. По конструкции и принципу работы храповые механизмы делят на группы:

- а) зубчатые храповые механизмы (рис.49 а, б, в);
- б) фрикционные храповые механизмы с шариками или роликами (рис.49 г, д);
- в) эксцентриковые фрикционные механизмы (рис.44 е, ж).

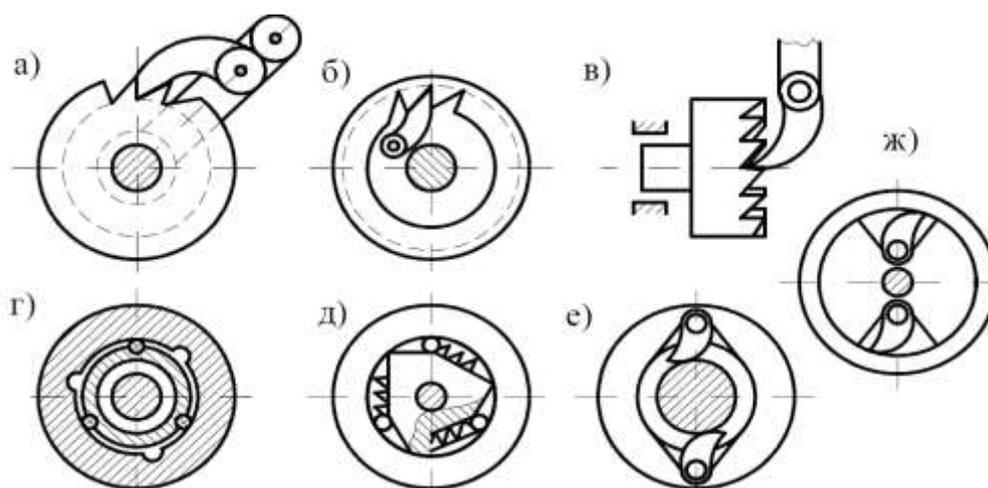


Рис.49. Храповое подвижное соединение: а, б, в) различные зубчатые; г) фрикционный с шариком; д) фрикционный с роликом; е, ж) эксцентриковые

Храповые механизмы могут быть с внешним (рис.49а, г, е), внутренним (рис.49 б, д, ж) и торцевым (рис.49 в) зацеплениями.

2.7. Изображение на чертеже подвижной цепной передачи

Подвижное цепное соединение имеет два зубчатых колеса, называемых звездочками. Звездочки закрепляются на валах при помощи шпонок. Передача движения от одного вала к другому осуществляется приводной цепью, надетой на звездочки. При изображении цепных передач по ГОСТ 2.402-68 цепь показывают штрихпунктирной тонкой линией, соединяющей делительные окружности звездочек (рис.50).

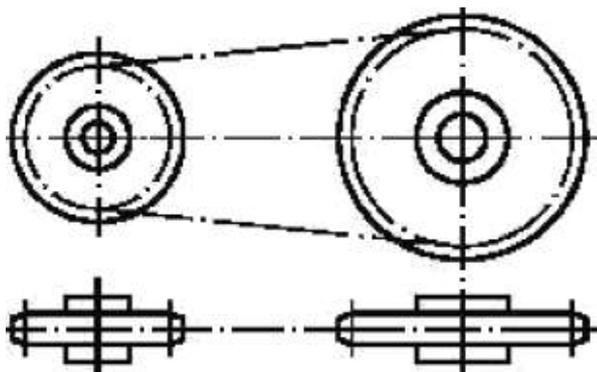


Рис.50. Подвижное цепное соединение

В таком зацеплении используется принцип зацепления, а не трения. Повышенная прочность стальной цепи позволяет передавать большие нагрузки. Отсутствие скольжения обеспечивает постоянное передаточное отношение и дает возможность работы при кратковременных больших перегрузках.

2.8. Общие сведения о волновых передачах и их изображение на чертежах

Волновая передача преобразует движение за счет волнового деформирования гибкого звена механизма. В настоящий момент запатентовано много видов волновых передач. Основное распространение получили зубчатые передачи. В таких передачах распространены зубья с эвольвентным профилем, как наиболее технологичные и обеспечивающие лучшее зацепление.

Разработано большое количество волновых передач: с коротким гибким колесом, герметичные, винтовые и т.д. (рис.51).

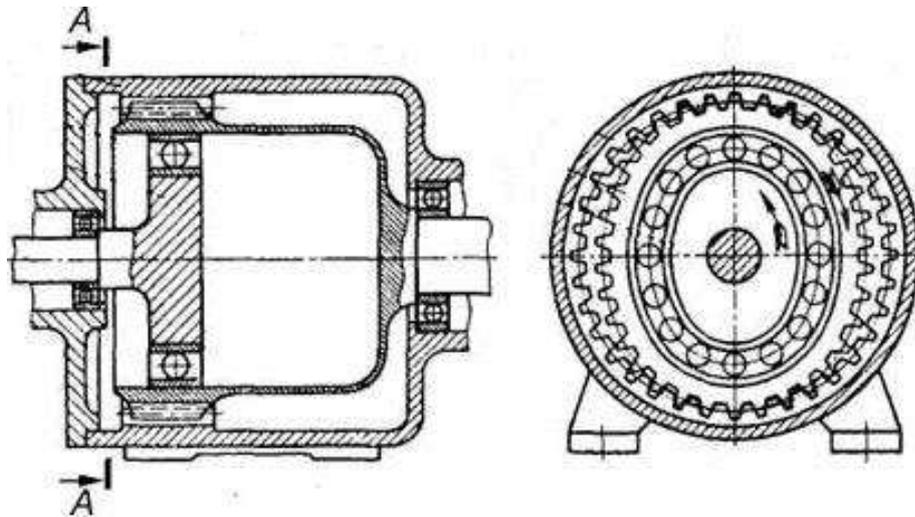


Рис.51. Волновая передача

В передачах с коротким гибким колесом первая ступень работает, как в основном типе волновой передачи, а вторая ступень может увеличить передаточное отношение.

Герметичная передача передает движение через герметичную стенку. Такую передачу используют в химической, атомной, космической и др. отраслях техники.

Винтовая передача преобразует вращательное движение в поступательное.

Преимущества:

- возможность реализации в одной ступени при двухволновом генераторе волн больших передаточных отношений в диапазоне от 40 до 300;
- высокая нагрузочная способность при относительно малых габаритах и массе;
- малый мертвый ход и высокая кинематическая точность;
- возможность передачи движения через герметичную перегородку;
- малый приведенный к входному валу момент инерции (для механизмов с дисковыми генераторами волн);

Недостатки:

- практически индивидуальное, дорогостоящее, весьма трудоемкое изготовление гибкого колеса и волнового генератора;

- возможность использования этих передач только при сравнительно невысокой угловой скорости вала генератора;
- ограниченные обороты ведущего вала (во избежание больших центробежных сил инерции некруглого генератора волн; мелкие модули зубьев 1,5-2 мм).

2.9. Общие сведения о фрикционных передачах и их изображение на чертежах

Фрикционные передачи, или передачи трением, по сути дела должны включать в себя и ременные передачи. Однако наличие промежуточного гибкого звена вносит свою специфику, и фрикционными передачами считаются только те, где усилия и вращающие моменты передаются от одного твердого тела — ведущего другому — ведомому. Фрикционные передачи в древности предшествовали зубчатым в маломощных устройствах: два гладких колеса, чаще всего с пересекающимися осями, просто прижимались друг к другу грузами или своим весом и передавали усилия. Любое колесо, катящееся под действием вращающего момента по гладкой поверхности, является фрикционной передачей. Такие передачи известны с античных времен. На рисунке 52 изображена старинная фрикционная передача.

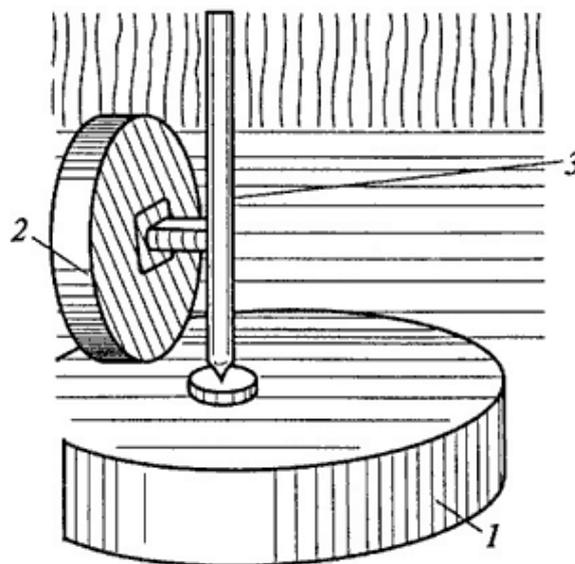


Рис.52. Старинная фрикционная передача с пересекающимися осями:
1 — горизонтальный фрикционный каток; 2 — вертикальный фрикционный каток; 3 — вертикальная ось

Но настоящая инженерно проработанная фрикционная передача была создана в XIX в. в качестве трансмиссии автомобиля. Дело в том, что в первых автомобилях из-за толчков и перегрузок трансмиссии при езде по неровным дорогам зубчатые передачи часто ломались. Фрикционная же передача за счет проскальзывания при перегрузках оставалась целой. Одна из наиболее удачных автомобильных фрикционных передач XIX в. представлена на рисунке 53. Три катка — один ведущий (в центре) и два вспомогательных (поменьше) — помещались внутри упругого закаленного стального кольца, которое, деформируясь, сжимало катки. Само кольцо могло играть роль ведомого звена, но наряду с этим один из вспомогательных катков мог быть также ведомым.

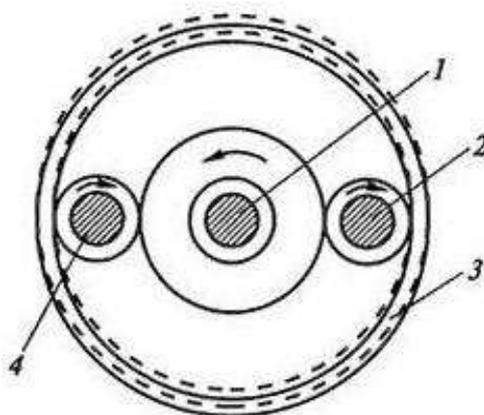


Рис.53. Автомобильная фрикционная передача XIX в. (стрелками показано направление движения):

1 — ведущий каток; 2, 4 — вспомогательные катки; 3 — стальное упругое колесо

Главная особенность фрикционных передач, способствующая их широкому распространению, — это возможность получать плавное (бесступенчатое) регулирование передаточного отношения. Устройства, предназначенные для этого, называются вариаторами. Как и простые фрикционные передачи, вариаторы обязаны своим появлением автомобилю. На рисунке 54 представлен так называемый лобовой вариатор, примененный на одном из первых легковых автомобилей. Два диска с пересекающимися осями, совсем как в древних фрикционных передачах, прижаты друг к другу силой пружины через рычаг. Но в

отличие от древнего аналога в этой передаче ведомый правый (горизонтальный) диск мог двигаться по своей вертикальной оси. В результате передаточное отношение от ведущего диска (на горизонтальной оси) к ведомому, менялось бесступенчато, плавно изменяя скорость автомобиля. Положение ведомого диска в центре ведущего означало остановку первого, а следовательно, и автомобиля. Казалось, решены все проблемы трансмиссии автомобиля — плавная (бесступенчатая) регулировка скорости вперед и назад и даже остановка обеспечивались вариатором. Но первые конструкции вариаторов оказались недолговечными, маломощными и больших размеров. Вся последующая работа ученых и инженеров сводилась в основном к преодолению этих недостатков.

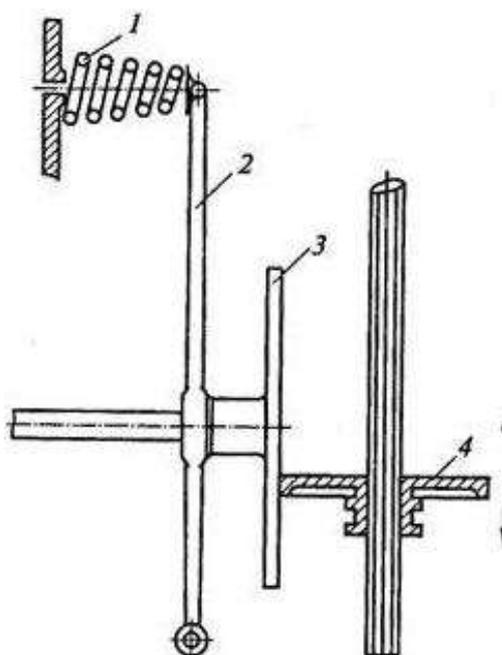


Рис.54. Схема лобового вариатора:

1 — пружина; 2 — рычаг; 3 — ведущий фрикционный диск; 4 — ведомый подвижный фрикционный диск

Фрикционные передачи используют из-за их бесшумности работы, обеспечения плавности хода и безударного включения.

2.10. Ременные передачи и их изображение на чертежах

Ременная передача состоит двух шкивов, закрепленных на валах и ремня, охватывающего шкивы (рис.55). Нагрузка передается силами трения

между шкивами и натянутым ремнем. В зависимости от формы поперечного сечения ремня такую передачу делят на:

- плоскоремennую (рис.55 а)
- клиноремennую (рис.55 б)
- круглоремennую (рис.55 в).

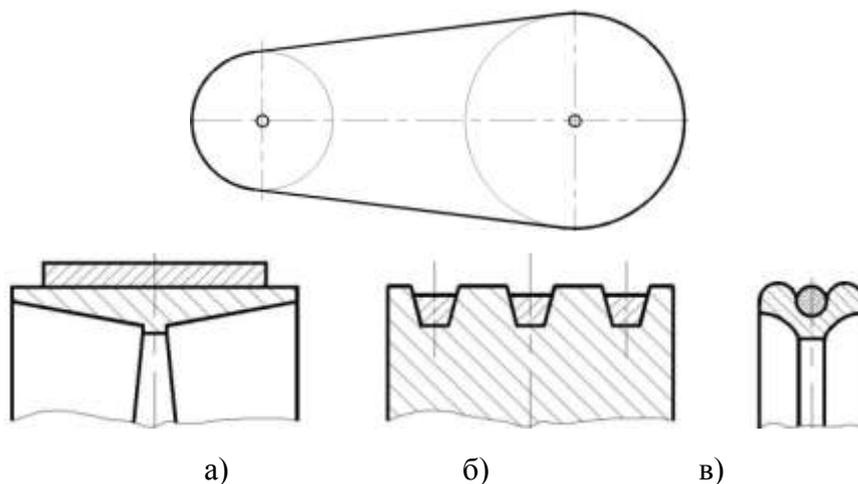


Рис.55. Изображение ременной передачи: а) плоскоремennая передача; б) клиноремennая передача; в) круглоремennая передача

Ременная передача - это один из старейших типов механических передач. Ее преимущество можно отметить в том, что с ее помощью можно передавать движение на значительные расстояния, плавность и бесшумность работы, предохранение механизма от резких колебаний нагрузки за счет упругости ремня, простота конструкции и эксплуатации.

К недостаткам можно отнести большие габариты конструкции, низкая долговечность ремня.

2.11. Передача винт-гайка и ее изображение на чертеже

Передача винт – гайка служит для преобразования вращательного движения в поступательное. В винтовых устройствах вращение винта или гайки осуществляется с помощью маховика или шестерни. При простой конструкции передача винт – гайка позволяет получить большой выигрыш в силе или осуществить медленное и точное перемещение. Разработано много конструкций специальных винтовых пар. Одна из них показана на рисунке 56.

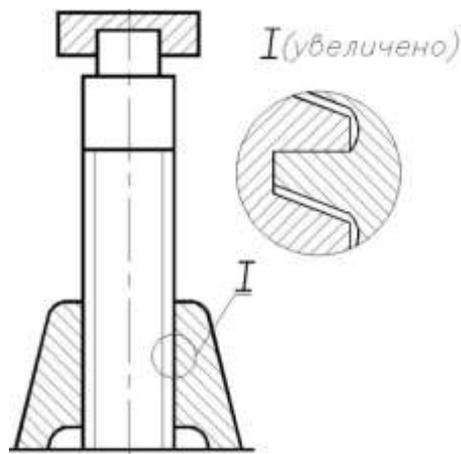


Рис.56. Винтовая пара

Недостатком передачи является низкий КПД.

2.12. Шкивы и натяжные устройства

Основные конструктивные элементы шкива ременной передачи: обод, несущий ремень; ступица, насаживаемая на вал; диск или спицы, соединяющие обод со ступицей.

Материалами для шкивов ременных передач могут быть: чугун, сталь, легкие сплавы, пластмассы и дерево.

Чугунные шкивы наиболее распространены; они изготавливаются из серого чугуна методом отливки и применяются при окружных скоростях до 30 м/с; для шкивов из модифицированного чугуна эта скорость может быть выше (до 45 м/с).

Стальные шкивы могут быть литыми, сварными или точеными. Стальное литье может применяться при окружных скоростях до 45 м/с; сварные шкивы допускают скорость до 60 м/с.

Шкивы из алюминиевых сплавов имеют среди металлических шкивов минимальную массу и могут использоваться при скоростях до 100 м/с, так как малая плотность этих сплавов значительно снижает центробежные нагрузки.

Неметаллические шкивы имеют малую массу, высокий коэффициент трения ремня о шкив, но теплопроводность и износостойкость их ниже, чем у металлических шкивов.

Шкивы, работающие с окружной скоростью свыше 5 м/с, подвергаются статической балансировке.

Основные размеры, конструктивные особенности и технические условия для шкивов плоскоремennых передач регламентированы ГОСТ17383–73. Стандарт устанавливает три типа шкивов с посадочным отверстием двух исполнений – цилиндрическим и коническим (рис.57).

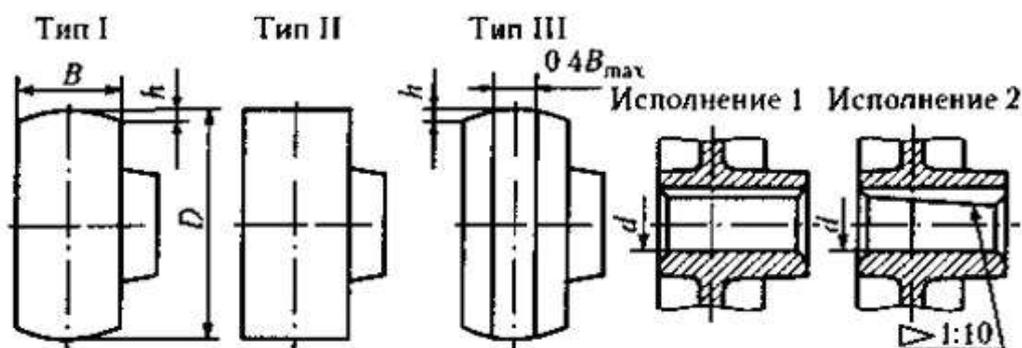


Рис.57. Типы стандартных шкивов плоскоремennых передач

Шкивы имеют гладкую рабочую поверхность обода. На поверхности обода шкивов, работающих с окружной скоростью свыше 40 м/с, должны быть проточены кольцевые канавки, обеспечивающие выход воздуха из-под ремня, во избежание образования воздушного клина, ухудшающего сцепление между ремнем и шкивом. Для предупреждения сползания плоского ремня со шкивов, один из них (обычно ведомый) делают выпуклым, очерченным в осевом сечении дугой окружности (тип I), или с цилиндрической поверхностью в середине и коническими по краям (тип III), величина стрелы выпуклости $h_{\text{обода}}$ шкива возрастает с увеличением диаметра шкива. Допускается изготавливать шкивы с буртиками на обode и конусностью посадочного отверстия 1:5. Для уменьшения изнашивания ремня в результате упругого скольжения шероховатость поверхности обода шкива не должна превышать $R_a = 2,5$ мкм. Ширина B обода шкива принимается по таблицам ГОСТ в зависимости от ширины $b_{\text{ремня}}$ из стандартного ряда (мм): 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 71; 80; 90; 100 и т.д. до 250 (для открытых передач $B = 1,1b + 10$ мм).

В приложении к стандарту даны рекомендуемые сочетания основных параметров и присоединительных размеров шкивов для плоских приводных ремней.

Основные размеры шкивов для клиноременных передач и технические требования к этим шкивам стандартизованы. Стандарт устанавливает три типа конструкций шкивов (рис.58):

а – монолитных с расчетным диаметром до 100 мм;

б – с диском с расчетным диаметром от 80 до 400 мм;

в – со спицами и расчетным диаметром от 180 до 1000 мм. Шкивы могут изготавливаться с цилиндрическим или коническим посадочным отверстием, число канавок у стандартных шкивов не превышает восьми. В шкивах со спицами ось шпоночного паза должна совпадать с продольной осью спицы (рис.58, в). Для снижения изнашивания ремня за счет упругого скольжения шероховатость рабочих поверхностей канавок должна быть $R_a \leq 2,5$ мкм.

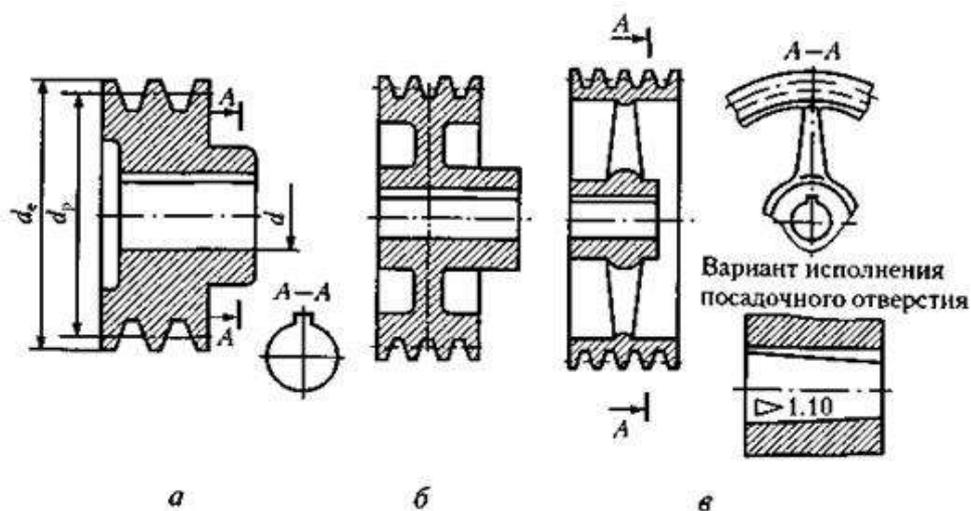


Рис. 58. Типы стандартных шкивов клиноременных передач

Угол α профиля канавок для клиновых ремней зависит от расчетного диаметра d_p шкивов и колеблется в пределах $\alpha = 34...40^\circ$ (рис.59, а). Это связано с тем, что при огибании шкива ремень изгибается. Эпюра напряжений изгиба и положение нейтральной оси (Н. О.) показаны на рисунке.59, б. В зоне растянутых волокон поперечные размеры ремня уменьшаются, а в зоне сжатых волокон – увеличиваются, в результате чего

угол клина ремня при огибании шкива становится меньше своего первоначального значения $\varphi_0 = 40 \pm 1^\circ$. Чем меньше диаметр шкива, тем больше напряжение изгиба и изменение угла клина ремня. Для обеспечения полного прилегания боковых поверхностей ремня к боковым поверхностям канавки шкива соблюдается условие $\alpha < \varphi_0$.

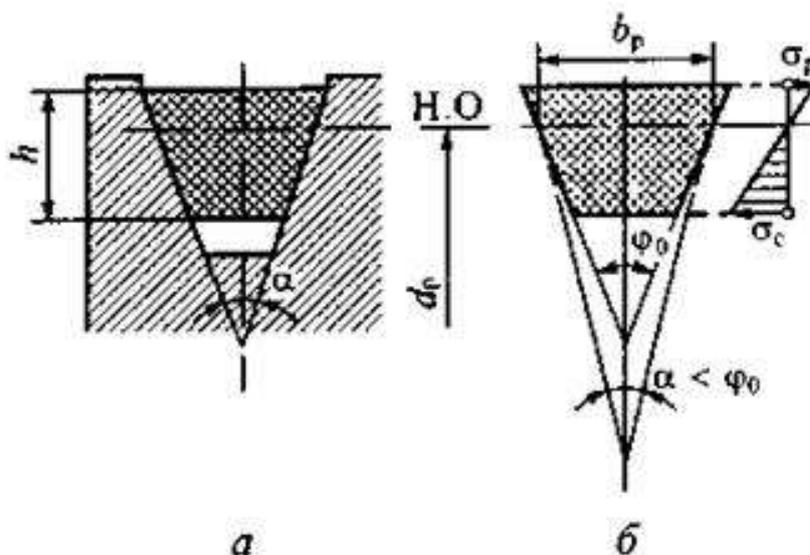


Рис. 59. Схема для определения угла профиля канавок

Натяжные устройства. Необходимым условием работы ременных передач трением является предварительное натяжение ремня, которое должно сохраняться во время эксплуатации. Для компенсации отклонений от номинала по длине ремня, его удлинения во время эксплуатации, а также для свободной установки новых ремней и создания их предварительного натяжения в передачах предусматривается регулировка межосевого расстояния и установка натяжных устройств.

В конструкциях передач наименьшее значение межосевого расстояния должно соответствовать длине ремня, уменьшенной на 2% при длине ремня до 2 м и на 1% при длине ремня свыше 2 м; наибольшее значение устанавливается из расчета длины ремня, увеличенной на 5,5%.

Натяжные устройства можно классифицировать следующим образом: устройства периодического действия, в которых натяжение ремня регулируется винтами; устройства постоянного действия, в которых натяжение поддерживается постоянным за счет силы тяжести или усилия

упругого элемента; устройства автоматические, обеспечивающие регулирование натяжения ремня в зависимости от нагрузки.

Натяжные устройства периодического действия показаны на рисунке 60:

а – регулировка межосевого расстояния осуществляется перемещением электродвигателя по салазкам с помощью винта;

б – регулировка осуществляется перемещением электродвигателя, установленного на качающейся платформе, регулируемой винтом.

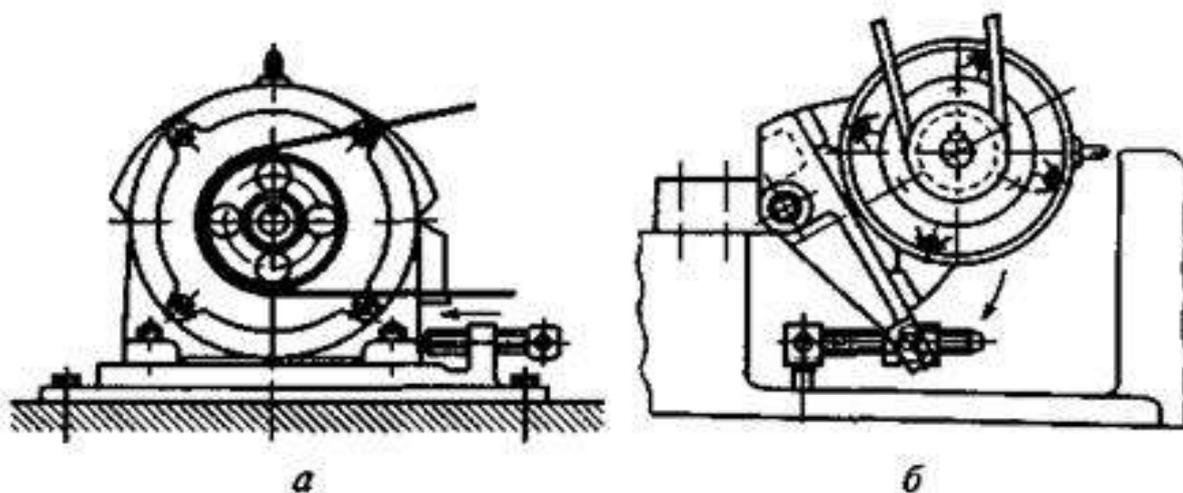


Рис. 60. Виды натяжных устройств периодического действия

Если в конструкции (рис.60, б) удалить регулировочный винт, то получится натяжное устройство постоянного действия за счет веса электродвигателя.

В клиноременных передачах, допускающих значительно меньший угол обхвата малого шкива, натяжные ролики применяют лишь при невозможности регулировки межосевого расстояния; ролик рекомендуется располагать с внутренней стороны ремня, в противном случае ремень будет изгибаться в двух направлениях и возникнет необходимость применения ремня шестигранного (сдвоенного клинового) сечения.

Устройства с автоматической регулировкой натяжения ремня в зависимости от передаваемого вращающего момента улучшают условия эксплуатации ремня и передачи, однако такие натяжные устройства сложны, дороги и поэтому широкого применения не имеют.

3. Валы, оси, муфты и их изображение на чертежах

3.1. Валы и оси. Общие сведения

При конструировании машин и механизмов часто используют валы и оси.

По конструкции оси и валы аналогичны и выполняются в виде стержней различных сечений из проката, поковок и штамповок. Различие между осью и валом заключается в том, что ось крутящих моментов не передает и работает только на изгиб. Вал работает не только на изгиб, но и на кручение. Оси бывают вращающиеся и невращающиеся.

Оси и валы имеют участки, которыми они входят в соприкосновение с опорами, называемые цапфами. Цапфа, расположенная на конце вала или оси, называется шипом, а в средней части — шейкой. Участки валов или осей, на которых закрепляют детали, называются головками. Цапфы, воспринимающие осевую нагрузку, называются пятами.

Валы бывают тихоходные и быстроходные, легко - и тяжело нагруженные. На них устанавливают зубчатые колеса, шкивы, барабаны. Кроме прямых, валы бывают коленчатые и гибкие. Прямые валы делятся: на короткие и длинные. Коленчатые валы используют в двигателях внутреннего сгорания, механических прессах, а гибкие — применяют для привода механизмов, удаленных от источника энергии на значительные расстояния. Гибкие валы состоят из стального сердечника и пяти слоев навивки из стальных проволок. Нечетные слои имеют правую навивку, а четные — левую. Это делается для того, чтобы при вращении вала внутренние слои не раскручивались, а уплотнялись.

Валом называют деталь (как правило, гладкой или ступенчатой цилиндрической формы), предназначенную для поддержания установленных на ней шкивов, зубчатых колес, звездочек, катков и т. д., и для передачи вращающего момента.

Вал 1 (рис.61) имеет опоры 2, называемые подшипниками. Часть вала, охватываемую опорой, называют цапфой.

Концевые цапфы именуют шипами 3, а промежуточные — шейками 4.

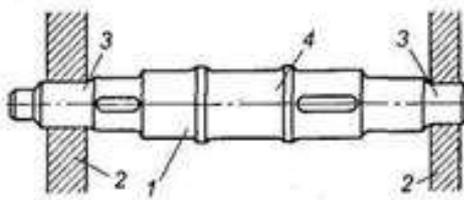


Рис.61. Прямой вал: 1—вал; 2—опоры вала; 3—цапфы; 4—шейка

Осью называют деталь, предназначенную только для поддержания установленных на ней деталей.

В отличие от вала ось не передает вращающего момента и работает только на изгиб. В машинах оси могут быть неподвижными или же могут вращаться вместе с сидящими на них деталями (подвижные оси). Не следует путать понятия "ось колеса", это деталь и "ось вращения", это геометрическая линия центров вращения.

По типу сечения валы и оси бывают; сплошные (рис.62 а); полые (рис.62 б); комбинированные. Применение полых валов приводит к существенному снижению массы и повышению жесткости вала при той же прочности, но изготовление полых валов сложнее сплошных.

Полыми валы изготавливают и в тех случаях, когда через вал пропускают другую деталь, подводят масло.

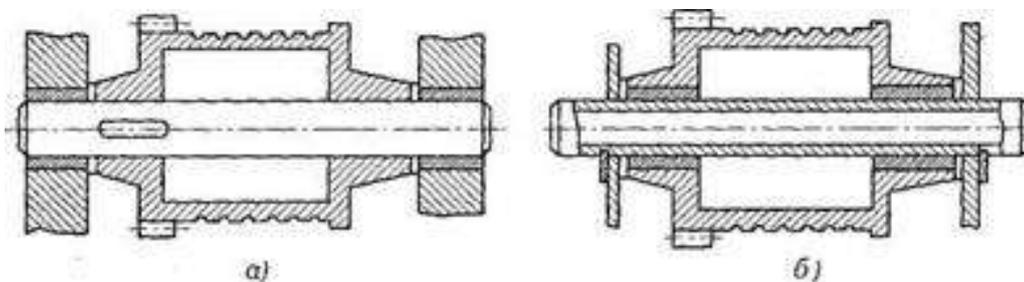


Рис.62. Конструкции осей по типу сечения:

а — сплошная ось; б — полая ось

Формы валов и осей весьма многообразны от простейших цилиндров до сложных коленчатых конструкций. Известны конструкции гибких валов, которые предложил шведский инженер Карл де Лаваль ещё в 1889 г.

По назначению валы делят на валы передач (на них устанавливают детали передач) и коренные валы (на них устанавливают дополнительно еще и рабочие органы машины). Чаще всего используют прямые валы. Коленчатые валы используют в поршневых машинах (рис.63).

Гибкие валы изготавливаются многослойной навивкой стальной пружинной проволоки на тонкий центральный стержень. Они сохраняют достаточную гибкость лишь при небольших диаметрах, так как при увеличении диаметра момент инерции сечения, а, следовательно, и жесткость резко возрастают. Поэтому при всех положительных качествах и удобстве привода, такие валы не могут передавать сколько-нибудь значительной мощности и имеют сравнительно узкое применение.

Оси обычно изготавливают прямыми. Наиболее широко распространены в машиностроении прямые валы и оси. Коленчатые и криволинейные валы относятся к специальным деталям и в настоящем курсе не изучаются.

По конструктивным признакам: гладкие валы и оси (как на рис.62); ступенчатые валы и оси (рис.63); валы-шестерни; валы-червяки.

Для осевого фиксирования деталей на валу или оси используются уступы, буртики, конические участки, стопорные кольца, распорные втулки, которые могут монтироваться в одном комплекте с другими деталями.

Наиболее удобны для сборки узлов ступенчатые валы: уступы предохраняют детали от осевого смещения и фиксируют их положения при сборке, обеспечивают свободное продвижение детали по валу до места ее посадки. Желательно, чтобы высота уступов допускала разборку узла без вынимания шпонок из вала. Диаметры посадочных участков должны быть выполнены по ГОСТ 6636-69, поскольку на эти диаметры существуют калибры массового производства.

Для обеспечения необходимого вращения деталей вместе с осью или валом применяют шпонки, шлицы, штифты, профильные участки валов и посадки с натягом.

Участки осей (1) и валов (рис.65), которыми они опираются на подшипники при восприятии осевых нагрузок, называют пятами. Опорами для пят служат подпятники (2).

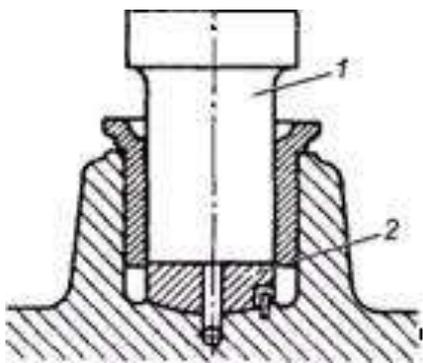


Рис.65. Опора вертикального вала:

1 — пята; 2 — подпятник

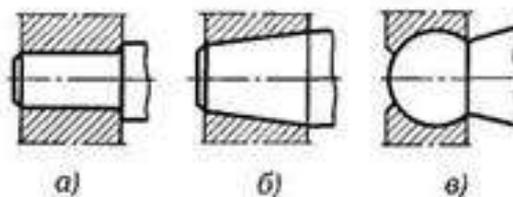


Рис. 66. Цапфы:

а - цилиндрические; б - конические; в - шаровые

Посадочные поверхности валов и осей под ступицы насаживаемых деталей называют цапфами и выполняют цилиндрическими, коническими или шаровыми (рис.66). При этом принято называть промежуточные цапфы шейками, концевые — шипами.

Широкое распространение в машиностроении получили цилиндрические цапфы; конические и шаровые цапфы применяют редко.

Переходные участки между двумя диаметрами выполняют: 1) с галтелью постоянного радиуса; 2) с галтелью переменного радиуса. Такая галтель снижает концентрацию напряжений и увеличивает долговечность. Применяется она на сильно нагруженных участках валов и осей.

Конструктивные разновидности переходных участков между ступенями валов и осей: канавка со скруглением для выхода шлифовального круга (рис.67 а); галтель постоянного радиуса (рис.67 б); галтель переменного радиуса (рис.67 в); фаска (рис.67 г).

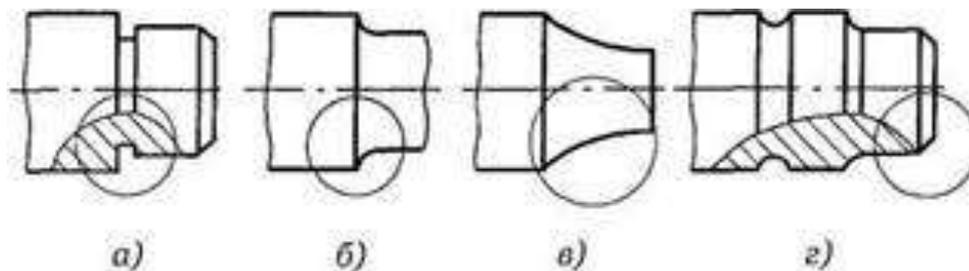


Рис.67. Конструктивные разновидности переходных участков вала: а — канавка; б — галтель; в — галтель переменного радиуса; г — фаска

Торцы валов и осей делают с фасками, т. е. слегка обтачивают их на конце (рис.67 а, г). Посадочные поверхности валов и осей обрабатывают на токарных и шлифовальных станках.

Заплечики валов и осей препятствуют сдвигом лишь в одном направлении. В случае возможного осевого смещения в противоположную сторону для его исключения применяют гайки, штифты, стопорные винты и т. д. Концы валов для установки муфт, шкивов и других деталей, передающих вращающие моменты, выполняют цилиндрическими или коническими, а их размеры стандартизованы. Для установки шпонок вал снабжают пазом.

3.2. Подшипники и их изображение на чертежах

Валы и оси удерживаются на опорах, которые называют подшипниками и подпятниками. Назначение подшипников — воспринимать нагрузки, действующие на вал или ось и обеспечивать минимальную силу трения в паре. По роду трения они делятся на подшипники скольжения и подшипники качения. В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки они бывают радиальные (радиальная нагрузка), упорные (осевая нагрузка) и радиально- упорные (радиальная и осевая нагрузка). Упорные подшипники называют подпятниками.

Подшипники скольжения поддерживают медленно вращающиеся оси и валы. Основным элементом подшипника является вкладыш, который устанавливается непосредственно в станине или раме или имеет самостоятельный корпус. Подшипники со специальным корпусом бывают неразъемные и разъемные. Неразъемный подшипник образуют корпус и вкладыш.

Разъемный подшипник (рис.68) состоит из корпуса 1, соединенного с помощью болтов с рамой машины, крышки и двух вкладышей, образующих разъемную втулку 2. Крышка болтами присоединена к корпусу. Болты также используются для регулирования зазора между валом и вкладышем.

Отверстие в крышке служит для установки масленки. Материал вкладышей — антифрикционный чугун, бронза, латунь, текстолит и др.

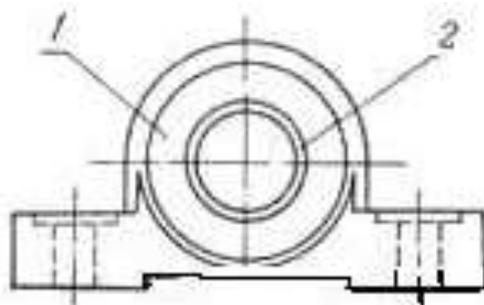


Рис.68. Разъемный подшипник скольжения

Подшипники качения (рис.69) состоят из наружного и внутреннего колец и тел качения, удерживаемых на определенном расстоянии друг от друга сепаратором.

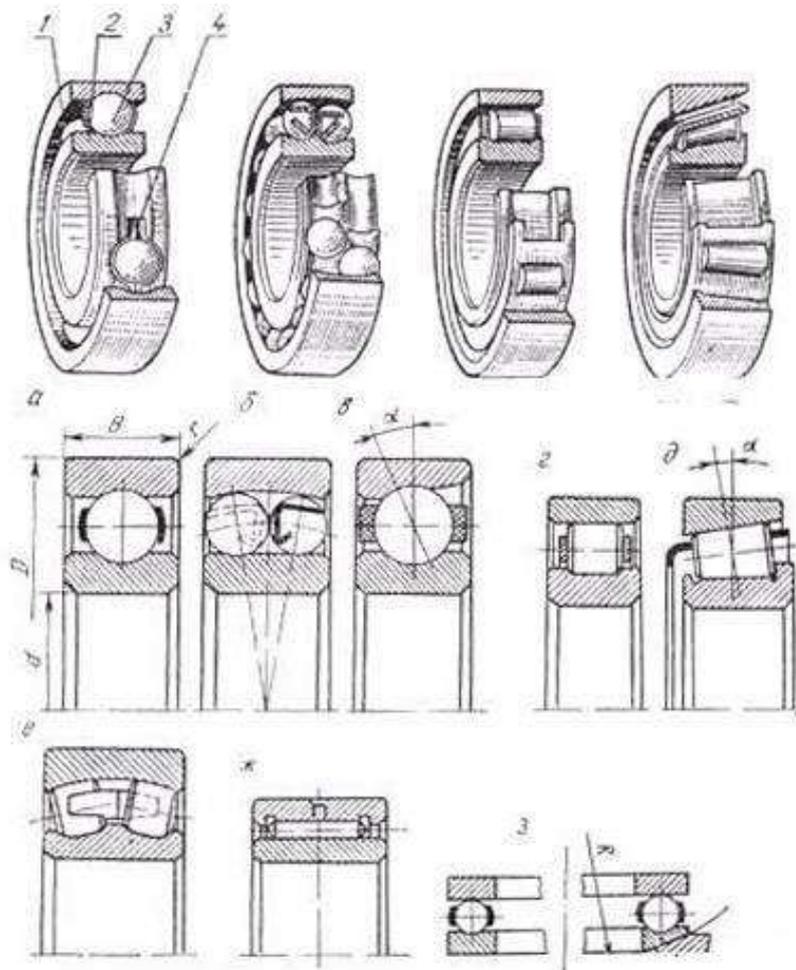


Рис.69. Подшипники качения: а — радиальные шариковые; б - самоустанавливающиеся шариковые; в — радиально-упорные шариковые; г - радиальные роликовые; д — радиально-упорные роликовые; е - самоустанавливающиеся роликовые; ж — игольчатые; з - упорные.

В зависимости от формы тел качения подшипники делятся на шариковые и роликовые, а в зависимости от воспринимаемой нагрузки на радиальные, радиально-упорные и упорные. По нагрузочной способности подшипники разделяют на ряд серий: особо легкую, легкую, среднюю и тяжелую. Основными размерами подшипника является диаметр под цапфу, наружный диаметр и ширина.

На сборочных чертежах допускают изображать подшипники качения в соответствии с его конфигурацией сплошными линиями по контуру без указания типа и конструктивных особенностей. Внутри контура подшипника проводят тонкими линиями диагонали (как, например, на рис.70).

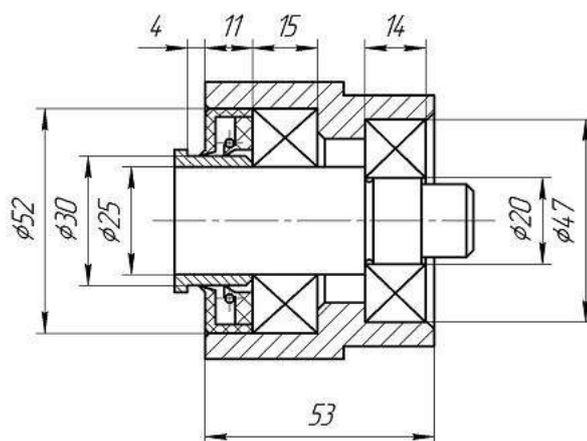


Рис.70. Изображение подшипников на сборочном чертеже

При необходимости указания типа подшипника на сборочном чертеже в контур подшипника вписывают упрощённое графическое изображение. Примеры схематических и упрощённых изображений приведены в приложении 5. В нем представлены также номера типов подшипников.

3.3. Крепление подшипников на валах

Из основных схем установки подшипников можно заметить, что в каждой схеме подшипники по-разному закреплены на валу и в корпусе.

На рисунке 71 а — г показаны способы крепления подшипников на валу, которые применяют в тех случаях, когда на вал действует значительная осевая сила в обоих направлениях.

Надежное крепление подшипника осуществляется шлицевой гайкой (рис. 71, а), которая от самопроизвольного отвинчивания стопорится многолапчатой шайбой. Стопорная шайба имеет один внутренний выступ и шесть наружных выступов - лапок. Внутренний выступ шайбы заходит в специально выполненный паз на валу, а один из ее наружных выступов-лапок отгибается в шлиц гайки.

Просто и надежно крепление торцевой шайбой (рис.71, б). В этом случае штифт фиксирует шайбу от поворота относительно вала. Чтобы торцевые шайбы при высоких частотах вращения не вызывали дисбаланса, их центрируют по отверстию подшипника (рис.71, в) или по валу (рис.71, г). Во всех случаях необходимо предусмотреть стопорение винтов, крепящих шайбу к торцу вала, от самоотвинчивания. На рисунке 71, б, в показано стопорение винта шайбой стопорной с носком, а на рисунке 71, г — деформируемой шайбой, установленной под оба винта сразу. Концы шайбы отгибаются на грани головок винтов.

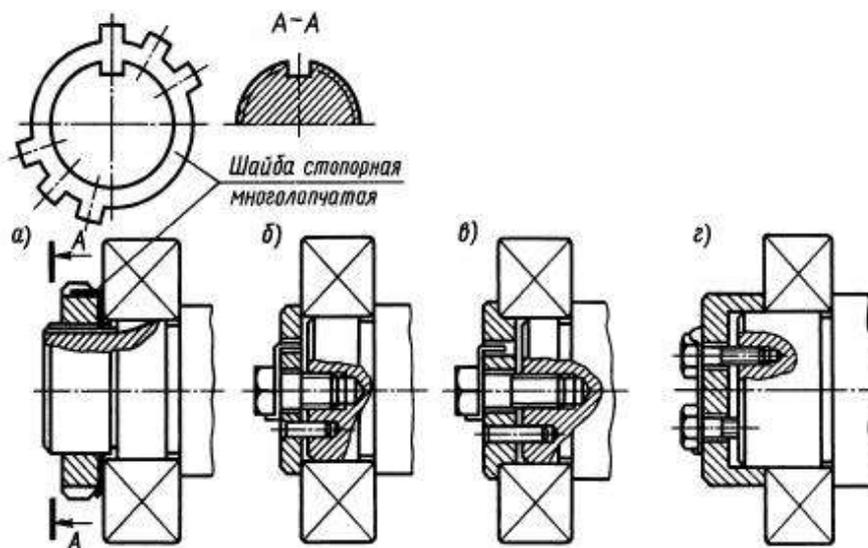


Рис.71. Крепление подшипника

Все большее применение находит крепление подшипников пружинным упорным (рис. 72) плоским кольцом. Кольцо и крепление им показаны на рисунке 72 а, б. Между подшипником и пружинным упорным кольцом 1 целесообразно ставить компенсаторное кольцо 2. Подбирая это

кольцо по толщине, устраняют зазор между подшипником и пружинным кольцом. Компенсаторное кольцо улучшает контакт подшипника с пружинным упорным кольцом, которое незначительно выступает из канавки над поверхностью вала.

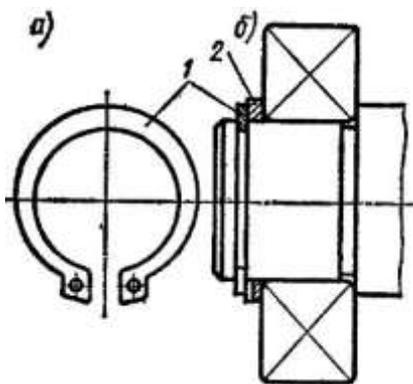


Рис.72. Крепление подшипника пружинным упорным кольцом

При удалении подшипника из корпуса его нужно захватывать за наружное кольцо (рис.73, а), а при снятии с вала — за внутреннее (рис.73, б). Поэтому заплечики должны быть чрезмерно большими по высоте.

При высоких заплечиках нужно предусматривать специальные пазы для размещения тяг съемника (рис.73, б).

Для удаления наружного кольца подшипника из глухого отверстия предусматривают свободное пространство для размещения тяг съемника (рис.73,а).

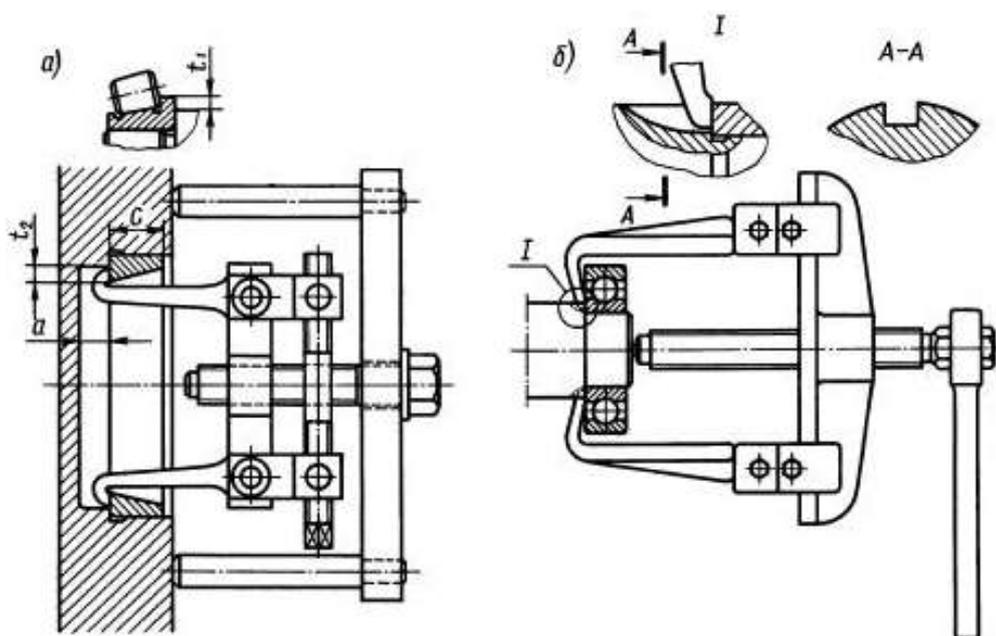


Рис.73. Удаление подшипника из корпуса

3.4. Муфты, их классификация, конструкция и изображение на чертежах

Муфтами в технике называют устройства, предназначенные для осевого соединения валов, а также для передачи вращающего момента деталям вращения, свободно сидящим на валу. Они подразделяются на неуправляемые (постоянные), управляемые (сцепные) и самоуправляемые.

В группу неуправляемых муфт входят глухие, компенсирующие и упругие. Простейшей из глухих муфт является втулочная (рис.74). Она состоит из втулки и соединительного элемента (штифт, шпонка, шлицы).

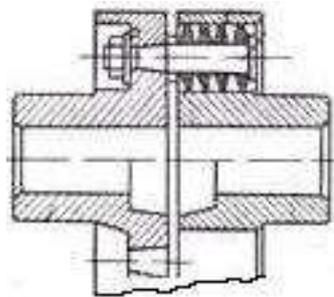


Рис.74. Глухая втулочная муфта

Недостатком втулочных муфт (рис.75) является необходимость строгой соосности валов и смещения одного из них при монтаже и демонтаже.

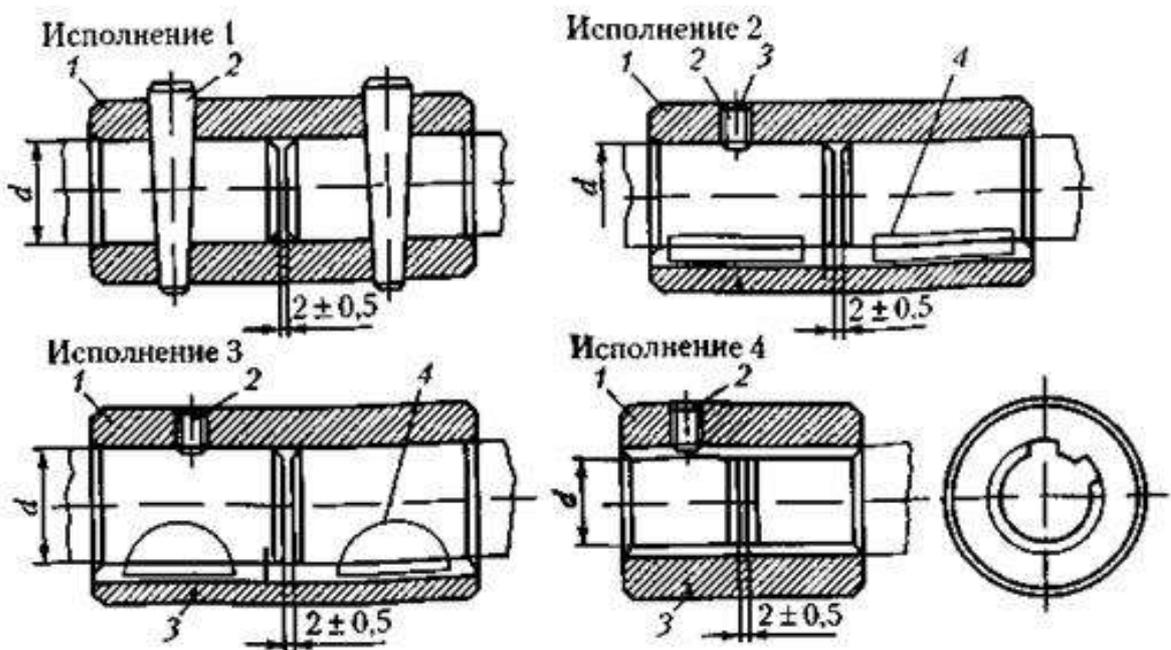


Рис.75. Муфты втулочные

ГОСТ 24246–80 предусматривает изготовление втулочных муфт в четырех исполнениях: 1-е – с цилиндрическим посадочным отверстием и штифтами; 2-е – с призматическими шпонками (4); 3-е – с сегментными шпонками (4); 4-е – с шлицевым посадочным отверстием.

Втулка 1 муфт исполнений 2, 3 и 4 предохраняется от смещения в осевом направлении установочным винтом 2, который стопорится пружинным кольцом 3. Диапазон номинальных вращающих моментов от 1 до 12 500 Н · м при диаметрах d посадочных концов валов от 6 до 105 мм. Ограничений по частоте вращения муфта не имеет. Материал втулок – сталь 45.

На рисунке 76 показана жесткая фланцевая муфта, применяемая для соединения соосных валов при передаче номинального вращающего момента:

- стальными муфтами от 16 до 40 000 Н•м и окружной скорости до 70м/с;
- чугунными муфтами от 8 до 20 000 Н•м и окружной скорости до 35 м/с.

Диапазон диаметров валов от 12 до 250мм. При переменной нагрузке и реверсивном вращении значения номинального момента уменьшаются. Посадочные отверстия для валов могут быть цилиндрическими или коническими.

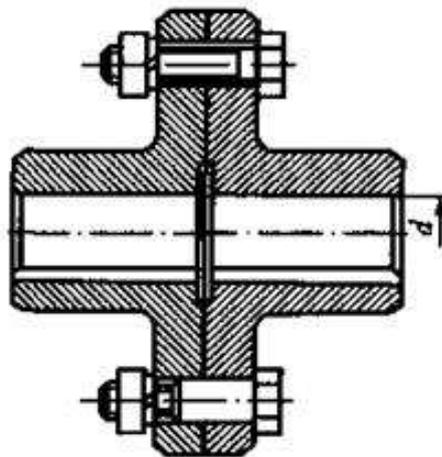


Рис.76. Жесткая фланцевая муфта

Фланцы полумуфт соединены болтами, из которых половина (через один) ставится с зазором и работает на растяжение. Остальные болты устанавливаются в развернутые отверстия без зазора; они осуществляют взаимное центрирование полумуфт и работают на срез. Расчет болтов обычно ведут в предположении, что вся нагрузка воспринимается болтами, работающими на срез.

На рисунке 77 представлена жесткая продольно - свертная муфта, применяемая для соединения цилиндрических валов диаметром $d= 25...130$ мм при номинальных вращающих моментах от 125 до 12 500 Н·м, передаваемых силами трения. Допускаемое радиальное смещение валов 0,05 мм.

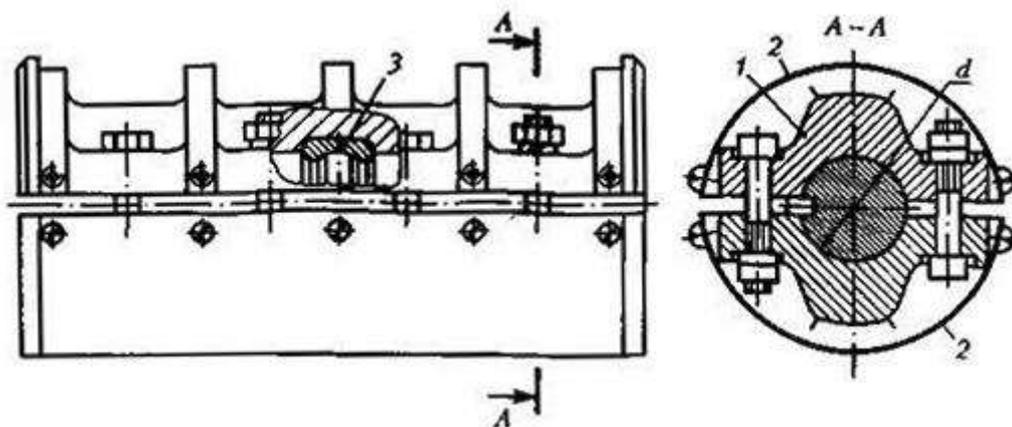


Рис.77. Жесткая продольно - свертная муфта

Муфта состоит из двух полумуфт 1, соединенных болтами, полукожухов 2, закрепляемых винтами, и двух фиксирующих полуколец 3. В крупных муфтах дополнительно ставят призматическую шпонку. Достоинство муфты – возможность монтажа без осевого смещения валов.

На рисунке 78 изображена кулачково-дисковая муфта, применяемая для соединения валов диаметром от 16 до 150мм, при номинальных вращающих моментах от 16 до 16000 Н·м без уменьшения динамических нагрузок. Максимальная частота вращения 4 с^{-1} для муфт с наружным диаметром до 300 мм и 2 с^{-1} для муфт большого диаметра. Муфта допускает угловое смещение геометрических осей валов до $0^{\circ}30'$ и их

радиальное смещение от 0,6 до 3,6 мм (в зависимости от диаметра вала), поэтому она относится к подгруппе компенсирующих муфт. Посадочные отверстия для валов могут быть цилиндрическими или коническими.

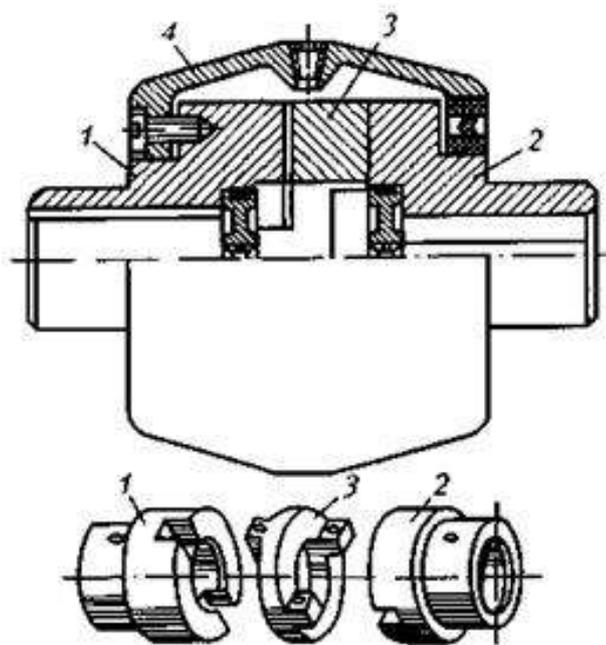


Рис.78. Кулачково-дисковая муфта

Кулачково-дисковая муфта состоит из полу муфт *1* и *2*, плавающего диска *3* и кожуха *4*. Пазы на полу муфтах являются направляющими для выступов на диске, обеспечивающих передачу вращающего момента, но вместе с тем допускающих относительное поперечное смещение полу муфт и диска. Выступы на торцах диска расположены по взаимно перпендикулярным диаметрам. Для уменьшения трения и износа муфту необходимо периодически смазывать, причем рекомендуются смазочные материалы с противозадирными присадками. Обычно полу муфты и диск изготавливают из углеродистых или легированных (хромистых) сталей.

Для соединения валов, установленных друг к другу под углом до 45° , применяют шарнирные муфты (рис.79). ГОСТ 5147–80 регламентирует основные параметры, конструкцию и размеры малогабаритных шарнирных муфт общего назначения для передачи номинального вращающего момента от 11,2 до 1120 Н·м без смягчения динамических нагрузок. Стандарт предусматривает изготовление двух типов шарнирных муфт:

одинарных и сдвоенных с промежуточной спаренной вилкой 3 (рис.79). Эти муфты широко применяются в автомобилестроении (карданная передача).

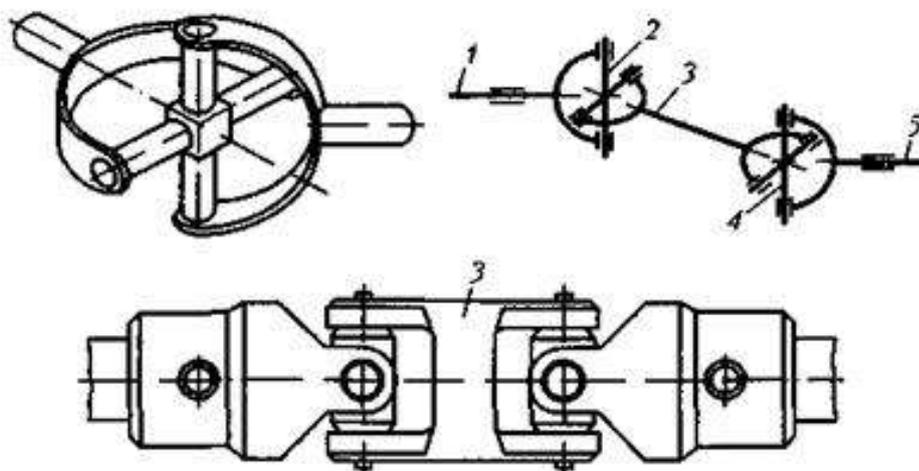


Рис.79. Шарнирные муфты

Шарнирные муфты компенсируют неточность монтажа узлов, деформации рамы и рессор в транспортных машинах, поэтому их можно отнести к подгруппе компенсирующих муфт.

Пространственное изображение одинарной, схематическое и конструктивное изображения сдвоенной шарнирной муфты представлены на рис.79.

Ведущий вал 1 заканчивается вилкой, соединенной с крестовиной 2; вторая переключина крестовины соединена с вилкой ведомого вала одинарной муфты или со спаренной вилкой 3, если муфта сдвоенная.

У одинарной муфты при равномерном вращении ведущего вала ведомый вал будет вращаться неравномерно. Если муфта сдвоенная, а ведущий вал 1 и ведомый вал 5 параллельны (или образуют равные углы со спаренной вилкой 3), то при равномерном вращении ведущего вала ведомый вал тоже вращается равномерно. Детали шарнирной муфты изготавливаются из сталей 20Х и 40Х.

Нерасцепляемые упругие муфты. Упругие муфты обладают двумя очень важными свойствами, а именно: демпфирующей способностью, снижающей динамические нагрузки, и способностью компенсировать

несоосность валов. На рисунке 80 изображена муфта упругая со звездочкой, применяемая для соединения соосных цилиндрических валов при передаче номинального вращающего момента от 2,5 до 400 Н·м и уменьшении динамических нагрузок; диаметры валов от 6 до 48 мм. Муфта допускает в зависимости от диаметра вала: частоту вращения до 5500 мин^{-1} , радиальное смещение осей валов до 0,4 мм, угловое смещение до $1^{\circ}30'$.

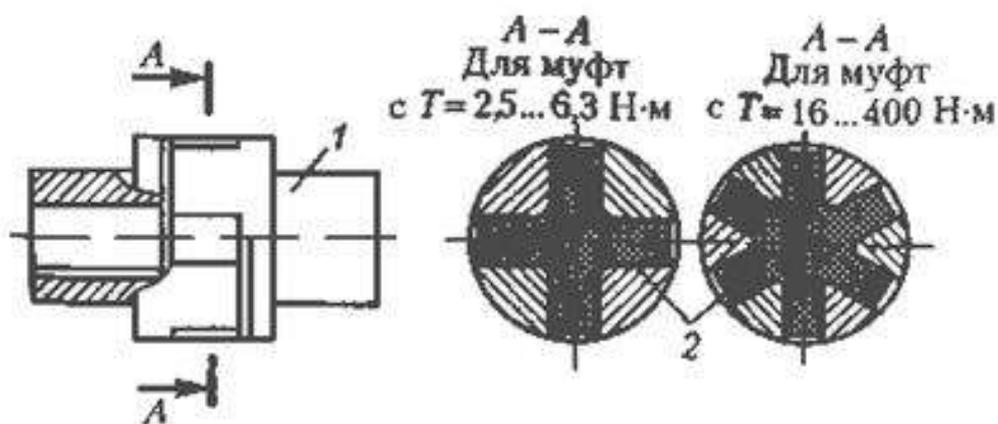


Рис.80. Муфта упругая со звездочкой

Муфта состоит из двух полумуфт 1, изготавливаемых из стали 35 и резиновой звездочки 2 (с четырьмя или шестью выступами).

На рисунке 81 показана муфта упругая с торообразной оболочкой. Муфта предназначена для соединения соосных валов и передачи номинального вращающего момента от 20 до 40 000 Н·м, уменьшения динамических нагрузок и компенсации смещений валов диаметром от 14 до 240 мм. Муфта допускает, в зависимости от диаметра вала: частоту вращения до 3000 мин^{-1} , осевое смещение до 11 мм, радиальное смещение до 5 мм, угловое смещение до $1^{\circ}30'$.

Муфта состоит из двух полумуфт 1, резиновой торообразной оболочки 2, прижатой кольцами и болтами к полумуфтам. Эта муфта допускает кратковременную перегрузку в 2–3 раза; она проста и надежна в эксплуатации, является лучшей из известных упругих муфт. Посадочные отверстия для валов могут быть цилиндрическими или коническими.

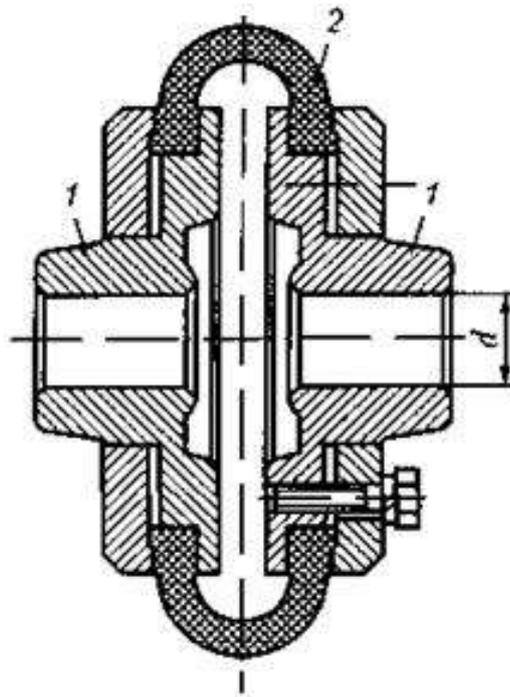


Рис. 81. Муфта упругая с торообразной оболочкой

На рисунке 82 изображена муфта упругая втулочно-пальцевая. Муфта применяется для соединения соосных валов и передачи номинального вращающего момента от 6,3 до 16000 Н·м, и уменьшения динамических нагрузок; диаметры валов от 9 до 160 мм. Муфта допускает, в зависимости от диаметра вала: частоту вращения до 8800 мин^{-1} , радиальное смещение осей валов до 0,6мм, угловое смещение до $1^{\circ}30'$.

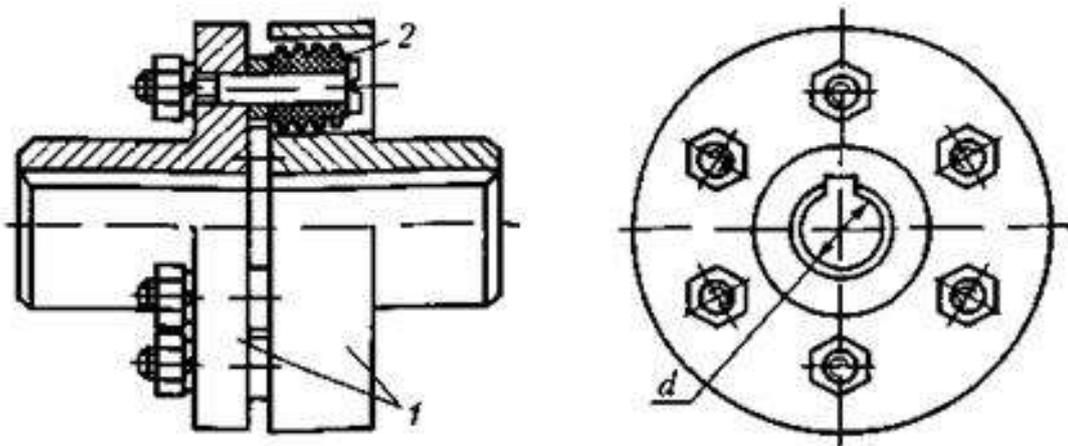


Рис. 82. Муфта упругая втулочно-пальцевая

Муфта состоит из двух чугунных полумуфт *1*, в отверстиях которых закреплены стальные пальцы с надетыми на них кольцами и резиновыми гофрированными втулками *2*. Металлический контакт полумуфт

отсутствует, что обеспечивает плавную работу муфты и электрическую изоляцию валов.

Посадочные отверстия для валов могут быть цилиндрическими или коническими. Муфта проста в изготовлении и ремонте и в машиностроении получила широкое применение, особенно для приводов от электродвигателей.

Механические управляемые муфты бывают синхронными (допускающими переключение только при равных или почти равных угловых скоростях ведущей и ведомой частей) и асинхронными (позволяющими производить переключение при различных угловых скоростях ведущей и ведомой частей). У асинхронных муфт вращающий момент передается за счет сил трения, поэтому такие муфты называются фрикционными. Они дают возможность плавного сцепления ведущего и ведомого валов под нагрузкой.

На рисунке 83а показана простейшая дисковая фрикционная муфта, имеющая одну пару поверхностей трения. Левая полумуфта закреплена на ведущем валу неподвижно, а полумуфта, сидящая на ведомом валу, подвижна в осевом направлении (подвижная полумуфта может быть расположена и на ведущем валу). Следует заметить, что фрикционные муфты не допускают несоосность валов. Центровка полумуфт достигается либо их расположением на одном валу, либо с помощью специальных центрирующих колец (рис.83, а). Для соединения валов к подвижной полумуфте с помощью механизма управления прикладывается осевая сила.

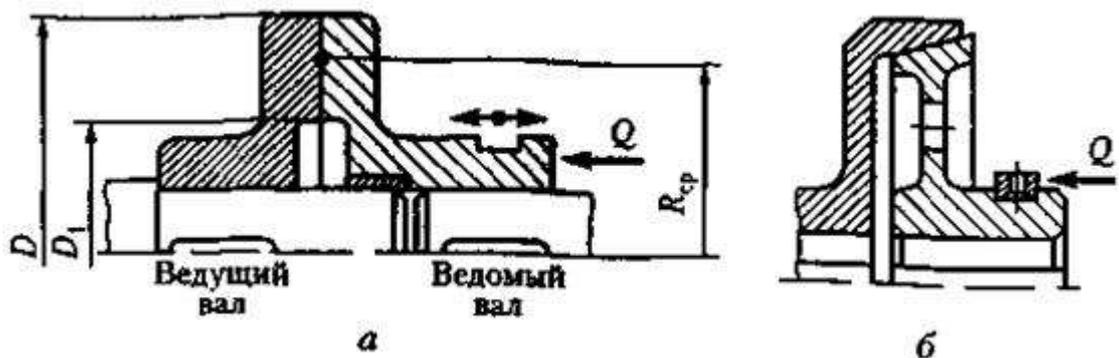


Рис. 83. Дисковая и коническая фрикционные муфты

Во время включения фрикционной муфты неизбежно проскальзывание трущихся поверхностей, сопровождающееся выделением теплоты. Поэтому фрикционные материалы, применяемые в муфтах, должны быть износостойкими и теплостойкими. Прочность сцепления в муфте зависит от коэффициента трения и его стабильности при изменении скорости скольжения, давления и температуры.

Фрикционные тела муфт, работающих со смазкой, чаще всего изготавливают из закаленной стали или один диск делают из чугуна либо облицовывают текстолитом или металлокерамикой.

На рисунке 83б показана схема конической фрикционной муфты. Конические поверхности трения позволяют создать на них значительные нормальные давления и силы трения при относительно малых силах нажатия. Угол наклона образующей конуса должен быть больше угла трения покоя во избежание самозахватывания муфты.

Конические муфты просты по конструкции, но имеют значительные радиальные габариты, поэтому в настоящее время их применение весьма ограничено.

Для уменьшения осевой силы нажатия и увеличения передаваемого вращающего момента широко применяют многодисковые фрикционные муфты, имеющие несколько пар поверхностей трения (рис.84). В этой муфте имеется две группы дисков: наружные, соединенные шлицами или зубьями с полумуфтой 1, и внутренние, соединенные таким же способом с другой полумуфтой. На правый крайний диск действует сила нажатия, передаваемая от механизма управления с помощью отводки 3 и качающегося рычага 2. Изображенная муфта имеет шесть пар трущихся поверхностей, поэтому нагрузочная способность этой муфты в шесть раз больше, чем у муфты, изображенной на рисунке 83, при одинаковых диаметрах и прочих равных условиях.

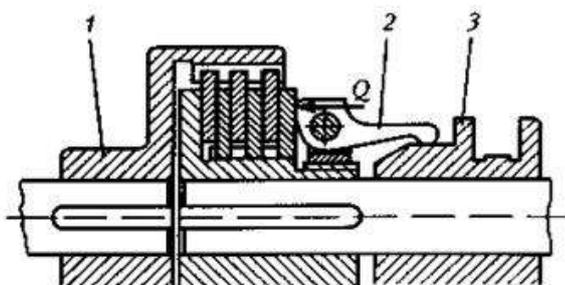


Рис. 84. Многодисковая фрикционная муфта

Заметим, что число пар трущихся поверхностей всегда на единицу меньше суммарного числа ведущих и ведомых дисков.

При одинаковом вращающем моменте и силе нажатия радиальные габаритные размеры многодисковой муфты значительно меньше, чем у муфты с одной парой поверхностей трения; многодисковые муфты имеют хорошую плавность включения, но плохую расцепляемость. В автомобилях широко применяют дисковые фрикционные муфты с двумя поверхностями трения (муфта состоит из одного диска и двух полумуфт), имеющие сравнительно хорошую расцепляемость; в тракторах находят широкое применение многодисковые муфты.

К подгруппе синхронных управляемых муфт относятся кулачковые и зубчатые муфты. У кулачковых муфт на торцах полумуфт имеются выступы – кулачки (рис.85, а). Для включения и выключения муфты одна из полумуфт перемещается в осевом направлении с помощью механизма управления. Для реверсивных механизмов применяют кулачки симметричного профиля, а для нереверсивных – несимметричные. Включение кулачковых муфт всегда сопровождается ударами, поэтому такие муфты не рекомендуются для включения под нагрузкой и при больших относительных скоростях вращения валов.

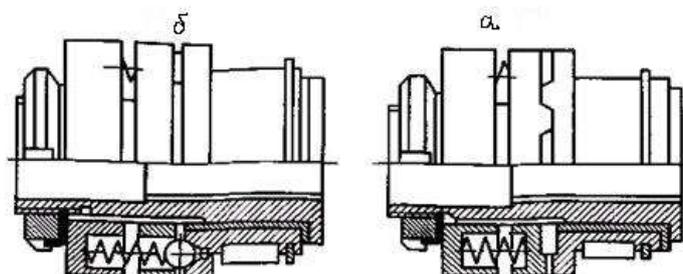


Рис. 85. Кулачковая и шариковая предохранительные муфты

Зубчатые муфты могут иметь внутренние зубья на одной и наружные – на второй полумуфте; в других конструкциях обе полумуфты имеют наружные зубья, а переключение производится с помощью подвижной обоймы с внутренними зубьями. Для устранения ударов при включении в зубчатых муфтах применяют синхронизаторы (например, в коробках передач автомобилей), которые выравнивают угловые скорости валов перед их соединением.

К самодействующим муфтам относятся муфты предохранительные, обгонные и центробежные.

На рисунке 85 показаны стандартизованные предохранительные муфты общего назначения: а – кулачковая; б – шариковая; кроме того, стандартизована предохранительная фрикционная многодисковая муфта. Эти муфты предназначены для предохранения привода при передаче вращающего момента от 4 до 400 Н·м в любом пространственном положении; диаметры валов от 8 до 48 мм, допускаемая частота вращения до 1600 мин⁻¹ и зависит от диаметра вала.

На рисунке 86 изображена предохранительная дисковая муфта с разрушаемым элементом. В этой муфте при перегрузке штифт 3 срезается кромками стальных закаленных втулок 4, установленных в полумуфтах 1 и 2. Для возобновления работы машины вывинчивают пробку, и срезанный штифт заменяют новым. Иногда в муфте ставится два срезных штифта.

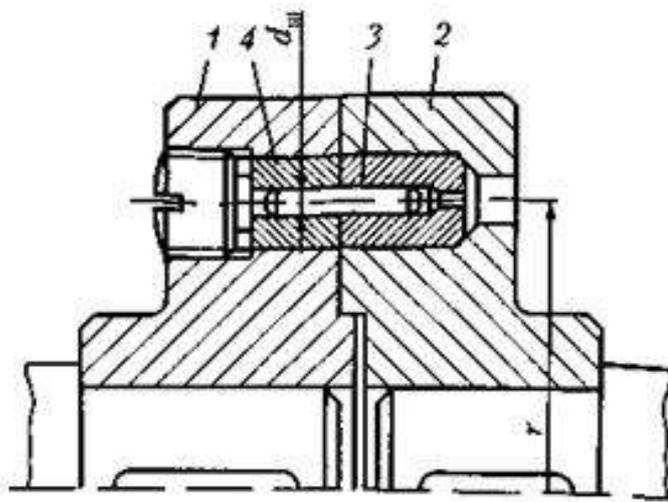


Рис. 86. Предохранительная дисковая муфта с разрушаемым элементом

На рисунке 87 показана схема работы обгонной муфты, которая передает вращающий момент только в одном направлении (в данном случае по часовой стрелке). Муфта состоит из обоймы 1, звездочки 2, роликов или шариков 3 и толкателя 4 со слабой пружиной, удерживающего ролик в постоянном соприкосновении с обоймой. При вращении звездочки по часовой стрелке под действием сил трения ролик увлекается в сторону сужения паза и заклинивается, в результате чего образуется жесткое соединение звездочки с обоймой. При вращении звездочки против часовой стрелки (или если обойма начнет вращаться по часовой стрелке с большей угловой скоростью, чем звездочка) произойдет автоматическое размыкание кинематической цепи привода.

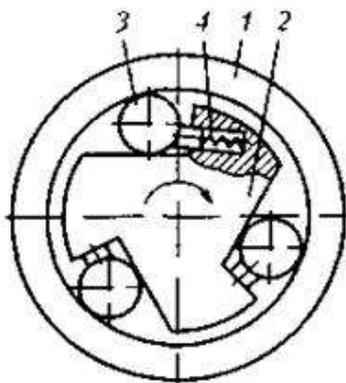


Рис. 87. Схема работы обгонной муфты

Фрикционные обгонные муфты бесшумны и могут работать при больших частотах вращения. Их применяют в автомобилях, мотоциклах, велосипедах, станках и др. В велосипеде обгонная муфта позволяет колесу свободно катиться по дороге при неподвижных педалях и передавать на колесо вращающий момент при вращающихся педалях, поэтому ее называют муфтой свободного хода.

В строительных и дорожных машинах широко применяется фрикционная пневмокамерная муфта (рис.88). Она состоит из полумуфт, резиновой камеры, к которой прикреплены колодки с накладками из фрикционного металла. Камера посредством штуцера соединяется с воздушной магистралью. При подаче воздуха в камеру объем ее

увеличивается, в результате чего происходит прижатие колодок к ободу полумуфты.

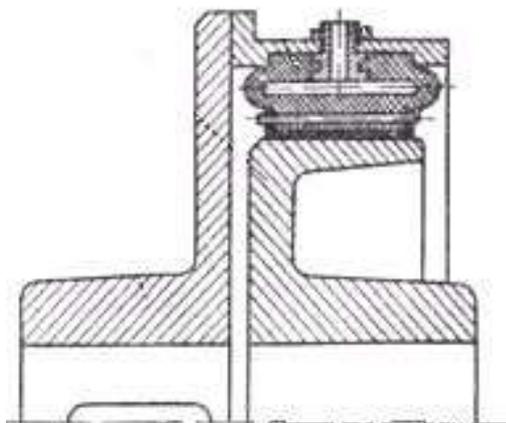


Рис.88. Пневмокамерная муфта

Центробежные муфты применяют для автоматического соединения и разъединения валов при достижении определенной частоты вращения. Источник усилий в них – центробежные силы.

На практике нередко применяют комбинированные муфты, например, сочетания упругих муфт с предохранительными или управляемыми.

Муфты общемеханического применения выполняются по ГОСТ 50371-92. В приложении 6 приведены наиболее часто используемые муфты.

3.5. Смазочные устройства

При работе передач продукты изнашивания постепенно загрязняют масло. С течением времени оно стареет, его свойства ухудшаются. Браковочными признаками служат увеличенное кислотное число, повышенное содержание воды и наличие механических примесей. Поэтому масло, залитое в корпус редуктора или коробки передач, периодически меняют. Для замены масла в корпусе предусмотрено сливное отверстие, закрываемое пробкой с цилиндрической или конической резьбой (рис.89).

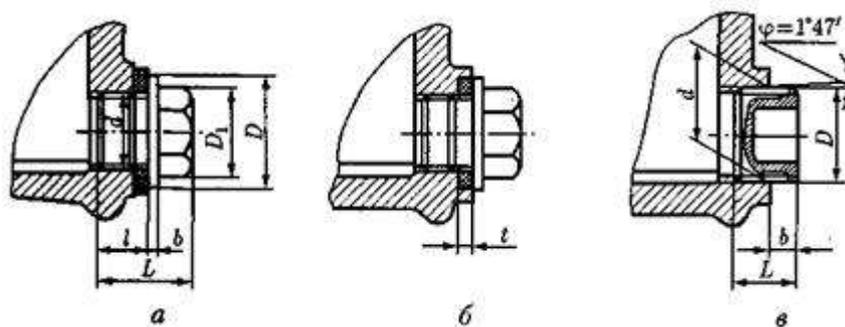


Рис. 89. Пробки для сливных отверстий

Цилиндрическая резьба не создает надежного уплотнения. Поэтому под пробку с цилиндрической резьбой ставят уплотняющие прокладки из фибры, алюминия, паронита. Для этой цели применяют также кольца из маслобензостойкой резины, которые помещают в канавки глубиной t , чтобы они не выдавливались пробкой при ее завинчивании (рис.89, б).

Коническая резьба создает герметичное соединение, и пробки с этой резьбой дополнительного уплотнения не требуют. Поэтому применение их более желательно.

Маслосливными пробками можно закрывать отверстия для залива масла.

Для наблюдения за уровнем масла в корпусе устанавливают: пробки с конической резьбой (рис.89,в), маслоуказатели крановые (рис.90), маслоуказатели жезловые (щупы) (рис.91), маслоуказатели круглые и удлиненные из прозрачного материала (рис.92).

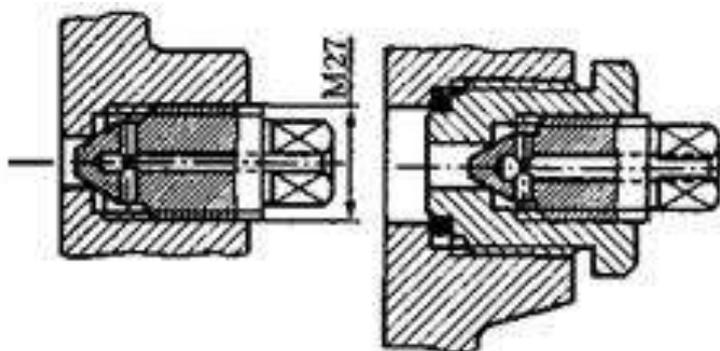


Рис. 90. Маслоуказатели крановые

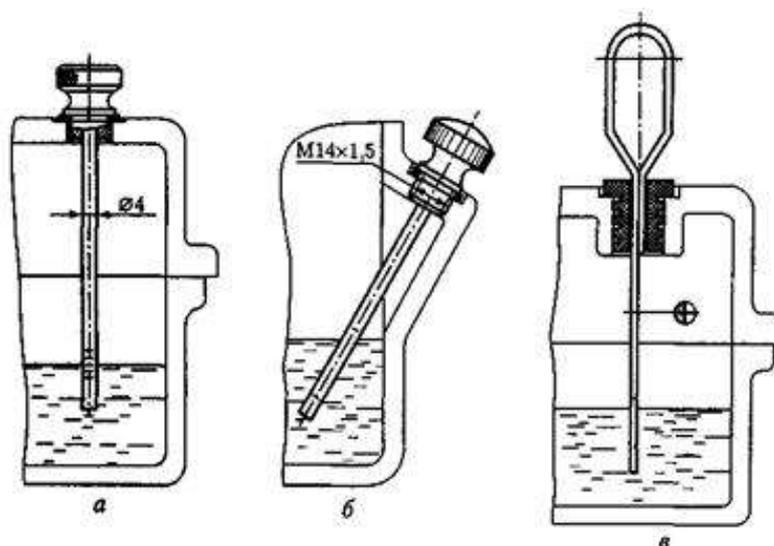


Рис. 91. Маслоуказатели жезловые

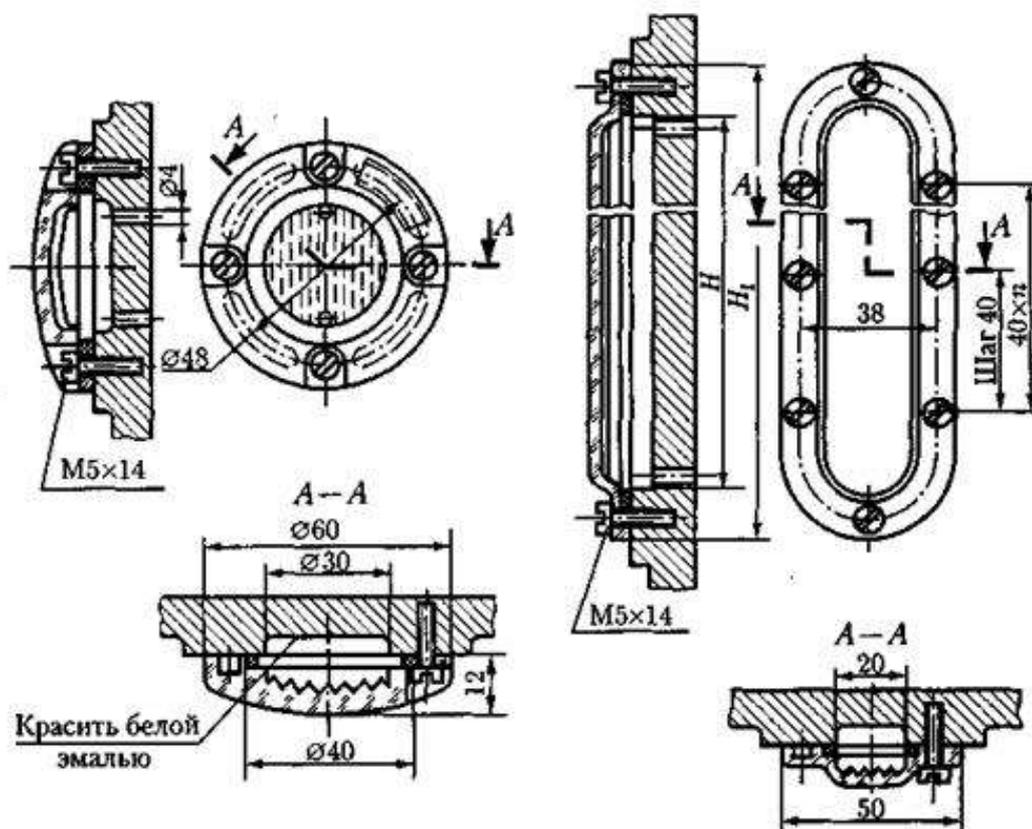


Рис. 92. Маслоуказатели круглые и удлиненные из прозрачного материала

Исполнение шупа по рисунку 92б вызывает некоторые технологические трудности при формовке корпуса и сверлении наклонного отверстия. Поэтому исполнение шупа по рисунку 92а и особенно рисунку 92в предпочтительнее.

Круглые маслоуказатели (см. рис.92) удобны для корпусов, расположенных достаточно высоко над уровнем пола.

Пробки и крановые маслоуказатели можно устанавливать парами для контроля за нижним и верхним уровнями масла (рис.93). Можно устанавливать только одну пробку – для контроля над верхним уровнем масла.

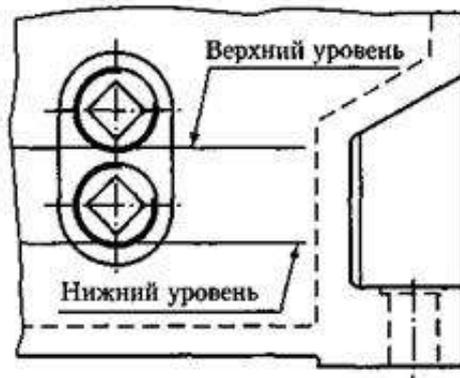


Рис. 93. Парная установка маслоуказателей

При длительной работе в связи с нагревом воздуха повышается давление внутри корпуса. При интенсивном тепловыделении это приводит к просачиванию масла через уплотнения и стыки. Чтобы избежать этого, внутреннюю полость корпуса сообщают с внешней средой путем установки отдушин в его верхних точках. Некоторые конструкции отдушин приведены на рисунках 94а–в. Отдушину по рисунку 94в используют также в качестве пробки, закрывающей отверстие для залива масла.

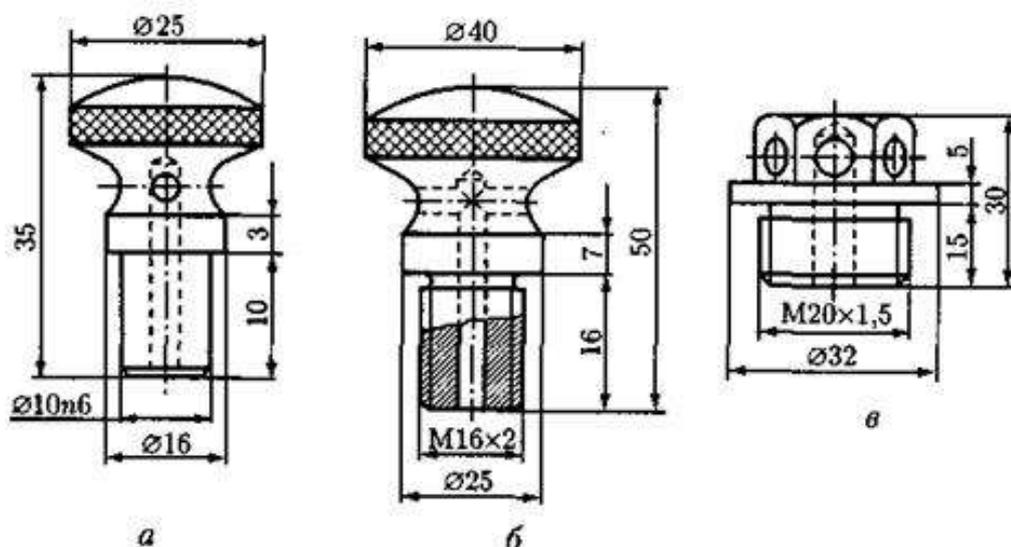


Рис. 94. Конструкции отдушин корпуса

3.6. Упругие элементы

В машинах и механизмах наряду с жесткими звеньями и деталями находят применение упругие элементы, которые в процессе работы конструкции получают деформации, соизмеримые с их начальными размерами. Эти элементы используют как аккумуляторы механической энергии, как демпферы вибрации, как компенсаторы производственных ошибок в размерах деталей и сопряжениях узлов и т. п.

Главной характеристикой упругого элемента, определяющей его основные конструкционные свойства, является его жесткость.

Другой важной характеристикой упругого элемента является его внутреннее трение, т.е. способность преобразовывать часть энергии колебаний в тепло, рассеиваемое в пространстве.

По конструкции упругие элементы делятся: на предназначенные для одноосной деформации, плоскостной и пространственной. При этом материал упругих элементов различной конструкции при одном и том же характере их деформации может находиться в совершенно различном напряженном состоянии. Например, в одном случае он может испытывать напряжение кручения, а в другом – напряжение изгиба.

Упругие элементы могут быть металлическими (стальные пружины и рессоры), неметаллическими (чаще всего резиновые) и пневматическими с гибкой оболочкой (шины и др.).

Наиболее распространены стальные цилиндрические пружины (рис. 95а), а также листовые рессоры (рис. 95б). Основные размеры цилиндрической пружины: d – диаметр прутка или проволоки, D – расчетный диаметр пружины (внутренний диаметр $D-d$ определяет размер оправки), s – шаг, равный подъему винтовой линии на одном витке, z – число рабочих витков и H – полная свободная высота (высота без нагрузки) пружины. Цилиндрические пружины дают деформацию под действием нагрузки, как в осевом направлении, так и перпендикулярной ей.

Листовая рессора деформируется под действием нагрузки Q в поперечной плоскости и ведет себя как твердое тело в продольной.

На рисунке 95в изображен резиновый амортизатор.

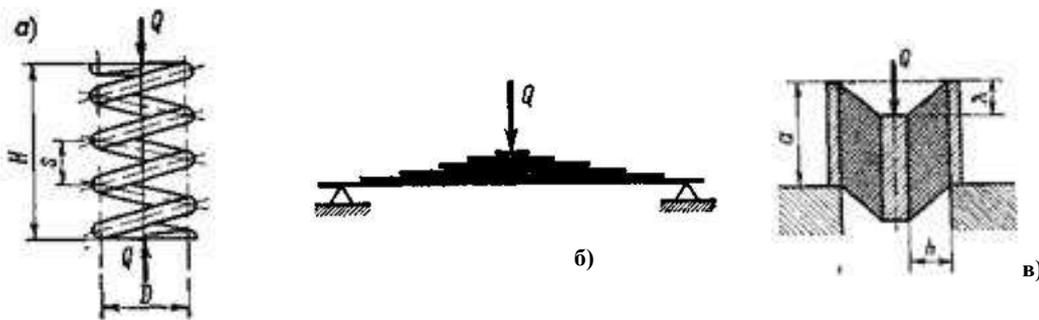


Рис.95. Виды упругих элементов

3.7. Корпусные детали

К корпусным относят детали, обеспечивающие взаимное расположение деталей узла и воспринимающие основные силы, действующие в машине. Корпусные детали обычно имеют довольно сложную форму, поэтому их получают методом литья (в большинстве случаев) или методом сварки (при единичном и мелкосерийном производстве). Для изготовления корпусных деталей широко используют чугун, сталь, а при необходимости ограничения массы машин – легкие сплавы (алюминиевые, магниевые).

Корпусная деталь состоит из стенок, ребер, бобышек, фланцев и других элементов, соединенных в единое целое.

При конструировании литой корпусной детали стенки следует по возможности выполнять одинаковой толщины. Толщину стенок литых деталей стремятся уменьшить до величины, определяемой условиями хорошего заполнения формы жидким металлом. Поэтому чем больше размеры корпуса, тем толще должны быть его стенки. Основным материалом корпусов – серый чугун не ниже марки СЧ15. Рекомендуют толщину стенок для чугунных отливок назначать в зависимости от приведенного габарита корпуса.

Для редукторов толщину стенки, отвечающую требованиям технологии литья, необходимой прочности и жесткости корпуса, вычисляют по специальной формуле.

Плоскости стенок, встречающиеся под прямым или тупым углом, сопрягают дугами радиусом r или R (рис.96 а). Если стенки встречаются под острым углом, их рекомендуют соединять короткой вертикальной стенкой (рис.96 б).

В обоих случаях принимают: $r \approx 0,5\delta$; $R \approx 1,5\delta$, где δ – толщина стенки.

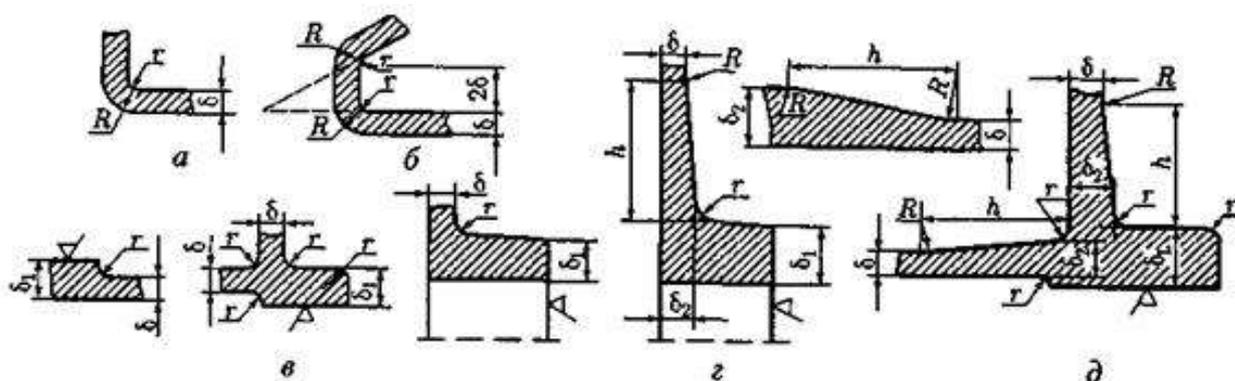


Рис. 96. Сопряжение стенок корпусных деталей

В отдельных местах детали (например, в местах расположения обработанных платиков, приливов, бобышек, во фланцах) толщину стенки необходимо увеличивать.

Числовые значения радиусов закруглений принимают из стандартного ряда.

Формовочные уклоны задают углом β или катетом a в зависимости от высоты h (рис.97).

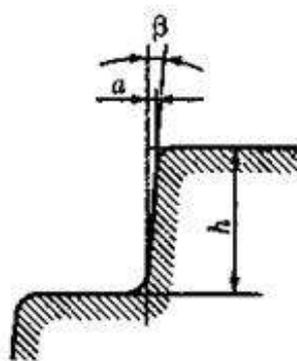


Рис. 97. Задание формовочных уклонов

Толщину наружных ребер жесткости у их основания принимают равной $0,9...1,0$ толщины основной стенки δ (рис.98а). Толщина внутренних ребер из-за более медленного охлаждения металла должна быть равна $0,8\delta$ (рис.98б). Поперечное сечение ребер жесткости выполняют с уклоном.

Часто к корпусной детали прикрепляют крышки, фланцы, кронштейны. Для их установки и крепления на корпусной детали предусматривают опорные платики. Эти платики при неточном литье могут быть смещены. Учитывая это, размеры сторон опорных платиков должны быть на величину C больше размеров опорных поверхностей прикрепляемых деталей (рис.99).

Для литых деталей средних размеров $C = 2...4$ мм.

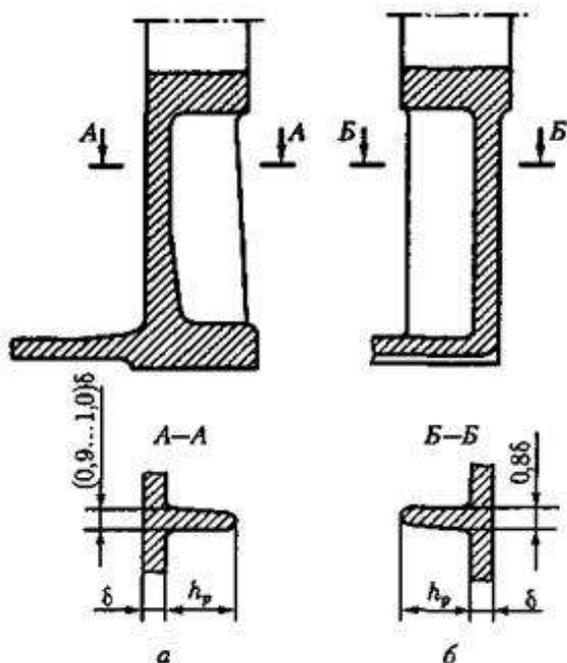


Рис. 98. Параметры ребер жесткости

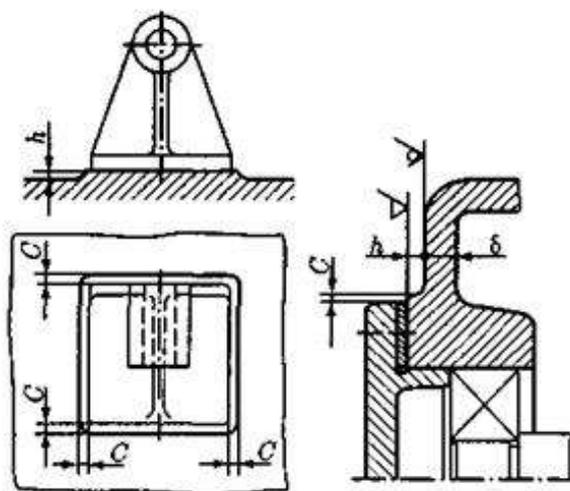


Рис. 99. Параметры опорных платиков

При конструировании корпусных деталей следует отделять обрабатываемые поверхности от «черных» (необрабатываемых). Обрабатываемые поверхности выполняют в виде платиков (рис.99), высоту h которых можно принимать $h=(0,4...0,5)\delta$.

Во избежание поломки сверл поверхность детали, с которой соприкасается сверло в начале сверления, должна быть перпендикулярна

оси сверла (рис.100 а). Поверхность детали на выходе сверла также должна быть перпендикулярна оси сверла (рис.100 б).

Все отверстия (гладкие и резьбовые) для удобства сверления желательно выполнять сквозными. Глухие отверстия требуют точного останова инструмента для выдерживания глубины отверстия, а при нарезании резьбы – применения нескольких метчиков.

На станках нарезают резьбу диаметром ≥ 6 мм. Чтобы не нарезать в корпусной детали резьбу вручную, диаметр нарезки желательно иметь $\geq M6$.

Оси отверстий желательно располагать перпендикулярно базовой плоскости детали (рис.100 в), поскольку расположение отверстий под углом неудобно для обработки на сверлильном станке.

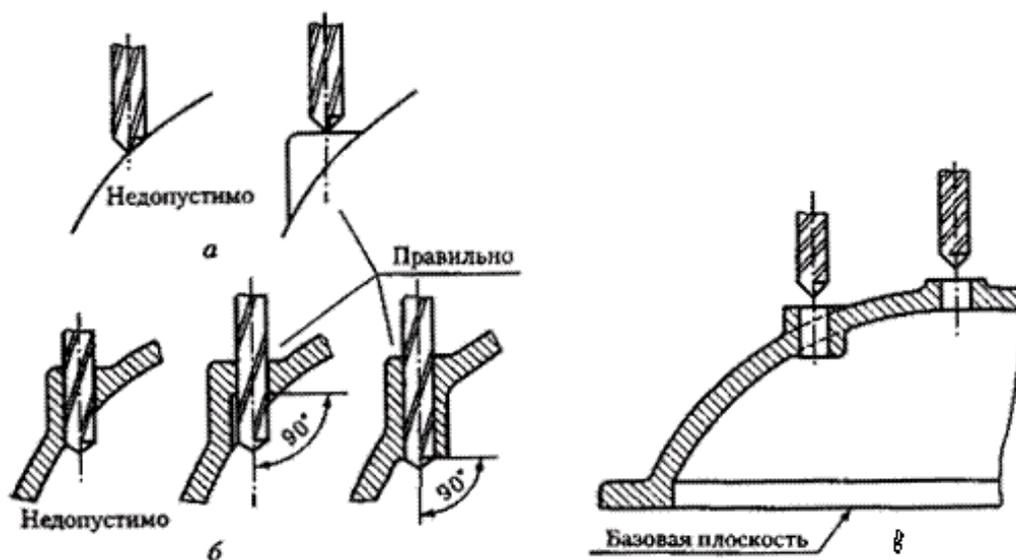


Рис. 100. Расположение отверстий в корпусной детали

Длина отверстий должна быть возможно меньшей, так как длинные отверстия помимо увеличения времени на их сверление требуют применения более дорогих сверл и затраты дополнительного времени на повторные выходы сверла для удаления стружки.

Несквозные резьбовые отверстия, нарезаемые резцом, должны оканчиваться канавкой для выхода резца.

Для обеспечения точности обрабатываемых отверстий расточная оправка должна иметь переднюю и заднюю направляющие. Для этого в

задней стенке детали растачивают отверстие 1 для прохода оправки, даже когда оно конструктивно не требуется (рис.101 а). По окончании обработки отверстие в зависимости от размера заглушают пробкой или закрывают крышкой. Если не удастся создать заднюю направляющую для оправки вне детали, следует предусмотреть окно 1 для ввода в деталь кронштейна 2 с направляющей втулкой (рис.101 б).

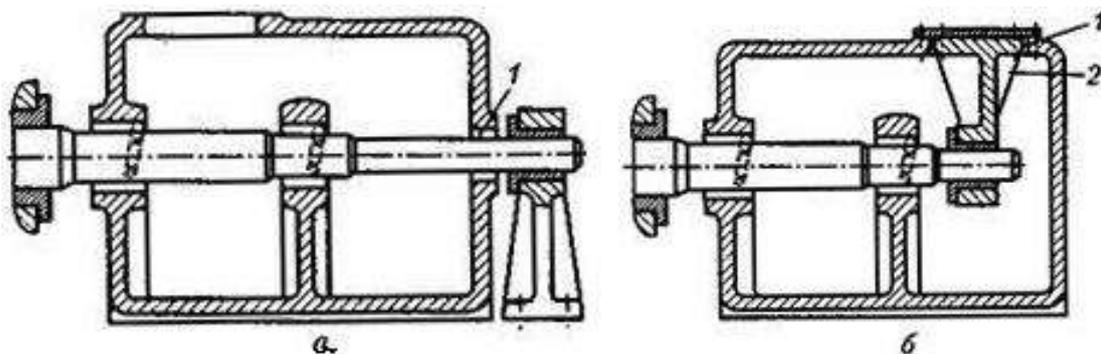


Рис. 101. Обеспечение точности обрабатываемых отверстий

3.8. Машиностроительные материалы

Материалы деталей обычно выбирают соответственно основному критерию работоспособности (в частности, основному виду нагрузки) и требованиям технологичности и экономики.

Металлы и их сплавы по критерию прочности преимущественно применяют закаливаемые и улучшаемые стали, по критерию жесткости – нормализуемые и улучшаемые стали.

При основных отказах по контактной прочности применяют стали, закаливаемые по поверхности до высокой твердости HRCэ57–62.

При средних значениях общих напряжений и сложных геометрических формах применяют литейные сплавы (чугуны, силумины и др.) в основном без термообработки.

При скольжении под давлением чаще применяют материалы возможно повышенной твердости в паре с антифрикционными материалами (в подшипниках и направляющих) или в паре с

фрикционными материалами, имеющими повышенное трение (в фрикционных муфтах и тормозах).

Стали – сплав железа с углеродом до 0,5 %, обладают высокой прочностью, способностью к легированию, термической и химико-термической обработке. Стальные детали эффективно изготавливают всеми технологическими методами: давлением (прокаткой, ковкой, прессованием), литьем, резанием и сваркой.

Применяют углеродистые стали обыкновенного качества, обозначаемые Ст и номером в порядке повышения прочности (например, Ст3 и Ст5); стали углеродистые качественные, обозначаемые сотыми долями процента содержания углерода (например, 15 и 45); и стали легированные, дополнительно обозначаемые первыми буквами названия легирующего элемента и процентами их содержания (если они больше 1%), например, 12ХНЗ, означает, что сталь содержит 0,12% углерода, до 1% хрома и 3% никеля.

Обозначения легирующих элементов: В – вольфрам; Г – марганец; М – молибден; Н – никель; Р – бор; С – кремний; Т – титан; Ф – ванадий; Ю – алюминий.

Детали механизмов изготавливают, в основном, из легированных и среднеуглеродистых сталей, большие металлические конструкции транспортных машин, размеры которых определяются прочностью, а также жесткостью, изготавливают из низколегированных или низкоуглеродистых сталей.

Чугун – сплавы железа с углеродом, содержание которого более 2,2%. Выплавляют серые чугуны СЧ 10, 15, 20, 25, 30, 35 и чугуны повышенной прочности с шаровидным графитом ВЧ 35, 40, 45, 50, 60, 70. Числа в обозначениях марок – это временное сопротивление на растяжение в декопаскалях. Применяют также белые и отбеленные чугуны, обладающие повышенной твердостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью.

Чугун используют для отливок корпусных деталей: станин, стоек, плит, корпусов редукторов и коробок скоростей. В стационарных машинах, в частности, в металлорежущих станках, он занимает ведущее место.

Легкие сплавы на основе алюминия или магния имеют плотность не более $3,5 \text{ кг/см}^3$, высокую удельную прочность. Их подразделяют на литейные и деформируемые. Алюминиевые сплавы делятся на силумины (алюминий с кремнием, например, АЛ4) и дюралюмины (алюминий с медью и марганцем, например, МЛ5). Алюминиевые сплавы применяют для быстровращающихся и движущихся с большим ускорением деталей, в быстроходных транспортных машинах, а также для – корпусных деталей, а в самолетах – для несущих элементов.

Сплавы на основе магния широко применяют в авиационной технике.

Сплавы цветных металлов. Бронза – сплавы на основе меди обладают высокими антифрикционными свойствами, сопротивлением коррозии и технологичностью. Наилучшие антифрикционные свойства у оловянных бронз, в частности, БрО10НФ. Свинцовые бронзы вследствие их низкой твердости применяют только в виде покрытий, они требуют повышенной твердости и качества сопряженной трущейся поверхности. Алюминиевые бронзы с добавкой железа применяют при малых скоростях скольжения и повышенных давлениях при закаленных сопряженных поверхностях.

Баббиты – хорошо прирабатывающиеся антифрикционные сплавы меди с мягкими металлами (оловом, свинцом, кальцием).

Латуни – сплавы меди с цинком, характеризуются высоким сопротивлением коррозии, электропроводностью, хорошей технологичностью; применяются для изготовления арматуры, труб, гильз патронов.

Пластические массы – материалы на основе высокомолекулярных органических соединений, обладающие в некоторой фазе своего производства пластичностью, позволяющей формовать изделия нужной конфигурации. Кроме основы, служащей связующим компонентом, многие пластмассы имеют наполнитель для повышения механических свойств.

Пластмассы использовались все чаще, что объяснялось их технологическими свойствами, практически неограниченными запасами сырья, а также многообразием физико-технических свойств. Технологические достоинства: малая трудоемкость изделий, малые отходы и т.д.

По назначению пластмассы подразделяют на конструкционные, электро - и радиотехнические, звуко - и теплоизоляционные, антикоррозионные.

Пластмассы подразделяются также на термореактивные и термопластичные. Термореактивные пластмассы в процессе изготовления под действием высокой температуры становятся твердыми и неспособными плавиться при повышении температуры (текстолит, гетинакс, древесно-слоистые пластики, стеклопласты, фенопласты, волокнит).

Термопластичные пластмассы, размягчающиеся при высоких температурах, пригодны для повторного формования (полиэтилен, полипропилен, винипласт, фторопласты, полиамиды, полиформальдегиды, полиуретаны, эпоксидные полимеры, поликарбонаты).

4. Неразъемные соединения

К неразъемным соединениям относят такие соединения деталей, которые нельзя разъединить без какого-либо разрушения. Детали в таких конструкциях соединяют в одно целое различными швами: сварными, паяными, клеевыми и при помощи заклепок. Неразъемные соединения должны обеспечивать одинаковую прочность соединяемых и

соединительных деталей; точность взаимного расположения деталей; надежность соединения при заданных условиях эксплуатации.

4.1. Соединения сваркой

4.1.1. Общие сведения

Соединения деталей путем сварки широко распространены в современном машиностроении. Сварка позволяет создавать принципиально новые конструкции машин и сооружений, основанные на использовании катаных, литых, кованных и штампованных заготовок. Это оказывает влияние не только на отдельные детали объектов, но и на форму всей конструкции.

Сварка - 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.

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

Соединение деталей с помощью сварки является наиболее производительным и широко применяется в технике. При помощи сварки соединяются детали машин, механизмов, металлоконструкций, мостов, различных зданий.

По технологическим признакам сварку разделяют на сварку без давления (плавлением) и сварку с давлением (пластическую).

Сварка без давления выполняется расплавлением основного металла. Для нагрева и плавления металла используется теплота газового пламени, получаемого при сжигании ацетилена в кислороде, или электрическая дуга, возникающая между металлическим электродом и основным металлом.

При газовой сварке для заполнения шва применяется металлический присадочный пруток, а при электродуговой сварке присадочным прутом служит электрод.

Электродуговая сварка разделяется на ручную и автоматическую. Автоматическая сварка отличается от ручной сварки высокой производительностью и высокими механическими свойствами сварного шва.

Сварка давлением разделяется на стыковую сварку, точечную и роликовую (шовную). При стыковой сварке ток пропускается через стык соединяемых деталей. Ток разогревает концы деталей до оплавления и при последующем сжатии происходит соединение деталей. При точечной сварке соединяемые детали зажимают между двумя медными электродами, проводящими ток к месту сварки. Ток производит местный разогрев деталей. При сжатии электродов образуется соединение, называемое сварной точкой.

Роликовая сварка производится по принципу точечной сварки. Но в этом случае вместо стержневых электродов применены роликовые. Шов при роликовой сварке получается непрерывным.

Сварное соединение деталей называется узлом. Сварной узел является неразъемным соединением двух или нескольких деталей при помощи сварки (рис.102).

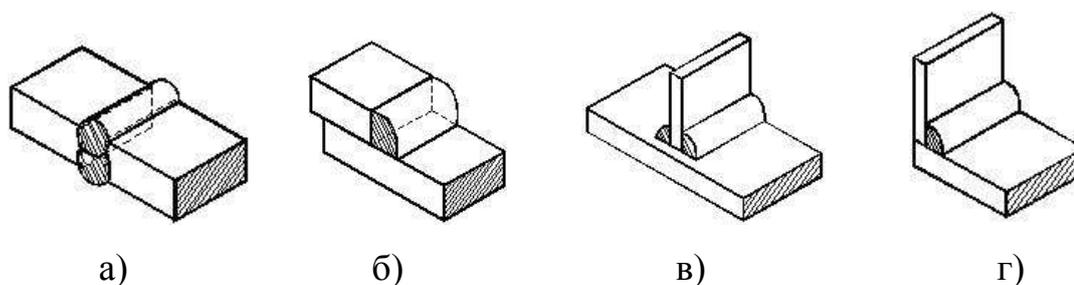


Рис.102. Сварные соединения: а - стыковое; б - внахлестку; в - тавровое; г - угловое.

Сварные соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимые швы – сплошной линией, невидимые – штриховой линией, видимую одиночную сварную точку – знаком «+». Невидимые сварные точки не изображают (рис.103). От изображения шва или сварной точки проводят линию – выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Предпочтительнее проводить ее от изображения видимого шва.

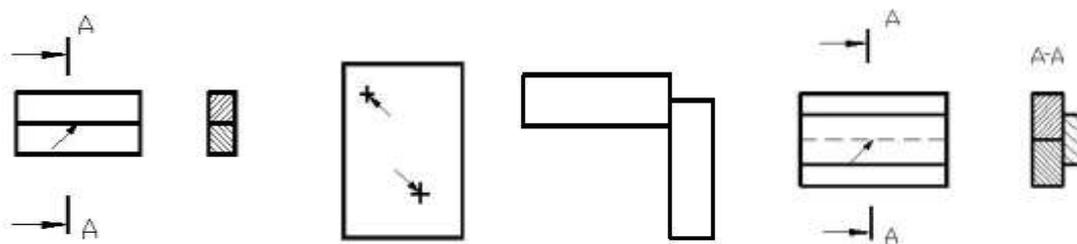


Рис.103. Изображения сварных швов

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений установлены в ГОСТ 2.312 – 72. Для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения. Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначить прописными буквами русского алфавита (рис.104 а). Изображение нестандартного шва показано на рисунке 104 б.

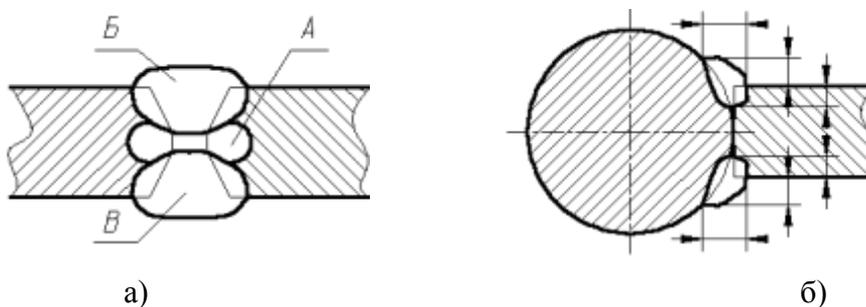


Рис.104. Изображение сечения многопроходного шва: а) стандартного шва; б) нестандартного шва

4.1.2. Условные обозначения швов сварных соединений

Структура условного обозначения стандартного шва и сварной точки выглядит таким образом (рис.105).

На месте указанных прямоугольников записывают следующие данные:

- 1 - обозначение стандарта конструктивного элемента шва;
- 2 - буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту;
- 3 - условное обозначение способа сварки по стандарту;
- 4 - знак для швов, тип которых характеризуется катетом шва;

5 - для прерывистого шва проставляют размер длины элемента провариваемого участка в мм, знак 2 или 3, размер шага в мм;

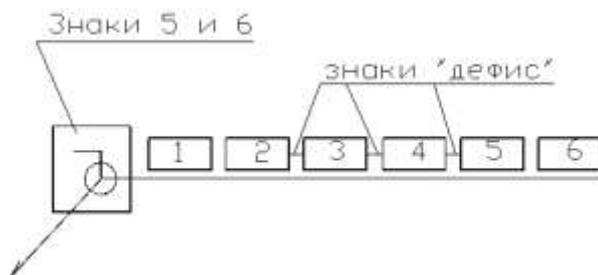


Рис.105. Условное обозначение сварного шва

6 – вспомогательные знаки (рис.106).

На месте прямоугольника 5 записывают следующие данные:

- для прерывистого шва – размер длины провариваемого участка, знаки 3 или 4 и размер шага;
- для одиночной сварной точки – размер расчетного диаметра точки;
- для шва контактной точечной сварки или электрозаклепочного – размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки, знаки 3 или 4 и размер шага.
- для шва контактной шовной сварки – размер расчетной ширины шва;
- для прерывистого шва контактной шовной сварки – размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак 3 и размер шага.

	Усиление шва снять		Шов по незамкнутой линии
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		Знак перед размером по стандарту
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением, угол наклона линии 60°		Шов по замкнутой линии
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		Шов выполнить при монтаже изделия

Рис.106. Вспомогательные знаки

Для нестандартных швов способ сварки указывают в технических требованиях или в таблице швов. Вспомогательные знаки выполняют

сплошными тонкими линиями, их высота одинакова с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски для шва с лицевой стороны и под полкой для шва с обратной стороны (рис.107). Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва, или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях чертежа, например «Параметр шероховатости сварных швов»...

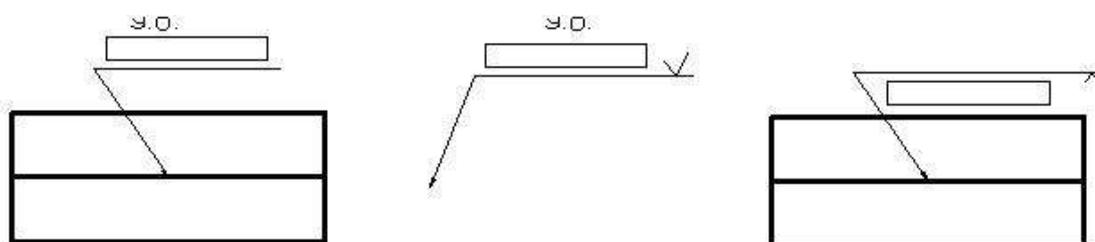


Рис.107. Нанесение условного обозначения шва

Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение можно помещать под линией-выноской.

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов; их можно и не указывать.

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

- на линии-выноске, имеющей полку с обозначением шва;
- на полке (под полкой) линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой (обратной) стороны.

Количество одинаковых швов можно указывать на линии-выноске, имеющей полку с обозначением (рис.108).

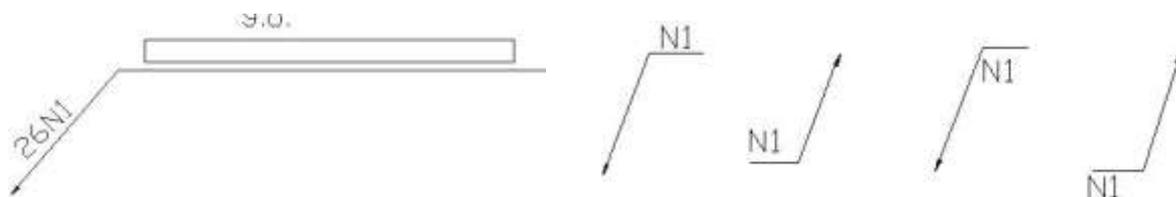


Рис.108. Разные способы нанесения условных обозначений швов

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, стандарт приводят в технических требованиях по типу Сварные швы ... по ... или в таблице. Если все швы одинаковы и изображены с одной стороны, то порядковый номер им не присваивают, а швы отмечают линиями-выносками без полок, обозначение шва указывают в технических требованиях.

На чертеже симметричного изделия при наличии на изображении оси симметрии можно отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия. На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, тогда эти швы можно отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей.

Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам, приводят один раз – в технических требованиях или таблице швов. Типы швов, их конструктивные элементы и размеры регламентированы в следующих стандартах:

1. Сварные соединения из углеродистой и низколегированной стали под острыми и тупыми углами выполняют автоматической и полуавтоматической дуговой сваркой под флюсом по ГОСТ 11533 – 75 ($s = 2...60$ мм); ручной дуговой сваркой по ГОСТ 11534 - 75 ($s = 1...60$ мм); электрошлаковой сваркой по ГОСТ 15164 - 78 ($s = 16...450$ мм).

2. Швы электродуговой и электрошлаковой сваркой соединений из двухслойной коррозионно-стойкой стали, установлены в ГОСТ 16098 - 80 ($s = 4...160$ мм).

3. Сварные соединения из стали, сплавов на железоникелевой и никелевой основах выполняют ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264 – 80

($s = 1 \dots 175$ мм), дуговой сваркой в защитном газе по ГОСТ 14771 - 76 ($s = 0,5 \dots 120$ мм) и по ГОСТ 23792 - 79 под острыми и тупыми углами ($s = 0,5 \dots 120$ мм), сваркой под флюсом по ГОСТ 8713 - 79 ($s = 1,5 \dots 60$ мм).

4. Дуговой сваркой точечные сварные соединения ГОСТ 11776 - 74 выполняют из сталей, медных, алюминиевых и никелевых сплавов под флюсом, в углекислом газе, инертных газах, покрытых электродом ($s = 0,4 \dots 18$ мм).

5. Контактной точечной, рельефной и шовной сваркой выполняют соединения по ГОСТ 15878 - 79 из сталей, сплавов на железоникелевой и никелевой основах, титановых, алюминиевых, магниевых и медных ($S = 0,3 \dots 6$ мм).

Основные типы сварных соединений, конструктивные элементы и размеры при дуговой сварке алюминия и алюминиевых сплавов установлены в ГОСТ 14806 - 80 ($s = 0,8 \dots 60$ мм), контактных электрических проводников из алюминия и его сплавов, меди, стали и комбинированных сталеалюминевых проводах – в ГОСТ 23791 – 79, при сварке полиэтилена, полипропилена и винипласта – в ГОСТ 16310- -80.

Пример условного обозначения стандартного шва сварного соединения приведен на рисунке 109 (слева указана форма поперечного сечения шва, справа – его условное обозначение).

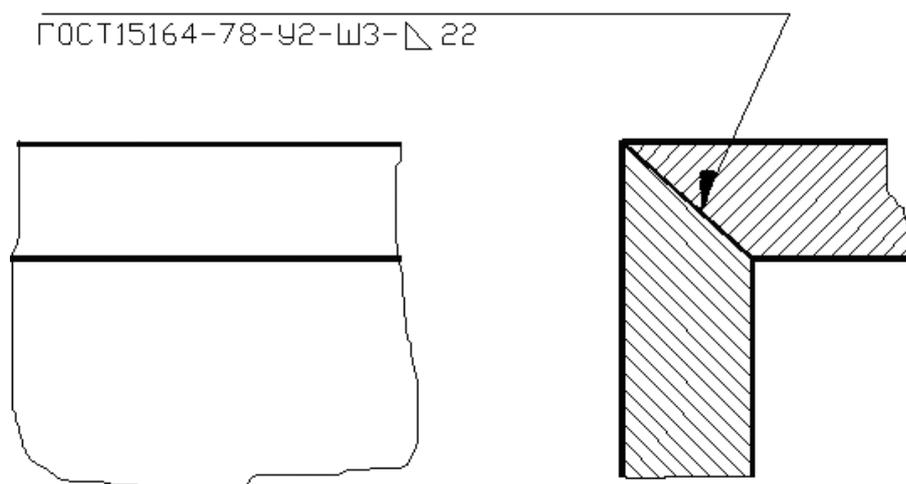


Рис.109.Условное обозначение сварного соединения

Сварные соединения при ручной дуговой сварке ГОСТ 5264 - 80.

Сварку стыковых соединений деталей неодинаковой толщины при разнице, не превышающей указанных ниже значений, проводят так же, как и деталей одинаковой толщины, мм:

Толщина более тонкой детали	1,0...40	4...20	20...30	>30
Разность толщин деталей.....	1	2	3	4

Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва выбирают по большей толщине. При разности в толщине свариваемых деталей скос под углом $(15 \pm 2)^\circ$ до толщины тонкой детали.

В ГОСТ 5264 – 80 приведены конструктивные элементы для следующих наибольших толщин материалов, мм:

- при стыковых соединениях – до 175;
- угловых до 100;
- тавровых – до 120.

Сварные соединения при контактной сварке ГОСТ 15878 - 79.

Условное обозначение контактной точечной сварки – Кт, рельефной – Кр, шовной – Кш.

Группу соединения устанавливают при проектировании в зависимости от требований к сварной конструкции и особенностей технологического процесса сварки. Для конструктивных элементов сварных соединений приняты следующие обозначения:

d – расчетный диаметр литого ядра точки или ширина литой зоны шва;

h и h_1 – величина проплавления;

f – перекрытие литых зон шва;

B – ширина нахлестки;

n – число рядов точек.

Ширина нахлестки (рис.110) для многорядных швов при цепном расположении точек $B = 2u + c(n - 1)$; при шахматном – $B = 2u + c_1(n - 1)$. Расстояние $u \geq 0,5 B_{\min}$. При сварке деталей неодинаковой толщины

размеры конструктивных элементов выбирают по детали меньшей толщины.

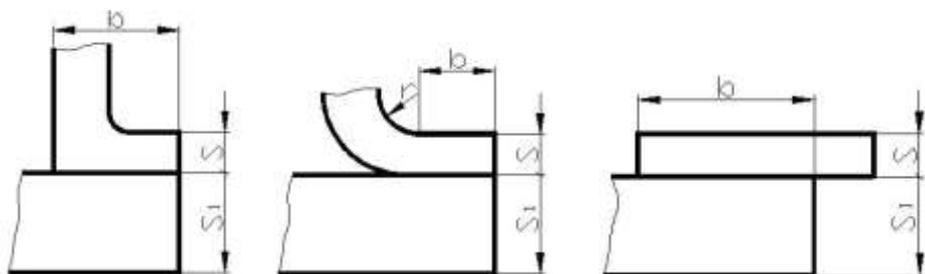


Рис.110. Ширина нахлестки сварного шва

В случае $(s/s_1) > 2$ минимальную ширину нахлестки B , расстояние t между центрами соседних точек в ряду и расстояние c между осями соседних рядов точек увеличивают в 1,2...1,3 раза.

При сварке трех (и более) деталей расчетный диаметр d литого ядра точки устанавливают отдельно для каждой пары сопрягаемых деталей. Допускается сквозное проплавление средних деталей.

Величина проплавления h , h_1 : для магниевых сплавов – от 2 до 70%, титановых – от 20 до 95%, остальных металлов и сплавов – от 20 до 80% толщины деталей.

При шовной контактной сварке перекрытие f литых зон герметичного шва – не менее $1/4$ длины в литой зоне шва. При шовной контактной сварке деталей толщиной менее 0,6 мм допускается уменьшение перекрытия литых зон шва до значения, гарантирующего герметичность сварного шва.

Глубина вмятины g , g_1 – не более $1/5$ толщины деталей.

Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия (рис.111).

Усиление снято с обеих сторон.

Параметр шероховатости шва:

- с лицевой стороны - Rz 20 мкм;
- с оборотной стороны Rz 80 мкм.

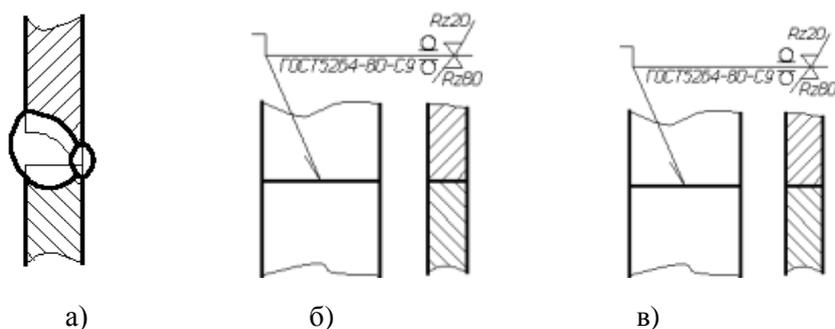


Рис.111. Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки:

а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии (рис.112).

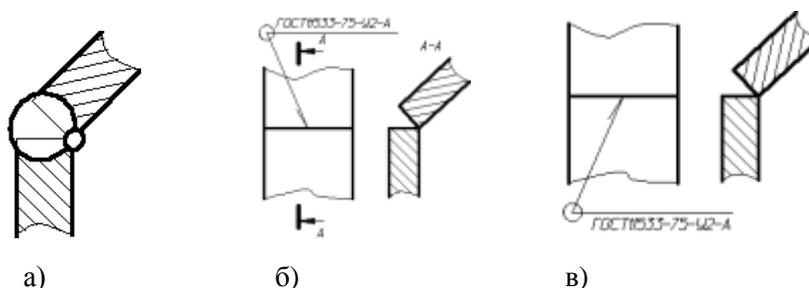


Рис.112. Шов углового соединения без скоса кромок:

а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом (рис.113).

Катет шва 22 мм.

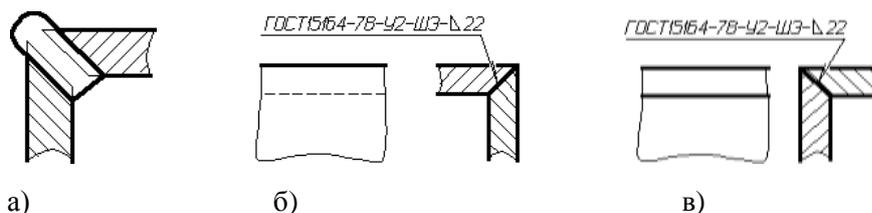


Рис.113. Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой: а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Шов точечный соединения внахлестку, выполненный дуговой сваркой в инертном газе плавящимся электродом (рис.114). Расчетный диаметр точки 9 мм.

Шаг 100 мм.

Расположение точек шахматное.

Усиление должно быть снято.

Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 40 мкм.

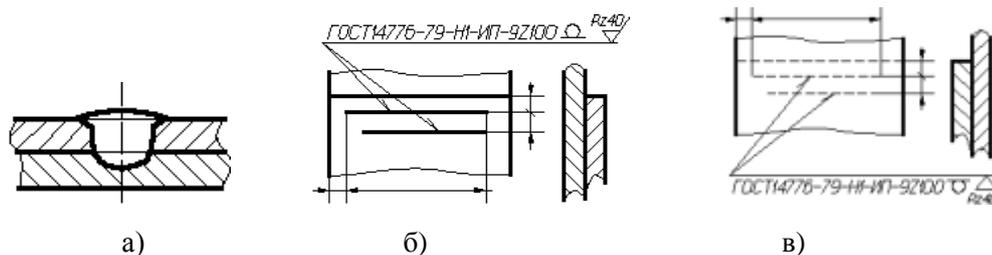


Рис.114. Шов точечный соединения внахлестку: а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой (рис.115).

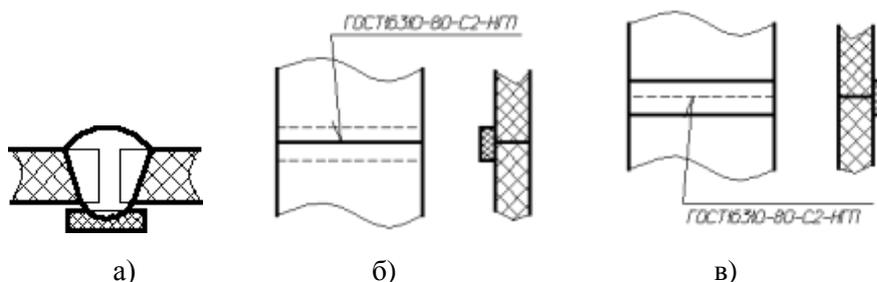


Рис.115. Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний: а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом изображено на рисунке 116. Диаметр электродзаклепки-11мм. Усиление должно быть снято.

Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 80 мкм.

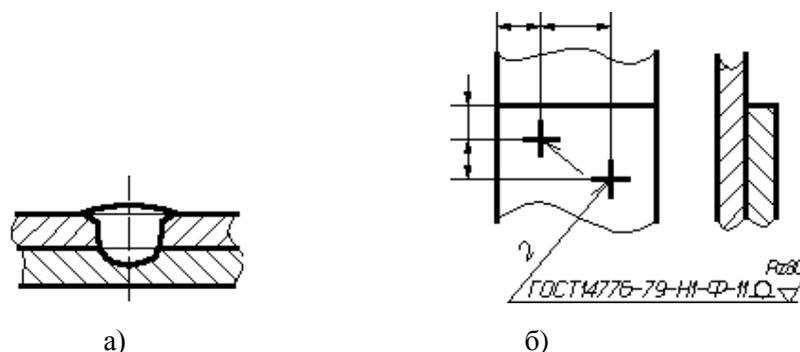


Рис.116. Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом: а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны

Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной

сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии (рис.117). Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.

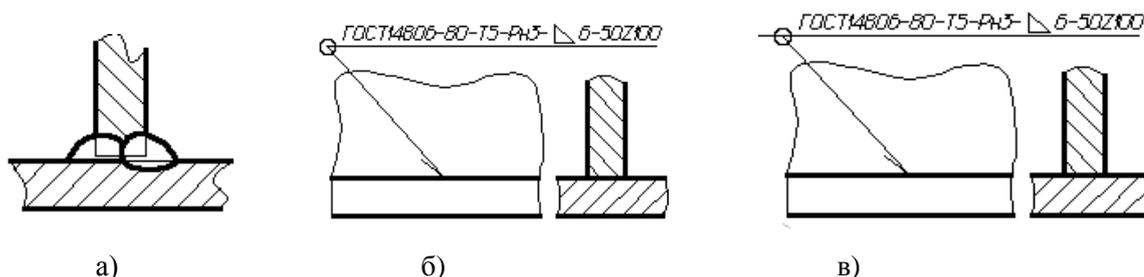


Рис.117. Шов таврового соединения без скоса кромок: а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой показаны на рисунке 118. Расчетный диаметр точки 5 мм.

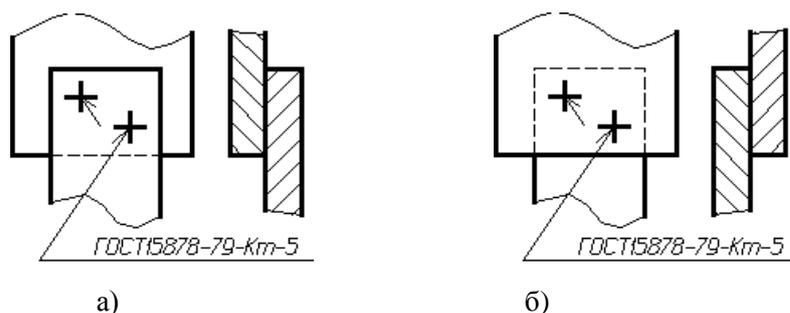


Рис.118. Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой: а) с лицевой стороны; б) с оборотной стороны

Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой изображен на рисунке 119. Ширина шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.

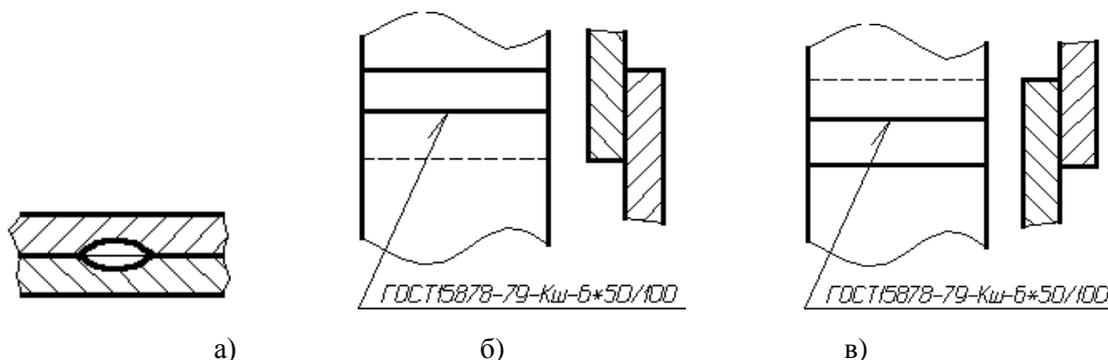


Рис.119. Шов соединения внахлестку прерывистый: а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом показан на рисунке 120. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм

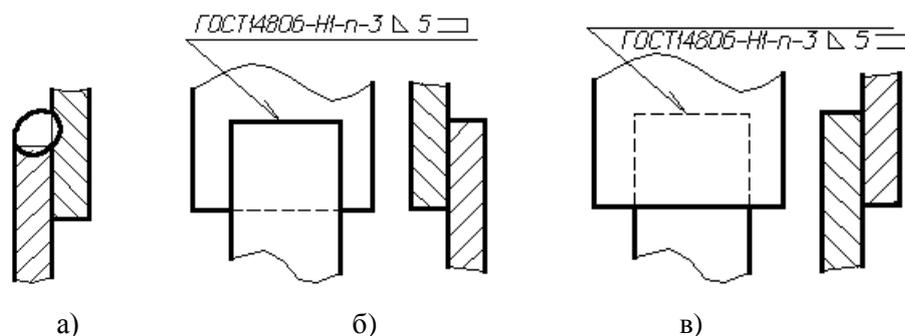


Рис.120. Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний:

а) форма поперечного сечения шва; б) с лицевой стороны; в) с оборотной стороны

Шов соединения без скоса кромок, односторонний, выполненный ручной дуговой сваркой при монтаже изделия (рис.121).

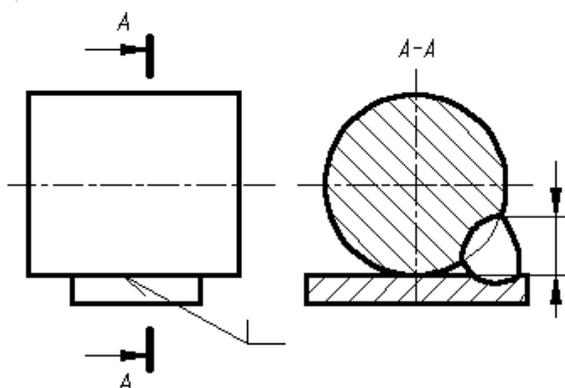


Рис.121. Шов соединения без скоса кромок, односторонний, выполненный ручной дуговой сваркой

4.2. Соединения пайкой

Пайкой называется процесс соединения двух или нескольких деталей с помощью расплавленного металла или сплава, температура плавления которого ниже температуры плавления материала соединяемых деталей. Расплавленный припой смачивает соединяемые поверхности, а после затвердевания соединяет их. Паяные соединения обозначают по ГОСТ 2.313 - 82 условным знаком, который наносят на линию-выноску сплошной основной линией (рис.122 и 123). Шов, выполняемый по замкнутой линии

показанный на рисунке 123 б, обозначают окружностью диаметром от 3 до 5 мм, выполняемой тонкой линией.

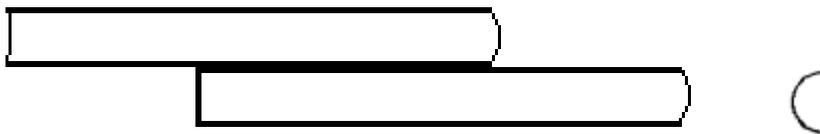


Рис.122. Обозначение на чертеже и условное обозначение

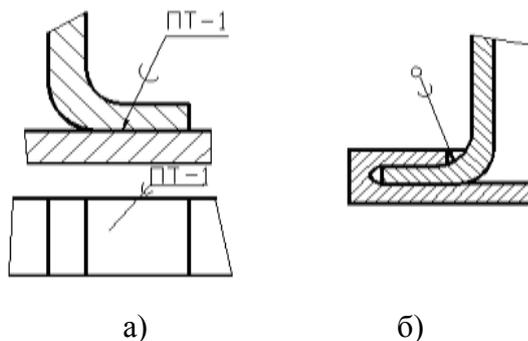


Рис.123. Условное изображение: а) паяного шва; б) по замкнутому контуру

Основные типы паяных соединений выполняют по ГОСТ 19249 – 73 (рис.124).



Рис.124. Типы паяных соединений

Шов, который ограничен определенным участком, показан на рисунке 125. На изображении паяного соединения при необходимости указывают размеры шва и шероховатость поверхности.

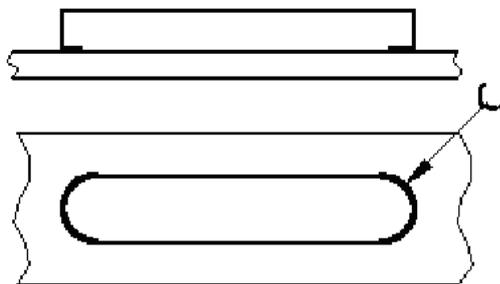


Рис.125. Обозначение пайки, шов которой ограничен определенным участком

В условном обозначении шва паяного соединения указывают буквенно-цифровое обозначение типа, размеры сечения и длину шва.

Обозначение припоя приводят в технических требованиях чертежа по типу ПОС 40 ГОСТ.... При необходимости в том же пункте технических требований приводят требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта технических требований помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва.

При выполнении швов припоями различных марок всем швам, выполняемым одним и тем же припоем, присваивают один порядковый номер, который наносят на линии-выноске. При этом в технических требованиях материал припоя указывают по типу ПОС 40 ГОСТ... (№1); ГОСТ... (№2); ПСр 72 ГОСТ...(№3). ПМУ 36

4.3. Соединения склеиванием

Склеиванием называется соединение деталей тонким слоем достаточно быстро затвердевающего состава. Клеевые соединения обозначают по ГОСТ 2.313 - 82 условным знаком, который наносят на линии-выноске сплошной основной линией. Обозначение марки клея выполняют так же, как и припоя в паяных соединениях (рис.126).

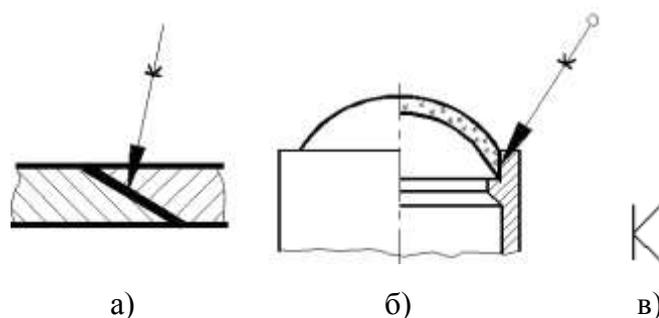


Рис.126. Условное изображение клеевого шва: а – клеевое соединение; б - по замкнутой линии; в – условный знак клеевого шва

На чертеже клеевой шов условно указывают, как показано на рисунке 127.

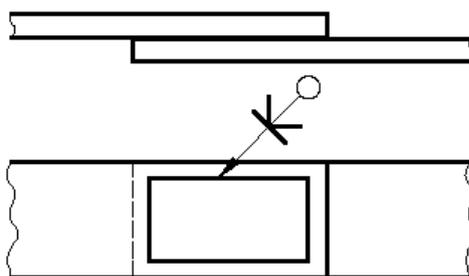


Рис.127. Условное изображение клеевого шва на чертеже

Обозначение припоя или клея (клеящего вещества) по соответствующему стандарту или техническим условиям следует проводить в технических требованиях чертежа записью по типу: «ПОС 40 ГОСТ...» или «Клей БФ–2 ГОСТ...».

При необходимости в том же пункте технических требований следует приводить требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта следует помещать на полке линии - выноски, проведенной от изображения шва.

При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполняемым одним и тем же материалом, следует присваивать один порядковый номер, который следует наносить на линии-выноске. При этом в технических требованиях материал следует указывать записью по типу: «ПОС 4 ГОСТ...(№ 1), ПМЦ 36 ГОСТ...(№ 2), клей БФ-2 ГОСТ...(№3)».

4.4. Скобки и соединения, получаемые при помощи металлических скобок

Соединение, получаемое при помощи металлических скобок, следует обозначать условным знаком, выполненным сплошной основной линией и нанесенным на линии-выноске:

 - для соединений, выполняемых внахлестку;

 - для угловых соединений.

Линия-выноска подводится к соединению со стороны расположения скобок.

При изображении ряда металлических скобок следует изображать только крайние скобки, соединяемые между собой сплошной тонкой линией.

Дополнительные сведения, характеризующие соединение, например, параметры скобки и расстояние между ними, при необходимости, следует приводить в технических требованиях чертежа.

Если соединение образуется несколькими рядами скобок, то на чертеже следует изобразить один ряд, расположенный ближе к краю, а на полке линии-выноски указать количество рядов и расстояние между ними.

Примеры изображения и обозначения соединений, выполненных при помощи металлических скобок, приведены в приложении 7.

4.5. Соединения, получаемые сшиванием

Соединения, получаемые сшиванием, следует изображать на чертежах тонкой сплошной линией и обозначать условным знаком, выполненным сплошной основной линией и нанесением на линии-выноске (рис.128).

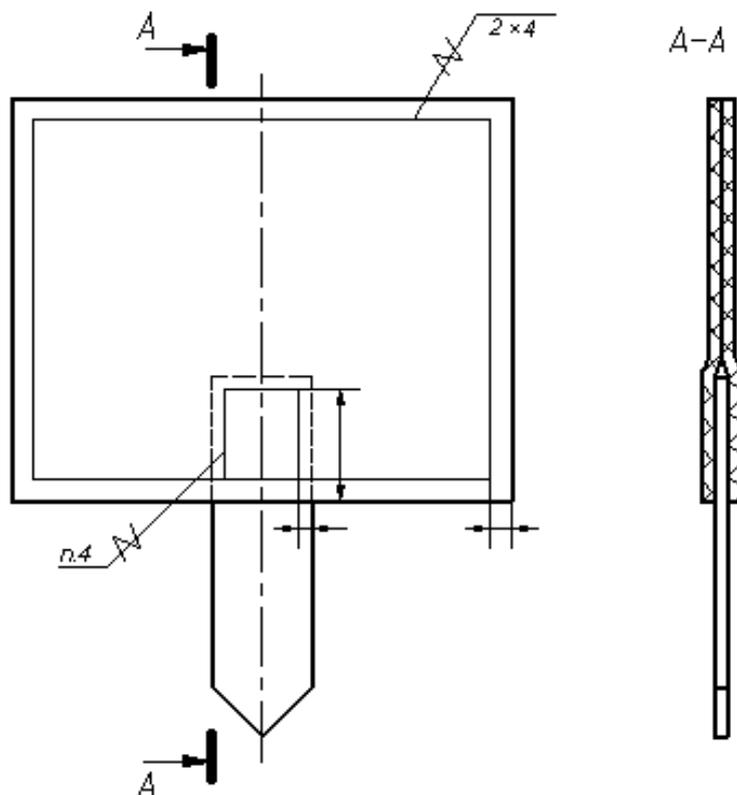


Рис.128. Соединения, получаемые сшиванием

Обозначение материала (ниток и т.п.) по соответствующему стандарту или техническим условиям, а также, при необходимости, сведения, характеризующие шов, в том числе количество ниток и размер стежка, следует приводить в технических требованиях чертежа. Ссылку на номер пункта следует помещать на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва.

4.6. Заклепки и соединения заклепками

Один из самых древних способов крепежа – заклепки. Эти крепежные изделия представляют собой деталь в виде стержня или трубы, с одной стороны имеющая закладную головку. Стержень продевается в отверстия на скрепляемых деталях и тем или иным способом расклепывается с другой стороны, образуя замыкающую или высадную головку.

Несмотря на развитие технологии сварки различных металлов и огромное разнообразие винтового крепежа, заклепки остаются очень востребованными. Более того, область их применения даже расширяется. Они используются в строительстве, во всех отраслях машиностроения, миниатюрными заклепками соединяют детали корпусов приборов и компьютерной техники.

Заклепки обеспечивают очень надежное и долговечное неразборное соединение неподвижных металлических частей. Металл полностью заполняет зазоры отверстия. При использовании заклепок нагрузка достаточно равномерно распределяется на все крепежные элементы, в то время как при использовании резьбовых соединений один из болтов часто оказывается, нагружен больше, чем соседние. Заклепки чрезвычайно виброустойчивы, чем обусловлено их широкое распространение в авиастроении и судостроении

Материал для заклепки обычно используется тот же, из которого состоят соединяемые части, во избежание образования гальванической пары и коррозионного разрушения крепежа или основной детали. Заклепки выпускаются практически из всех видов металлов и сплавов: стали, алюминия, меди, латуни и т.д.

Особая разновидность заклепок – заклепки вытяжные. Их обычно используют для создания соединений в труднодоступных местах. Крепеж представляет собой трубчатое тело со вставленным сердечником. При установке сердечник вытягивается специальным инструментом, развальцовывает трубку, обеспечивает плотное прилегание крепежа к отверстию в деталях и формирует замыкающую головку. Вытяжные заклепки могут иметь различные виды головок, в том числе декоративные и потайные.

Заклепка с полукруглой головкой ГОСТ 10299 / DIN 660 показана на рис.129а.

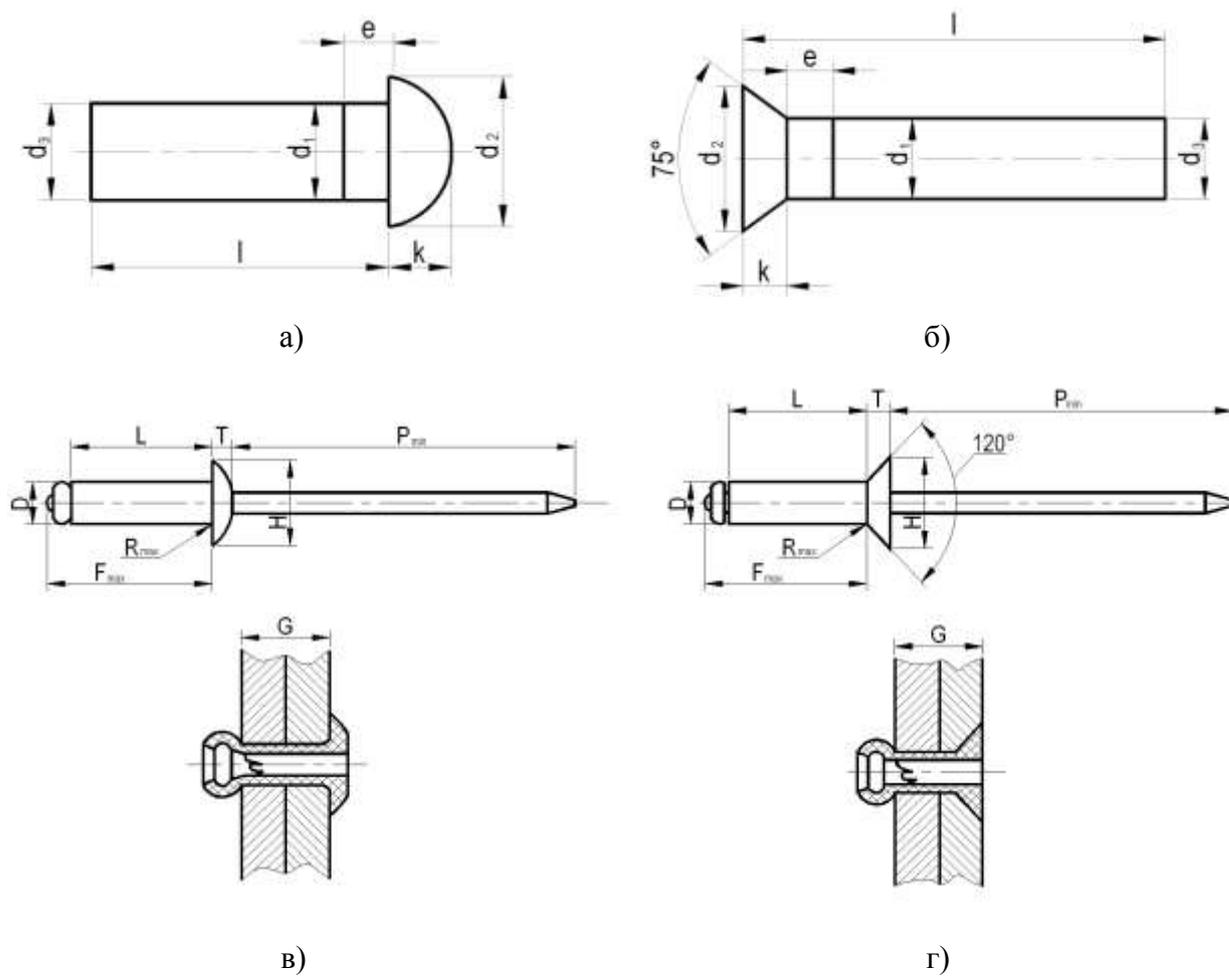


Рис.129. Заклепка: а) с полукруглой головкой; б) с потайной головкой; в) вытяжная со сферической головкой; г) вытяжная с потайной головкой

Заклепка с потайной головкой ГОСТ 10300 / DIN 661 показана на рисунке 129 б.

Заклепка вытяжная двух видов показана на рисунке 129 в и г.

Многие металлические конструкции, шкивы, маховики, тележки для транспорта сыпучих грузов, фермы кранов состоят из отдельных частей, соединенных между собой заклепками. Процесс клепки заключается в том, что в склепываемых деталях просверливают или пробивают отверстия. Предварительно заготовленные заклепки нагреваются и вставляются в отверстия. Головка заклепки подпирается массивной поддержкой, и свободный конец заклепки осаживается обжимкой клепального молотка.

Заклепки имеют конструктивно различные формы головок. Заклепки со сферической головкой наиболее распространены. Потайная головка применяется там, где нежелательно, чтобы головка заклепки выступала над

поверхностью детали. Полупотайная головка прочнее предыдущей и сравнительно мало выступает над поверхностью детали. Клепаные соединения и их условные изображения выполняют по ГОСТ 2.313 - 82. Условные изображения (справа) показаны в сечении и на виде.

Примеры условного изображения соединений, получаемых клепкой, приведены в приложении 8.

Трубчатые заклепки изготавливаются из мягких материалов - меди, латуни, алюминия (рис.130).

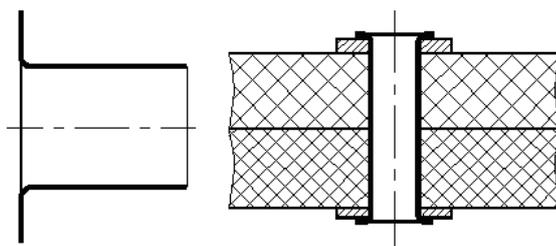


Рис.130. Трубчатые заклепки

Заклепочные соединения разделяются на однорядные и многорядные.

По типу стыка соединяемых частей швы бывают: внахлестку, в стык и с накладками. При вычерчивании заклепочных соединений применяются условные изображения головок заклепок по ГОСТу. Если на чертеже надо указать только размещение заклепок, то вместо головок изображаются, лишь короткие осевые линии в виде креста. Размеры и другие данные могут быть указаны на выносках.

Если предмет, изображенный на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений с заклепками одного типа и с одинаковыми размерами, то заклепки, входящие в соединения, показывают условно в одном-двух местах каждого соединения, а в остальных – центровыми или осевыми линиями. Если на чертеже необходимо показать несколько групп заклепок различных типов и размеров, то одинаковые заклепки отмечают одним и тем же условным знаком или одинаковыми буквами (рис.131). Если предмет, изображенный на сборочном чертеже, имеет ряд однотипных соединений с заклепками одного типа и с одинаковыми размерами, то заклепки, входящие в соединение, следует показать условно в одном-двух

местах каждого соединения, а в остальных – центровыми или осевыми линиями.

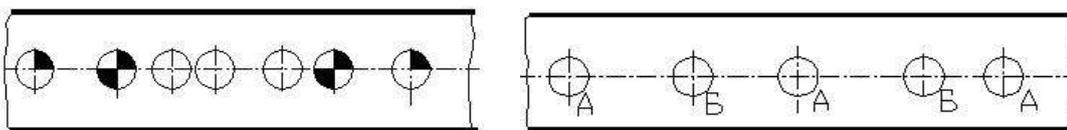


Рис.131.Однотипные заклепки

Если на чертеже необходимо показать несколько групп заклепок различных типов и размеров, то рекомендуется отмечать одинаковые заклепки одним и тем же условным знаком или одинаковыми буквами (рис.132).

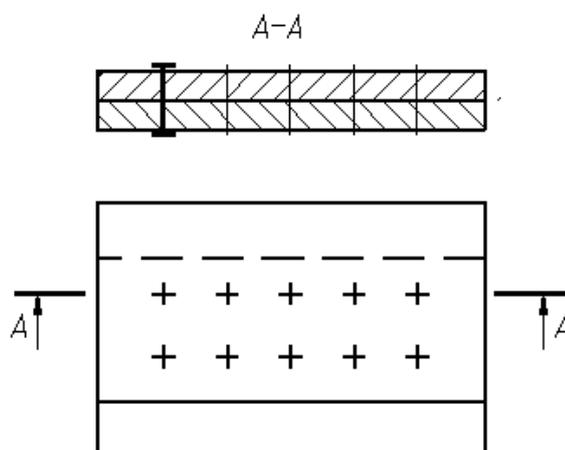


Рис.132. Изображение соединения заклепками на сборочном чертеже

Заклепки общемашиностроительного применения ГОСТ10299 – 80 – 10304 - 80 с диаметром стержня от 1 (2) до 36 мм классов точности В и С имеют различную форму головки. Размеры заклепок приведены в ГОСТе для диаметра стержня до 10 мм.

4.7. Соединение деталей методом пластической деформации

Неразъемные соединения деталей могут быть получены вальцеванием, раскатыванием, раздачей, обжатием и другими методами пластической деформации.

Соединение методами пластической деформации на чертеже обозначается с помощью линии-выноски с указанием названия метода.

Раздача представлена на рисунке 133.

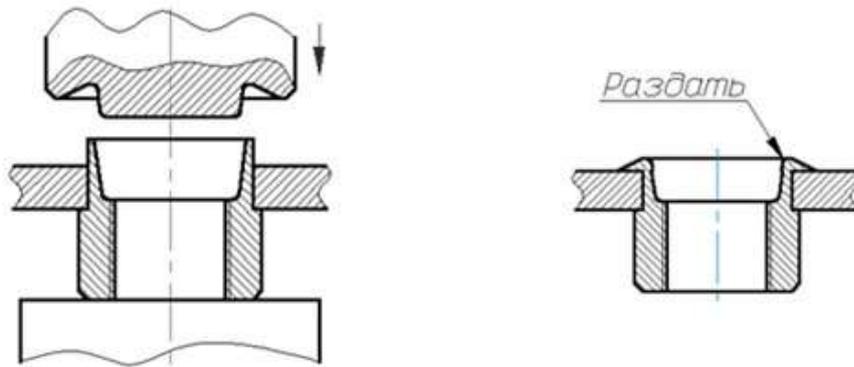


Рис.133. Соединение деталей раздачей

Вальцевание представлено на рисунке 134.

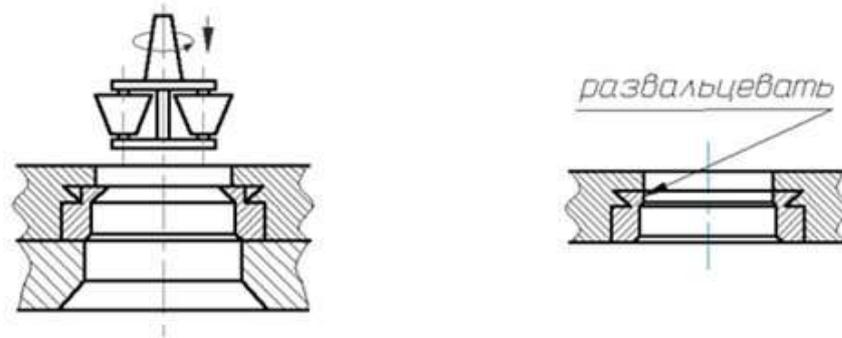


Рис.134. Соединение деталей вальцеванием

Раскатывание представлено на рисунке 135.

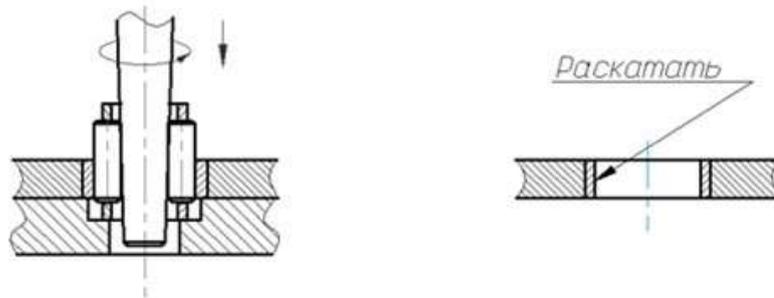


Рис.135. Соединение деталей раскатыванием

4.8. Армирование изделий

Армированное изделие - это изделие неоднородное по материалу и изготавливаемое с применением неразъемного соединения, получаемого методом опрессовки или другими способами, обеспечивающими монолитную связь (заформовкой в металл и др.).

Армированное изделие состоит из арматуры и оформившегося в пресс-форме материала-наполнителя (рис.136).

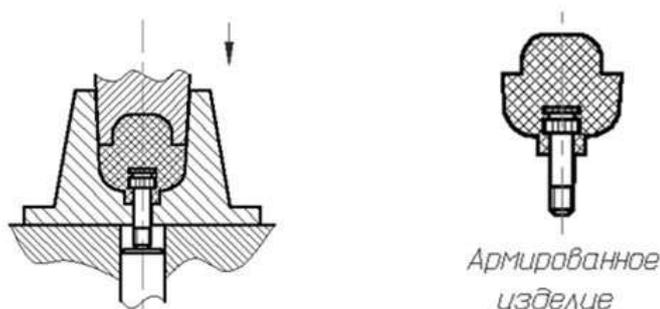


Рис.136. Армированное изделие

Правила конструирования армированных изделий

1. Арматура должна быть надежно закреплена в осевом направлении и застрахована от поворота вокруг своей оси.
2. При использовании в качестве арматуры стержней с резьбой, необходимо избегать заформовки резьбы в деталь.
3. Толщина стенки материала-наполнителя должна быть не менее 4 мм для порошковых и 2 мм - для волокнистых пластмасс.
4. Арматура разделяется на проволочную, листовую, втулочную и стержневую.

Крепление проволочной арматуры представлено на рисунке 137.

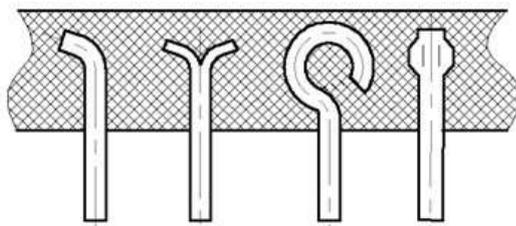


Рис.137. Крепление проволочной арматуры

Крепление листовой арматуры представлено на рисунке 138.

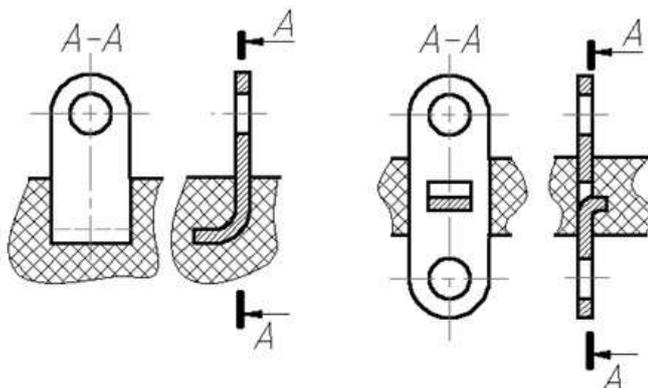


Рис.138. Крепление листовой арматуры

Крепление втулочной арматуры представлено на рисунке 139.



Рис.139. Крепление втулочной арматуры

Крепление стержневой арматуры представлено на рисунке 140.

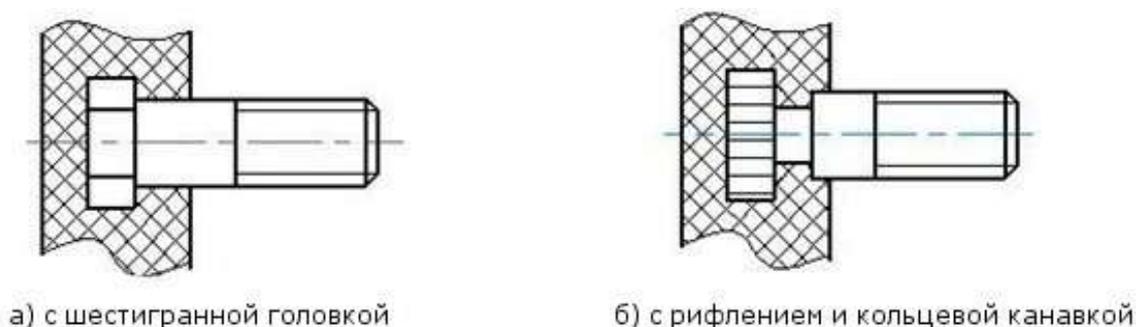


Рис.140. Крепление стержневой арматуры

4.9. Прессованные соединения

Прессовым называется соединение составных частей изделий с гарантированным натягом вследствие того, что размер охватываемой детали больше соответствующего размера охватывающей детали.

Прессовые соединения передают рабочие нагрузки за счет сил трения покоя между сопряженными поверхностями, которые могут быть цилиндрическими и коническими. В дальнейшем рассматриваются прессовые соединения по цилиндрическим поверхностям, имеющие преимущественное распространение. Следует отметить, что прессовые соединения занимают промежуточное положение между неразъемными и

разъемными соединениями, так как допускают нечастую разборку без нарушения целостности составных частей изделия.

Из курса допусков и посадок известно, что разность размеров вала и отверстия до сборки называется натягом. Нагрузочная способность прессовых соединений определяется преимущественно натягом, который назначают в соответствии с посадками. Однако возможны случаи, когда посадка не может быть реализована в конструкции по условию прочности детали.

Достоинства прессовых соединений: простота и технологичность конструкций за счет отсутствия соединительных деталей, обеспечение хорошего центрирования соединяемых деталей, возможность применения при очень больших осевых нагрузках и вращающих моментах, высокая надежность при ударных нагрузках.

Основные недостатки прессовых соединений: сложность демонтажа и возможность ослабления натяга после разборки, ограниченность нагрузочной способности при вибрационных нагрузках за счет фреттинг-коррозии (разрушение сопряженных поверхностей при очень малых колебательных относительных перемещениях), рассеивание величины натяга и нагрузочной способности соединения за счет допусков на изготовление деталей.

Характерными примерами применения прессовых соединений являются колесные центры и бандажи железнодорожного подвижного состава, центры и венцы зубчатых и червячных колес (рис.141а), крепление на валу вращающихся колец подшипников качения (рис.141б), где показано условное изображение подшипника качения и обозначена подшипниковая посадка. В середине XIX в. академиком А.К. Годолиным была создана теория расчета артиллерийских стволов, составляемых из нескольких толстостенных цилиндров, соединенных с гарантированным натягом, вследствие чего обеспечивалось значительное повышение прочности стволов.

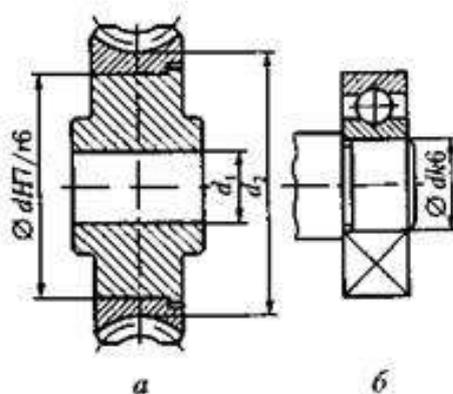


Рис. 141. Примеры прессовых соединений

Прессовые соединения могут быть получены тремя способами:

- продольной сборкой - путем запрессовки осевой силой (рис.142);
- поперечной сборкой - за счет нагрева или охлаждения одной из деталей до состояния, при котором они свободно соединяются;
- комбинированной - например, гидропрессовой сборкой, при которой одновременно с действием осевой силы в зону контакта сопрягаемых деталей подается масло под высоким давлением для получения необходимой поперечной деформации.

Из этих трех способов наименее совершенным является первый – запрессовка, так как при нем неизбежно повреждение контактных поверхностей, нарушение их микрогеометрии и, как следствие, снижение нагрузочной способности соединения в полтора – два раза.

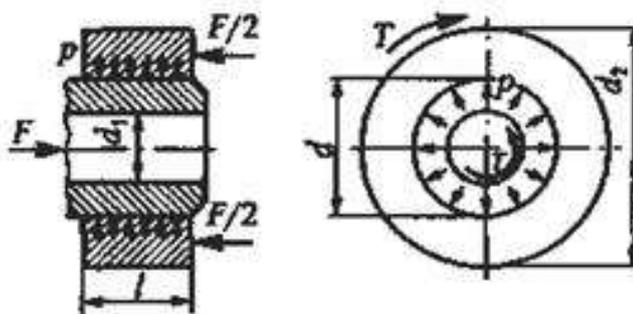
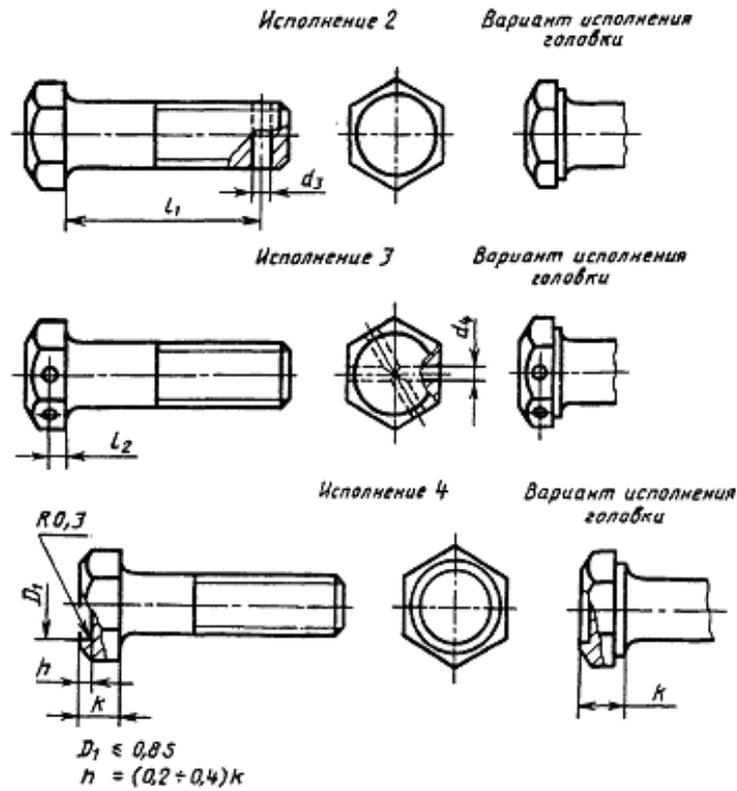


Рис. 142. Способ продольной сборки прессового соединения

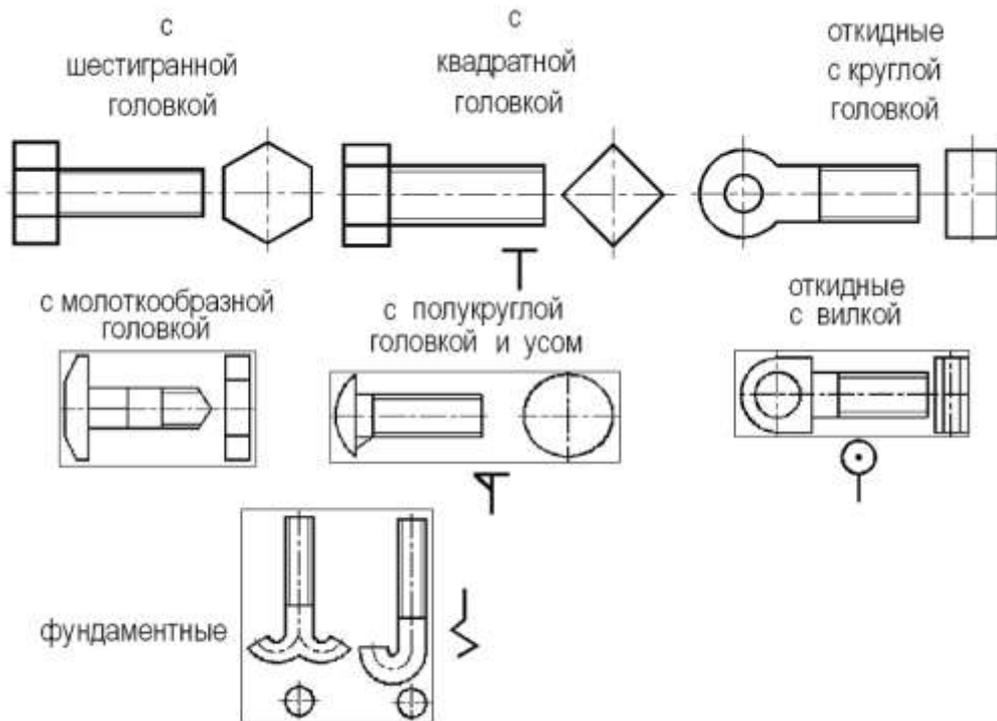
Заключение

Данное пособие призвано расширить кругозор студентов, и дает им возможность грамотно оформлять графические работы любой сложности.

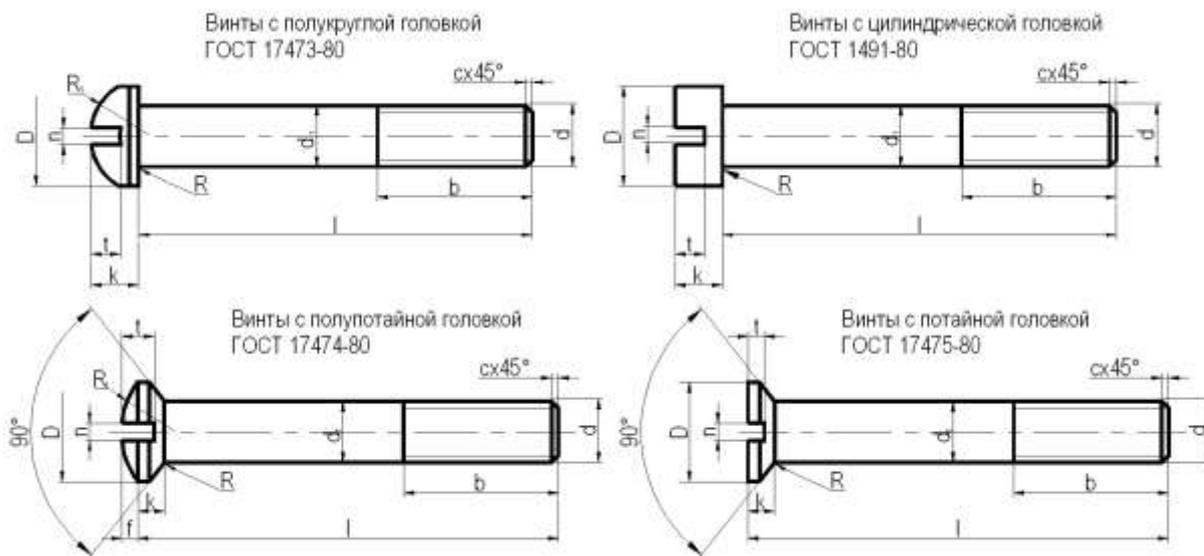
Варианты исполнения болтов с шестигранной головкой



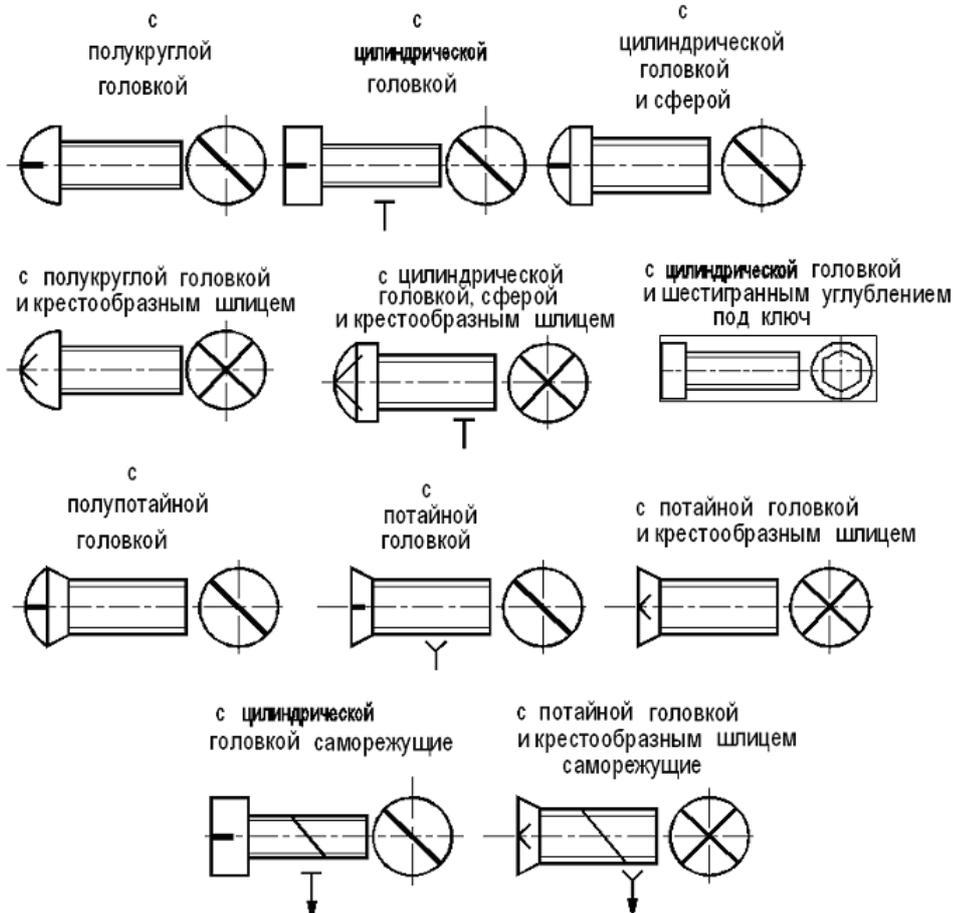
Упрощенные и условные изображения болтов



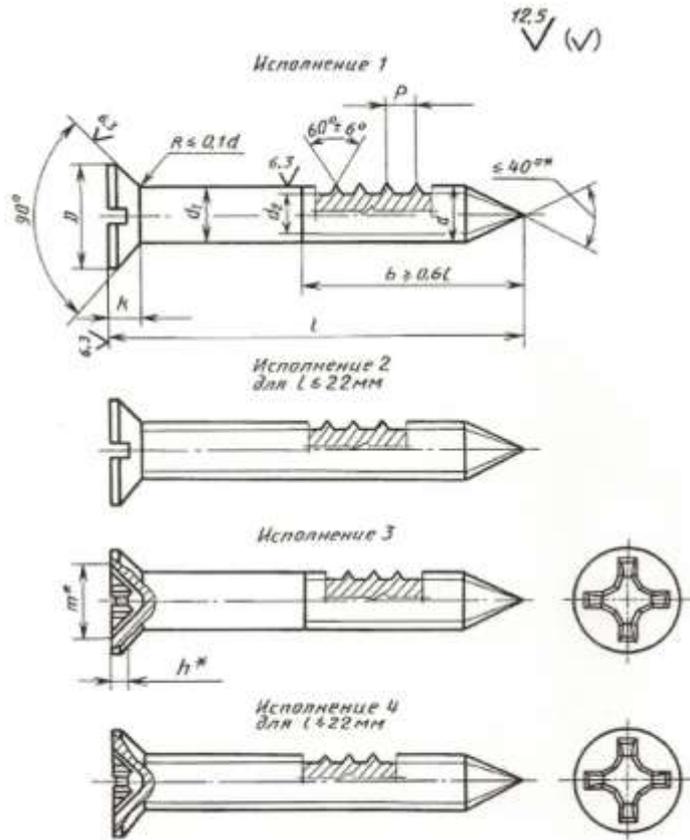
Рабочие чертежи типовых винтов



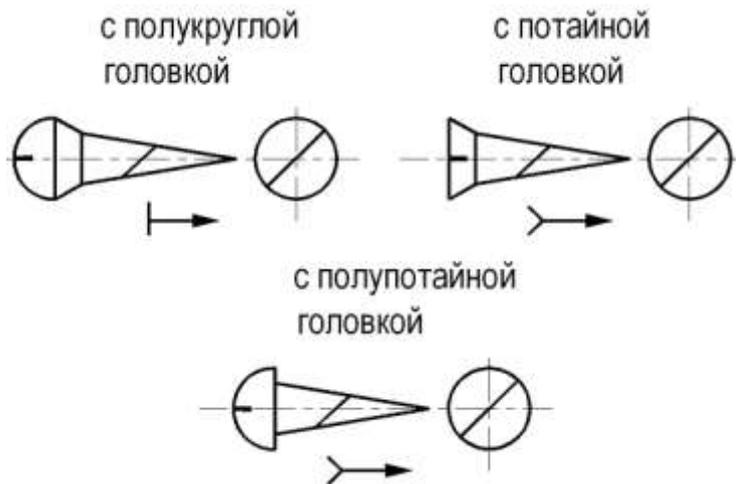
Упрощенные и условные изображения винтов

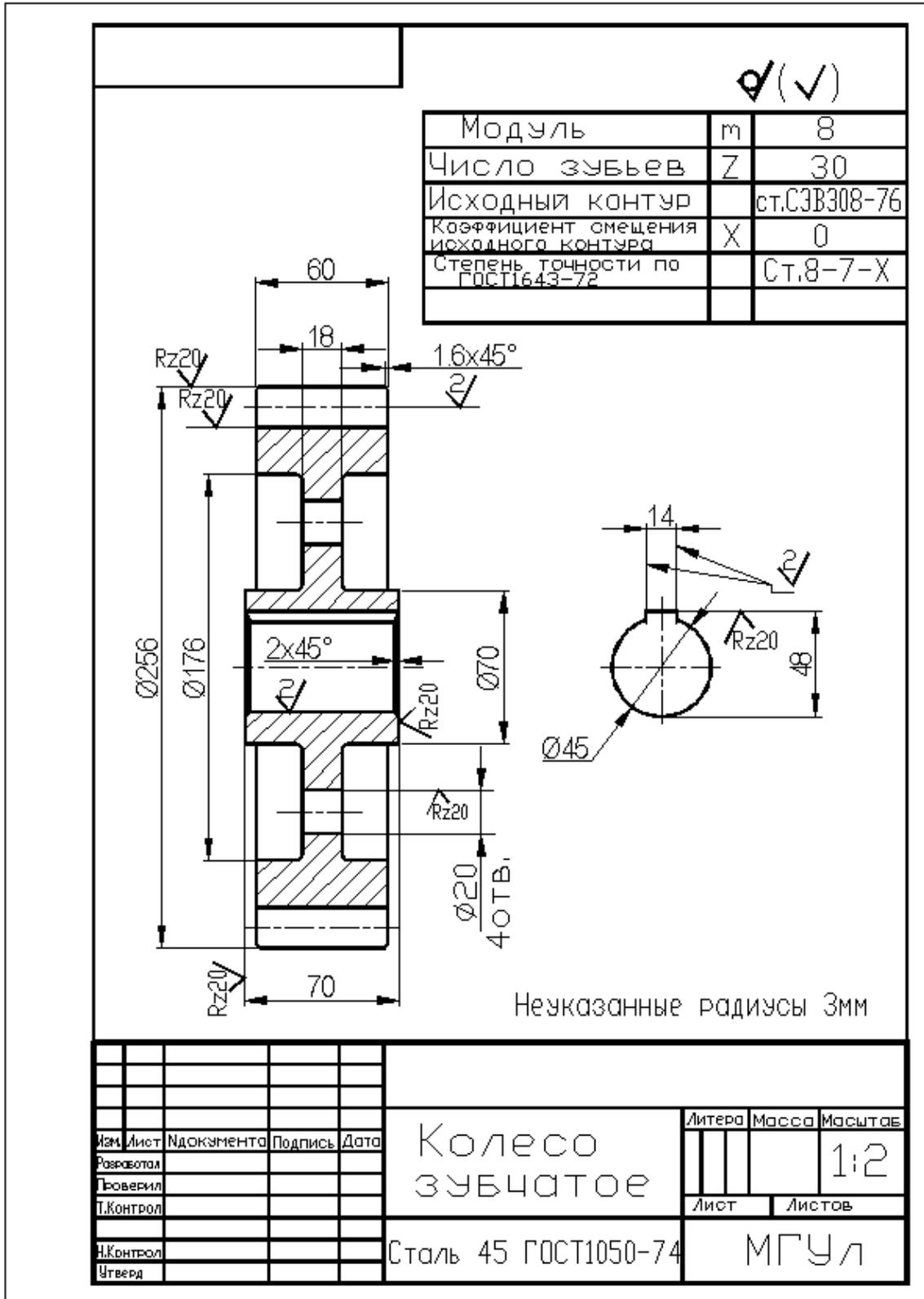


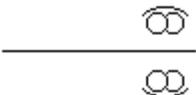
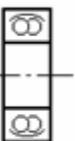
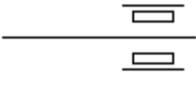
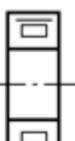
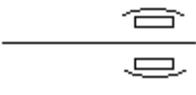
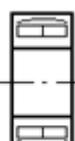
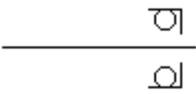
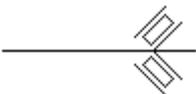
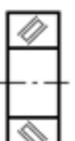
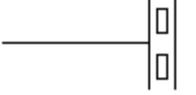
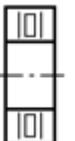
Чертежи шурупов разного исполнения

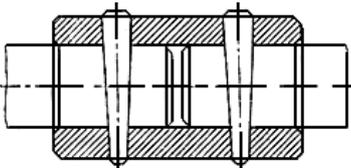
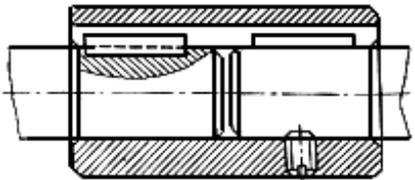
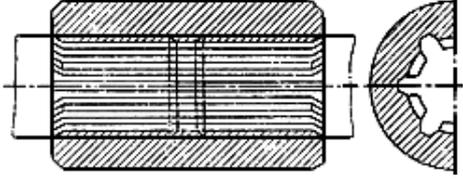
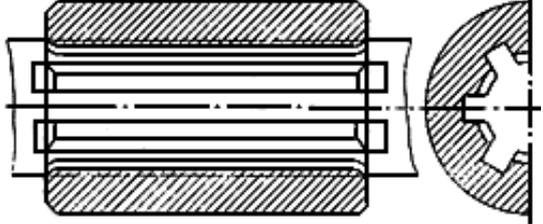
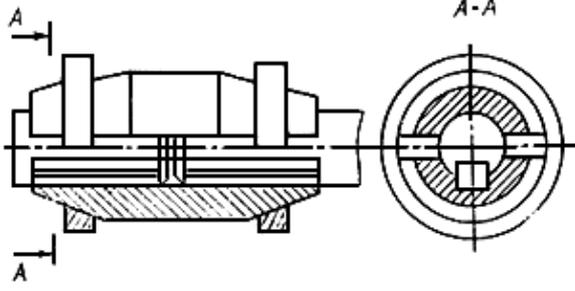
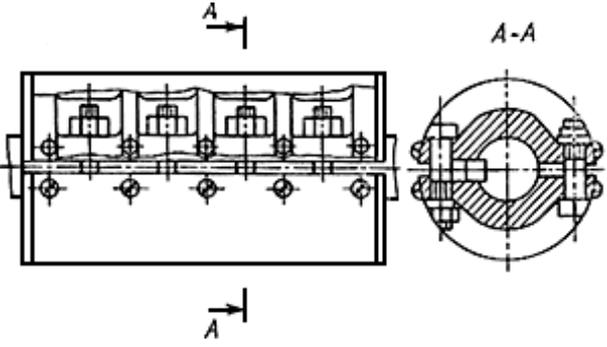


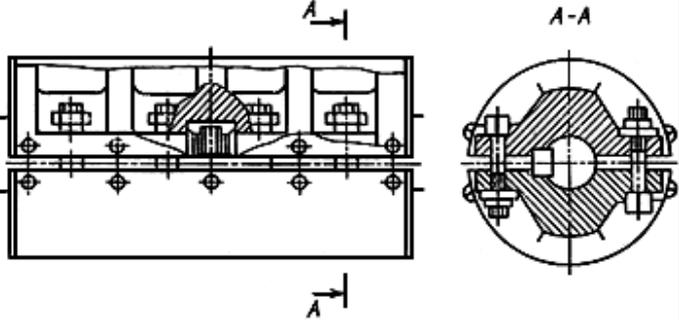
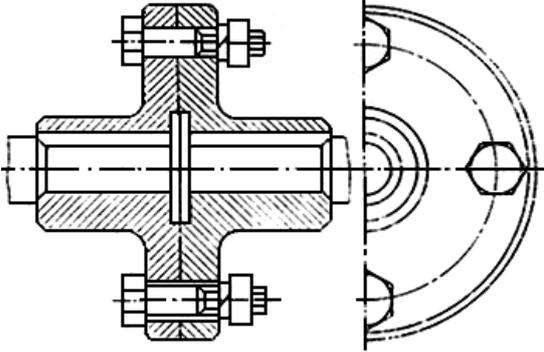
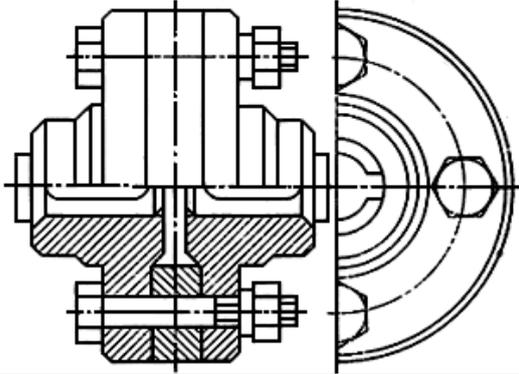
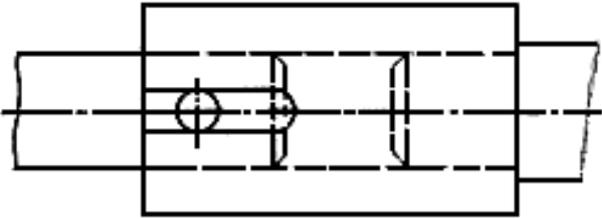
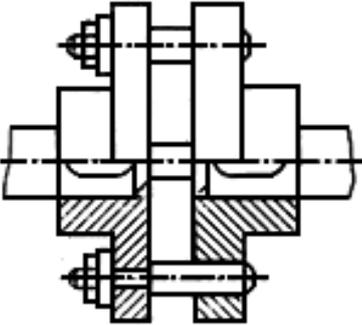
Упрощенные и условные изображения шурупов



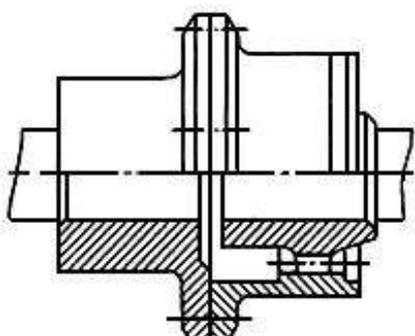
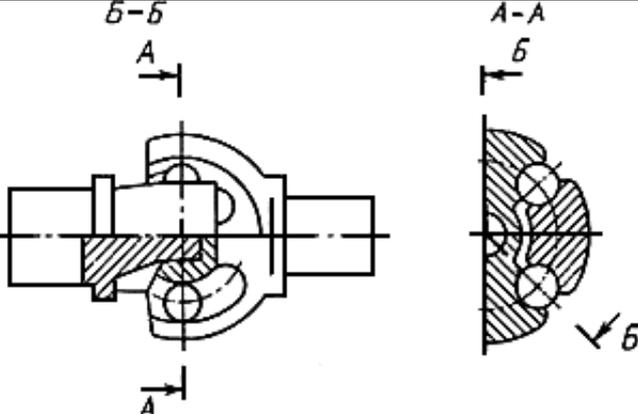
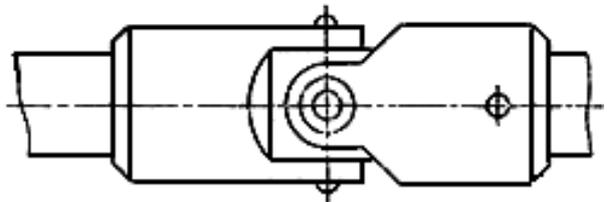
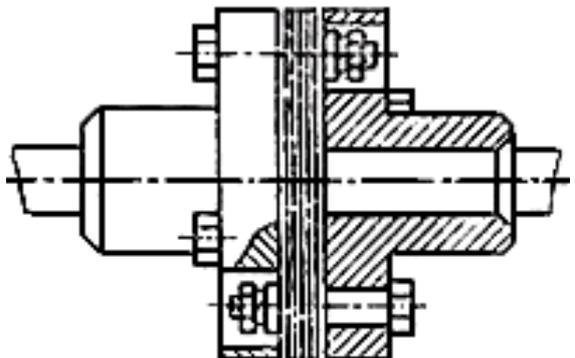


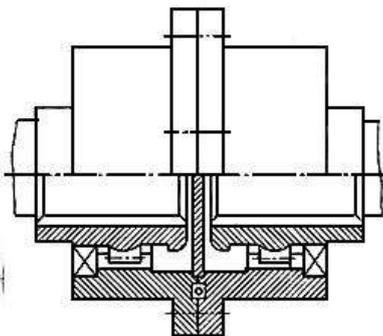
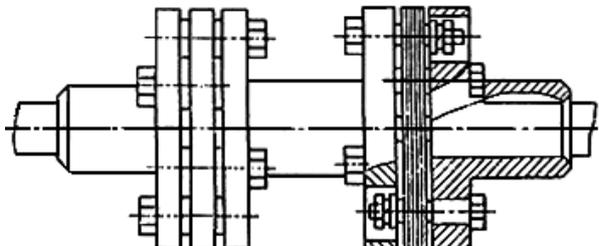
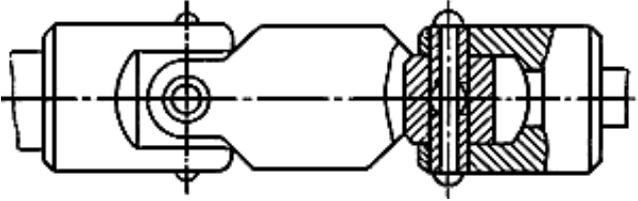
Схематическое изображение	Упрощённое изображение	Тип подшипника (номер)
		Радиальный шариковый однорядный (0000)
		Радиальный шариковый двухрядный самоустанавливающийся сферический (1000)
		Радиальный роликовый однорядный (2000)
		Радиальный роликовый самоустанавливающийся сферический (3000)
		Радиально-упорный шариковый однорядный (6000)
		Радиально-упорный роликовый однорядный (7000)
		Упорный шариковый одинарный (8000)
		Упорный роликовый одинарный (9000)

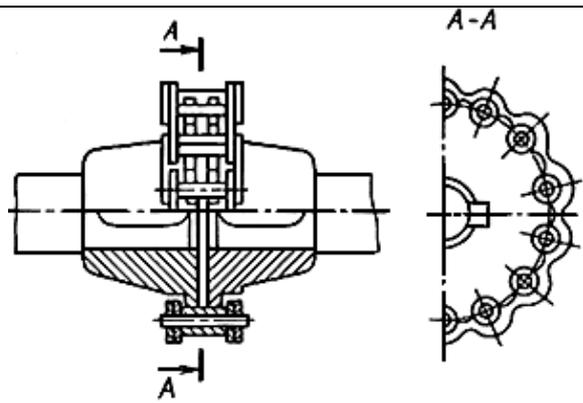
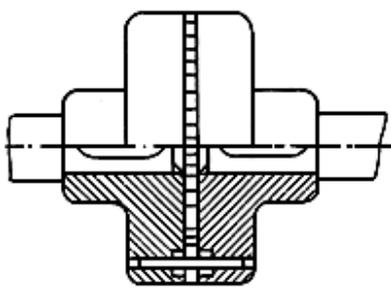
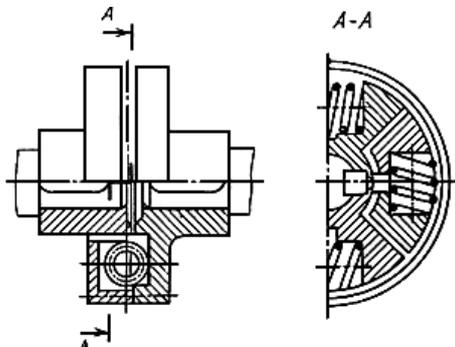
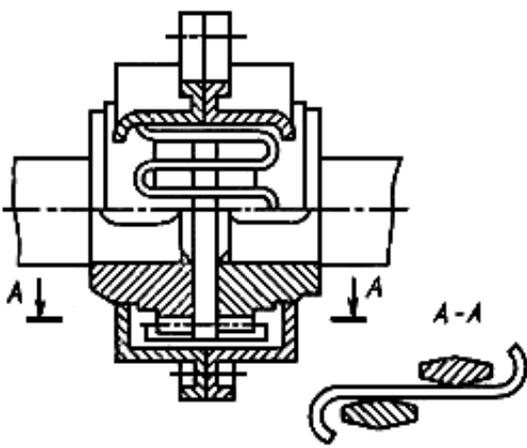
<p>Втулочная муфта с коническими штифтами: Неразъемная муфта, которая соединяется с валами коническими штифтами.</p>	
<p>Втулочная муфта с призматическими шпонками: Неразъемная муфта, которая соединяется с валами призматическими шпонками.</p>	
<p>Втулочная муфта с эвольвентными шлицами: Неразъемная муфта, которая соединяется с валами эвольвентными шлицами.</p>	
<p>Втулочная муфта с прямобочными шлицами: Неразъемная муфта, которая соединяется с валами прямобочными шлицами.</p>	
<p>Продольно-свертная муфта с конусными кольцами: Разъемная муфта, имеющая разъем в плоскости параллельной оси вала с охватывающими конусными кольцами.</p>	
<p>Продольно-свертная муфта без фиксации: Разъемная муфта, имеющая разъем в плоскости параллельной оси муфты, которая соединяет зафиксированные в осевом направлении валы.</p>	

<p>Продольно-свертная муфта: Разъемная муфта, имеющая разъем в плоскости параллельной оси муфты, снабженная упорными кол.</p>	
<p>Фланцевая открытая муфта: Разъемная муфта, имеющая разъем в плоскости перпендикулярной оси муфты.</p>	
<p>Фланцевая открытая муфта с промежуточным кольцом: Разъемная муфта, имеющая разъем в плоскости перпендикулярной оси муфты, между соединяемыми болтами фланцами которой установлено промежуточное кольцо.</p>	
<p>Аксиальная втулочная муфта: Осевая компенсирующая муфта, которая компенсирует осевые смещения соединяемых валов за счет осевой подвижности втулки относительно валов.</p>	
<p>Аксиальная пальцевая муфта: Осевая компенсирующая муфта, которая компенсирует осевые смещения соединяемых валов за счет осевой подвижности пальцев относительно полумуфт.</p>	

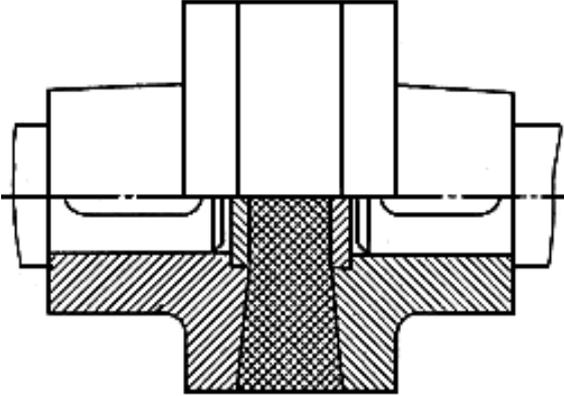
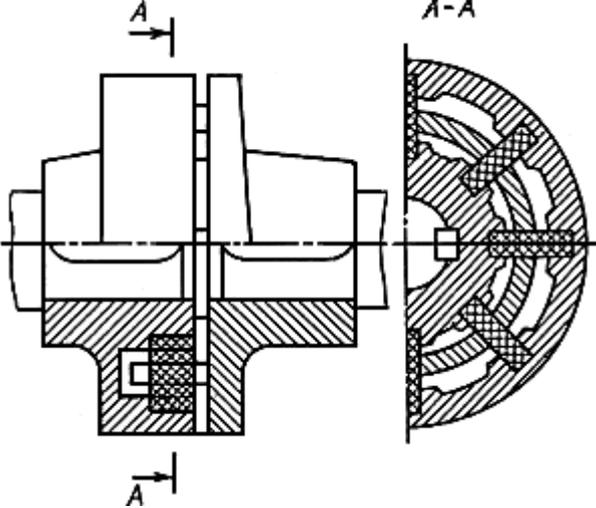
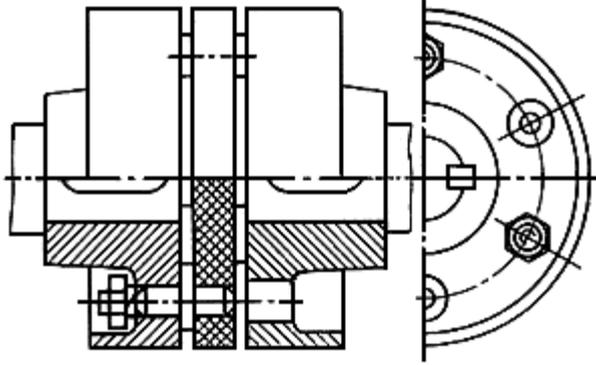
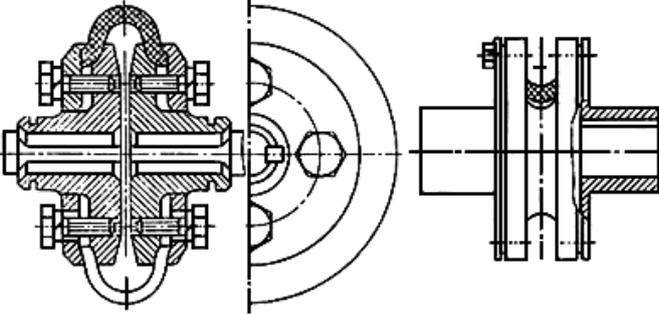
<p>Аксиальная кулачковая муфта: Осевая компенсирующая муфта, которая компенсирует осевые смещения соединяемых валов за счет осевой подвижности кулачков относительно друг друга.</p>	
<p>Аксиальная зубчатая муфта: Осевая компенсирующая муфта, которая компенсирует осевые смещения соединяемых валов за счет относительной осевой подвижности зубьев ведущей и ведомой полу муфт.</p>	
<p>Радиальная муфта с призматическим сухарем: Радиальная компенсирующая муфта, которая компенсирует радиальные смещения соединяемых валов за счет радиальной подвижности призматических сухарей относительно полу муфт.</p>	
<p>(Радиальная) кулачково-дисковая муфта: Радиальная компенсирующая муфта, которая компенсирует радиальные смещения соединяемых валов за счет радиальной подвижности сателлита, относительно полу муфт по двум взаимно перпендикулярным направлениям.</p>	

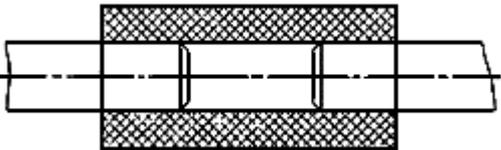
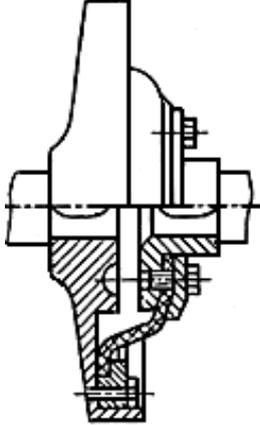
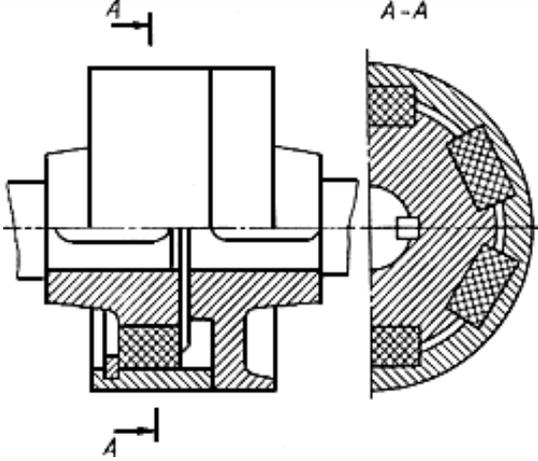
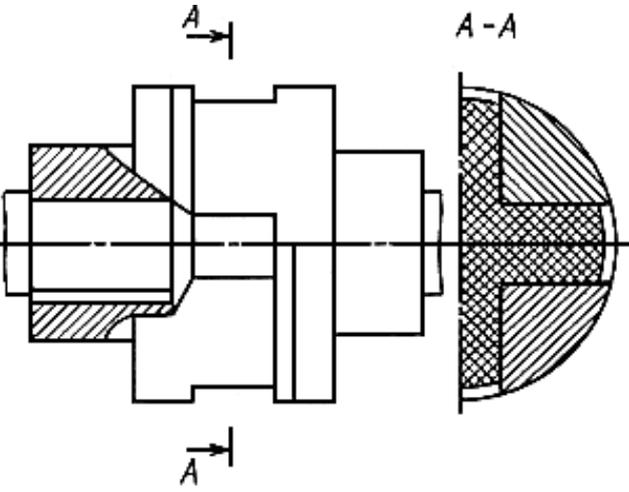
<p>Зубчатая одинарная муфта: Угловая компенсирующая муфта, которая компенсирует угловые смещения соединяемых валов за счет подвижности одного ряда зубьев одной обоймы относительно зубьев втулки.</p>	
<p>Шарнирная шариковая муфта: Угловая компенсирующая муфта, которая компенсирует угловые смещения соединяемых валов за счет угловой подвижности шариков, установленных в пазах между полумуфтами.</p>	
<p>Шарнирная одинарная муфта: Угловая компенсирующая муфта, которая компенсирует угловые смещения соединяемых валов за счет относительной угловой подвижности крестовины, установленной между полумуфтами на двух взаимно перпендикулярных осях.</p>	
<p>Дисковая полужесткая одинарная муфта: Угловая компенсирующая муфта, которая компенсирует угловые смещения соединяемых валов за счет упругой деформации одного пакета тонкостенных металлических дисков, установленных между полумуфтами.</p>	

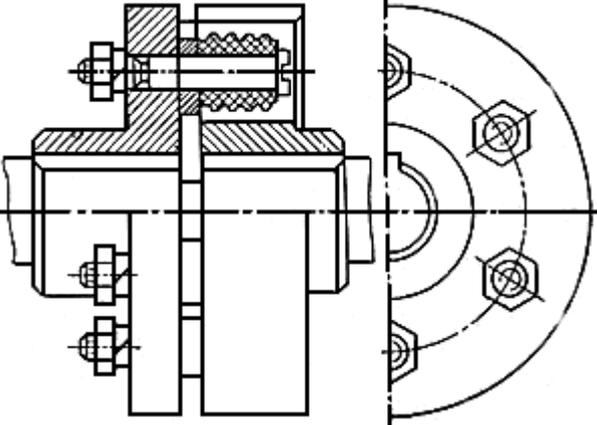
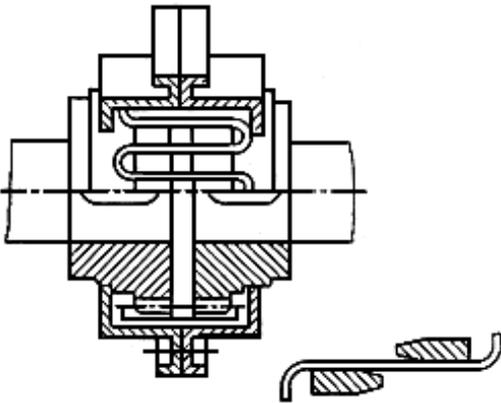
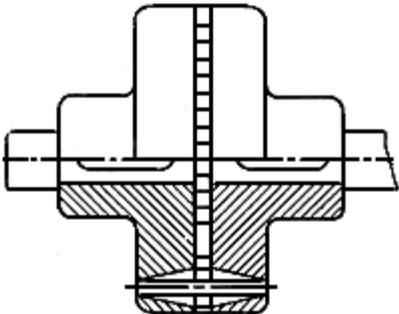
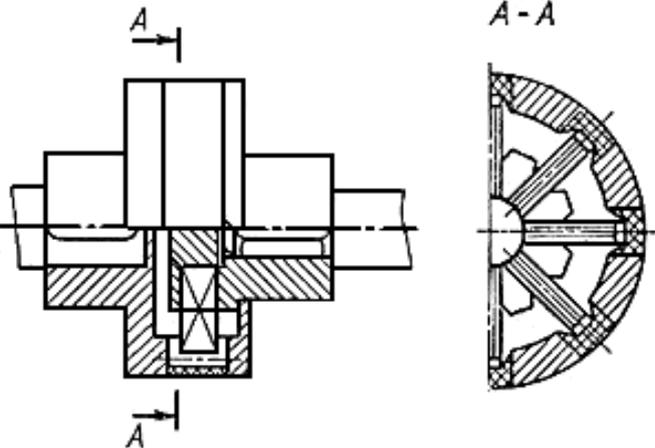
<p>Зубчатая (универсальная) муфта: Универсальная компенсирующая муфта, которая компенсирует осевые, угловые, радиальные смещения соединяемых валов за счет подвижности двух рядов зубьев обойм относительно зубьев втулок.</p>	
<p>Дисковая полужесткая (универсальная) муфта: Универсальная компенсирующая муфта, которая компенсирует осевые, угловые и радиальные смещения соединяемых валов за счет упругой деформации двух пакетов тонкостенных металлических дисков, установленных между полумуфтами с промежуточной втулкой или промежуточным валом.</p>	
<p>Шарнирная (универсальная) муфта: Универсальная компенсирующая муфта, которая компенсирует угловые и радиальные смещения за счет относительной угловой подвижности промежуточной спаренной вилки относительно полумуфт, установленной на двух парах взаимно перпендикулярных осей.</p>	

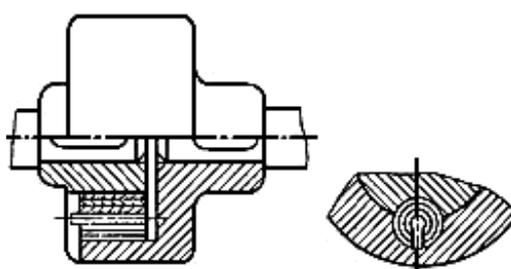
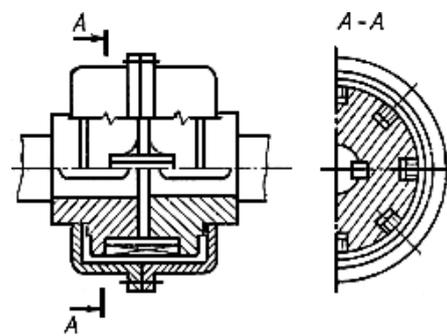
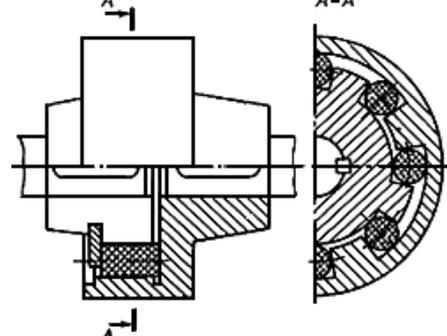
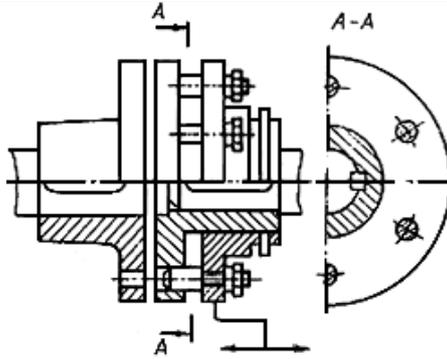
<p>Цепная (универсальная) муфта: Универсальная компенсирующая муфта, которая компенсирует угловые и радиальные смещения за счет относительной угловой и радиальной подвижности зубьев звездочек полумуфт относительно цепи, охватывающей зубья.</p>	
<p>Упругая муфта с металлическими стержнями: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба металлических цилиндрических стержней, которые установлены в цилиндрических отверстиях полумуфт и параллельны оси муфты.</p>	
<p>Упругая муфта с винтовыми пружинами: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сжатия металлических винтовых пружин, установленных между полумуфтами.</p>	
<p>Упругая муфта со змеевидной пружиной: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба змеевидной металлической пружины, установленной между пазами полумуфт, имеющими прямолинейный профиль.</p>	

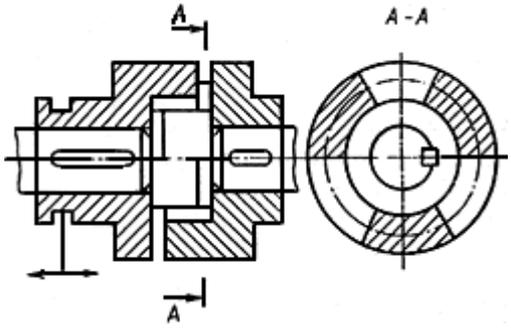
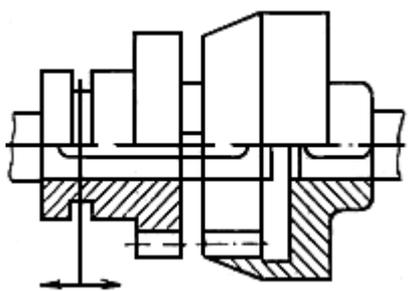
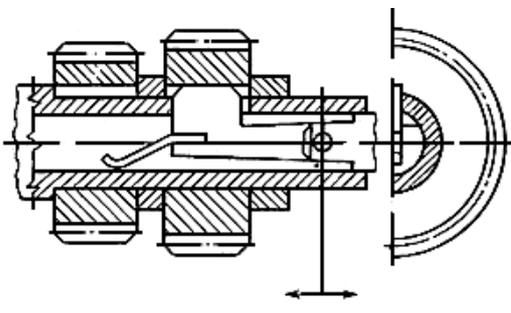
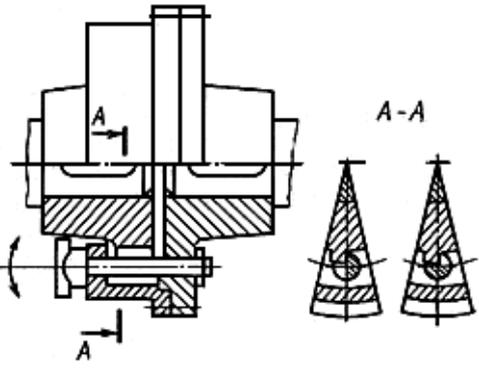
<p>Упругая муфта с фасонными пружинами: Линейная упругая муфта, которая обладает упругим и компенсирующим свойством за счет упругой деформации изгиба фасонных металлических пружин вогнутого профиля, закрепленных в пазах полумуфт.</p>	
<p>Упругая муфта с пластинами параллельными оси: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба пакетов металлических пластин, установленных в пазах, имеющих прямолинейный профиль.</p>	
<p>Упругая муфта с радиальными пакетами пластин: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба пакетов металлических пластин, установленных радиально в прямобоочные пазы полумуфт.</p>	
<p>Упругая кольцевая муфта: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сдвига резинового кольца, привулканизированного к цилиндрическим поверхностям полумуфт.</p>	

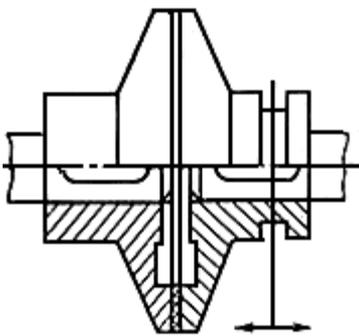
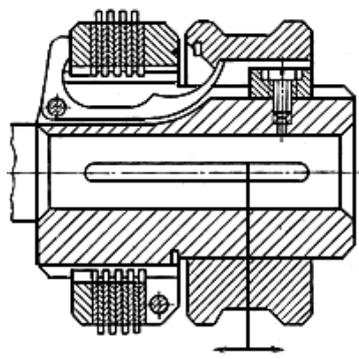
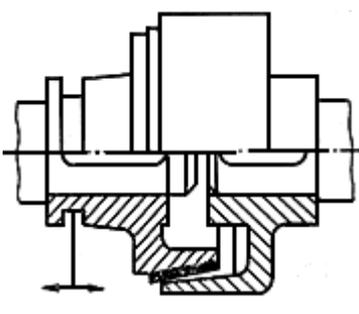
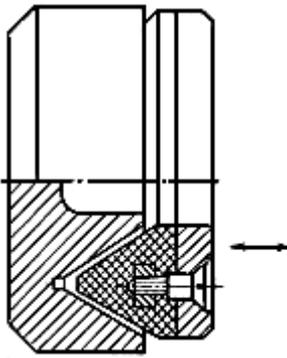
<p>Упругая муфта с коническим кольцом: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сдвига конического резинового кольца, привулканизированного к коническим поверхностям полумуфт.</p>	
<p>Упругая муфта с пластинами: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба неметаллических пластин, установленных в пазах одной из полумуфт, под действием перемещения выступов другой полумуфты.</p>	
<p>Упругая муфта с промежуточным диском: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации неметаллического диска, установленного между полумуфтами, в отверстия которого входят пальцы, закрепленные в полумуфтах.</p>	
<p>Упругая муфта с торообразной оболочкой: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации неметаллической торообразной оболочки выпуклого или вогнутого профиля, установленной между торцами полумуфт.</p>	

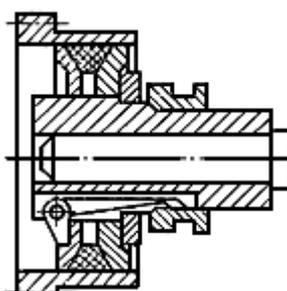
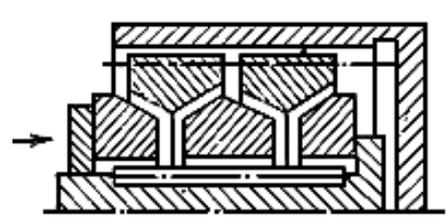
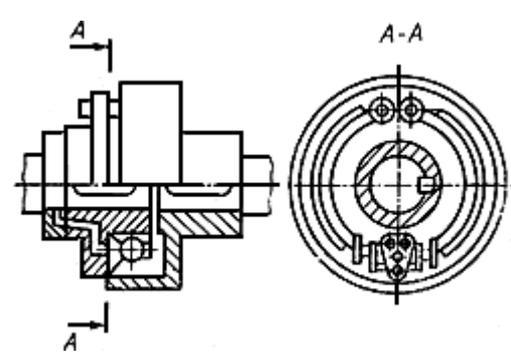
<p>Упругая муфта с цилиндрической оболочкой: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации неметаллической цилиндрической оболочки, установленной между валами.</p>	
<p>Упругая муфта с конусной оболочкой: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации неметаллической конусной оболочки, установленной между полумуфтами.</p>	
<p>Упругая муфта с призматическими пластинами: Линейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации призматических пластин, установленных в пазах полумуфт.</p>	
<p>Упругая муфта со звездочкой: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сжатия неметаллической звездочки, установленной между выступами полумуфт.</p>	

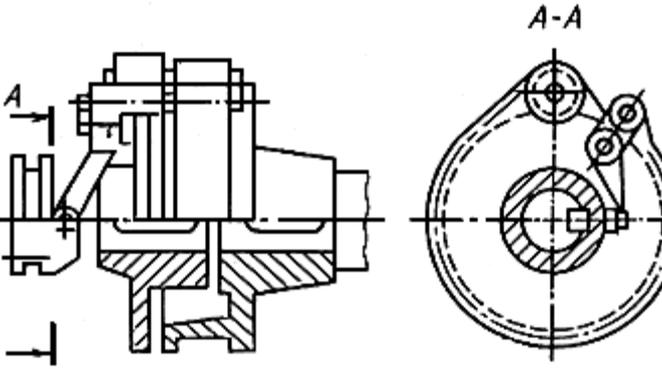
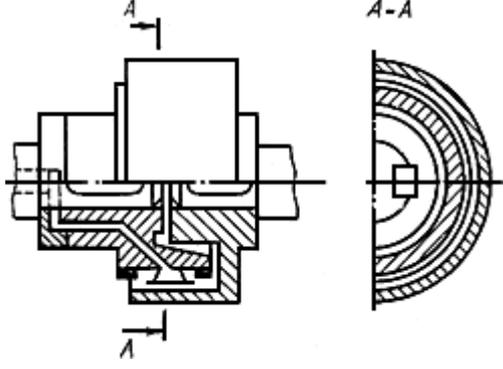
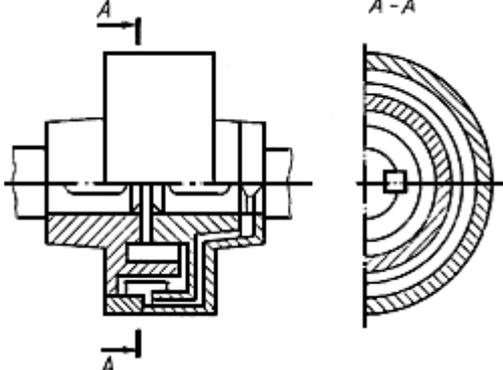
<p>Втулочно-пальцевая упругая муфта: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сжатия упругих втулок, установленных на пальцах одной из полумуфт и отверстиях другой полумуфты.</p>	
<p>Нелинейная упругая муфта со змеевидной пружиной: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба змеевидной металлической пружины, установленной между пазами полумуфт, имеющими криволинейный профиль.</p>	
<p>Нелинейная упругая муфта с металлическими стержнями: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба металлических цилиндрических стержней, установленных в конических отверстиях полумуфт.</p>	
<p>Нелинейная упругая муфта с радиальными пакетами пластин: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба пакетов металлических пластин, установленных радиально в непрямоугольных пазах полумуфт.</p>	

<p>Упругая муфта с пакетом гильзовых пружин: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сжатия пакетов металлических гильзовых пружин, установленных в цилиндрические пазы полумуфт.</p>	
<p>Нелинейная упругая муфта с пластинами параллельными оси: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации изгиба пакетов металлических пластин, установленных в пазах полумуфт, имеющих криволинейный профиль.</p>	
<p>Роликовая упругая муфта: Нелинейная упругая муфта, которая обладает упругими и компенсирующими свойствами за счет упругой деформации сжатия резиновых цилиндрических роликов, установленных между выступами концентрично расположенных полумуфт.</p>	
<p>Сцепная пальцевая муфта: Синхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода (или вывода) металлических цилиндрических пальцев, установленных подвижно на одной из полумуфт, в отверстия другой полумуфты.</p>	

<p>Сцепная кулачковая муфта: Синхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление кулачков одной из полумуфт, установленной подвижно на валу, с кулачками другой полумуфты.</p>	
<p>Сцепная зубчатая муфта: Синхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление зубьев одной из полумуфт, установленной подвижно на валу, с зубьями другой полумуфты.</p>	
<p>Сцепная муфта с выдвигной шпонкой: Синхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление шпонки, установленной подвижно на валу.</p>	
<p>Сцепная муфта с поворотной шпонкой: Синхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление профильной шпонки, установленной на одной из полумуфт с возможностью поворота и зацепления с другой полумуфтой.</p>	

<p>Фрикционная торцовая муфта: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление фрикционных торцовых поверхностей полумуфт, одна из которых установлена подвижно на валу.</p>	
<p>Многодисковая муфта с переключением: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление пакета фрикционных дисков, установленных на ведущей и ведомой полумуфтах.</p>	
<p>Конусная муфта: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление конусных фрикционных поверхностей полумуфт, одна из которых установлена подвижно на валу.</p>	
<p>Клиновидная осевая муфта с переключением: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление двух пар конусных фрикционных поверхностей, одна из которых представляет собой торцевой клин и установлена на одной из полумуфт, подвижной в осевом направлении.</p>	

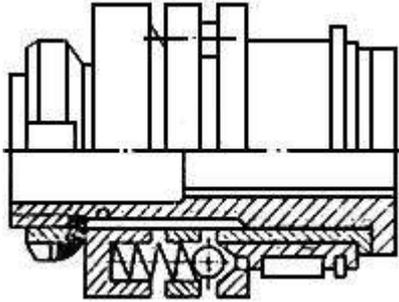
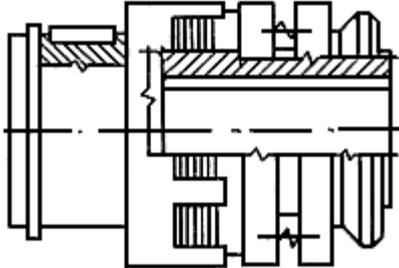
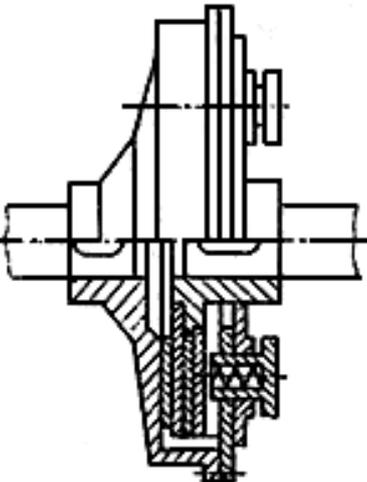
<p>Клиновая радиальная муфта с переключением: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление двух пар конусных фрикционных поверхностей, одна из которых представляет собой радиальный клин, установленный на неподвижной полумуфте, а вторая пара поверхностей установлена подвижно в осевом направлении на второй полумуфте и охватывает клин.</p>	
<p>Многоклиновая радиальная муфта с переключением: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода и вывода в зацепление конусных фрикционных поверхностей, представляющих собой конусные клинья, установленные подвижно между концентрично расположенными полумуфтами</p>	
<p>Колодочная муфта с переключением: Асинхронная муфта с переключением, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление фрикционных поверхностей полуцилиндрических колодок, установленных шарнирно на одной из полумуфт, и внутренней цилиндрической поверхностью второй полумуфты.</p>	

<p>Ленточная муфта с переключением: Асинхронная муфта с механической связью, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется путем ввода или вывода в зацепление фрикционной гибкой ленты, установленной шарнирно на одной из полумуфт, с цилиндрической поверхностью второй полумуфты, которую охватывает лента.</p>	
<p>Пневмокамерная муфта: Механическая асинхронная муфта, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется с помощью пневмокамеры путем ввода или вывода в зацепление фрикционных поверхностей колодок, установленных подвижно через несущие упоры на одной из полумуфт, с внутренней поверхностью второй полумуфты.</p>	
<p>Шиннопневматическая муфта: Механическая асинхронная муфта, у которой управление соединения и разъединения валов осуществляется с помощью пневматической шины, установленной на одной из полумуфт, путем ввода или вывода в зацепление фрикционной поверхности шины с поверхностью второй полумуфты.</p>	

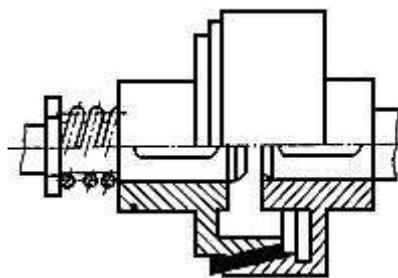
<p>Колодочная центробежная муфта с пружинами: Центробежная фрикционная муфта, у которой включение происходит за счет сил трения секторных цилиндрических колодок, установленных на осях одной из полу муфт и удерживающихся с помощью пружин.</p>	
<p>Колодочная центробежная муфта: Центробежная фрикционная муфта, у которой включение и выключение происходит за счет сил трения секторных цилиндрических колодок, свободно установленных в пазах внутренней поверхности наружной полу муфты.</p>	
<p>Центробежная муфта с клиновыми колодками: Центробежная фрикционная муфта, у которой включение и выключение происходит за счет сил трения клиновых колодок, подвижно установленных на осях внутренней полу муфты, о внутренние конические поверхности наружной полу муфты.</p>	
<p>Центробежная муфта с дробью: Центробежная фрикционная муфта, у которой включение и выключение происходит за счет сил трения металлической дроби с концентрично расположенные поверхности полу муфт.</p>	

<p>Обгонная муфта с храповым механизмом: Храповая обгонная муфта, у которой ведущая и ведомая полумуфты соединяются и разъединяются с помощью храпового механизма.</p>	
<p>Роликовая обгонная муфта: Обгонная фрикционная муфта, у которой ведущая и ведомая полумуфты соединяются и разъединяются за счет сил трения при заклинивании и расклинивании цилиндрических роликов между поверхностями наружной и внутренней полумуфт.</p>	
<p>Обгонная муфта с эксцентриковыми роликами: Обгонная фрикционная муфта, у которой ведущая и ведомая полумуфта соединяются и разъединяются за счет сил трения при заклинивании и расклинивании эксцентриковых роликов, установленных между наружной и внутренней поверхностями полумуфт.</p>	
<p>Винтовая обгонная муфта: Обгонная фрикционная муфта, у которой ведущая и ведомая полумуфты соединяются и разъединяются за счет сил трения между фрикционными дисками, усилия на которых создает винтовая пара.</p>	

<p>Обгонная муфта с сухарями: Обгонная фрикционная муфта, у которой ведущая и ведомая полумуфты соединяются и разъединяются за счет сил трения, при заклинивании и расклинивании профильных сухарей, установленных в гнездах полумуфт.</p>	
<p>Предохранительная муфта со срезными штифтами: Предохранительная муфта с разрушающимся звеном, которая выключается за счет разрушения цилиндрических штифтов, установленных перпендикулярно оси муфты в обеих полумуфтах и имеющих утонение на границе касания полумуфт.</p>	
<p>Предохранительная муфта со срезными пальцами: Предохранительная муфта с разрушающимся звеном, которая выключается за счет разрушения цилиндрических пальцев, установленных в полумуфтах параллельно оси муфты.</p>	
<p>Предохранительная муфта с треугольным зубом: Предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет осевых сил, возникающих при передаче крутящего момента на взаимодействующих поверхностях торцовых треугольных зубьев полумуфт.</p>	
<p>Кулачковая предохранительная муфта: Предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет осевых сил, возникающих при передаче крутящего</p>	

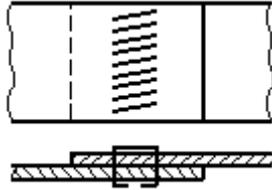
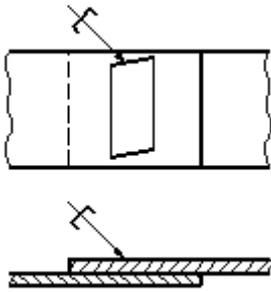
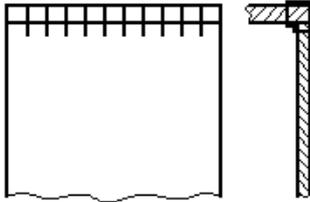
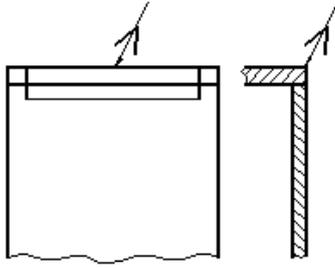
<p>момента на взаимодействующих торцевых поверхностях кулачков полумуфт, поджимаемых пружинами.</p>	
<p>Шариковая предохранительная муфта: Предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет осевых сил, возникающих при передаче крутящего момента на взаимодействующих поверхностях шариков и лунках полумуфт, поджимаемых пружинами.</p>	
<p>Многодисковая фрикционная предохранительная муфта: Предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет окружного усилия, превышающего окружную силу трения между пакетом дисков, установленных на полумуфтах и поджимаемых пружинами.</p>	
<p>Дисковая фрикционная предохранительная муфта: Предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет окружного усилия, превышающего окружную силу трения между поверхностями двух дисков, установленных на полумуфтах и поджимаемых пружинами.</p>	

Конусная предохранительная муфта: Предохранительная муфта с неразрушающимся звеном, которая выключается за счет окружного усилия, превышающего окружную силу трения между взаимодействующими конусными поверхностями полумуфт, поджимаемыми пружинами.

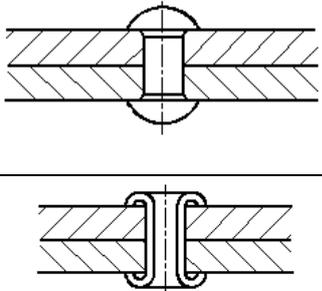
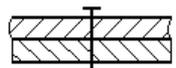
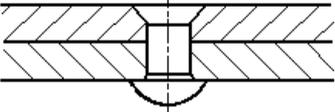
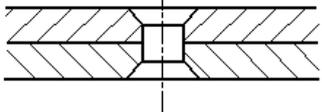


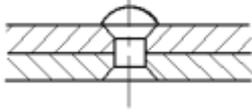
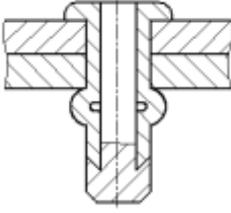
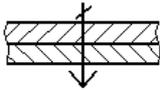
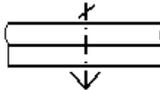
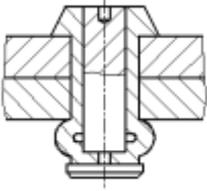
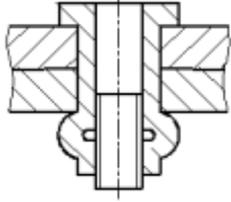
Приложение 7

Соединение	Изображение	Условное изображение
<p>1. С параллельным расположением скобок</p>		
<p>2. С последовательным расположением скобок</p>		

<p>3. С параллельным наклонным расположением скобок</p>		
<p>4. Угловое с параллельным расположением скобок</p>		

Приложение 8.

Вид соединения	Изображение	Условное изображение	
		в сечении	на виде
<p>1. Заклепкой с полукруглой, плоской, скругленной головкой и с полукруглой, плоской, скругленной замыкающей головкой</p>			
<p>2. Заклепкой с потайной головкой и с полукруглой, плоской, скругленной замыкающей головкой</p>			
<p>3. Заклепкой с потайной головкой и с потайной замыкающей головкой</p>			

<p>4. Заклепкой с полупотайной головкой и с потайной замыкающей головкой</p>			
<p>5. Заклепками специальными</p>			
			
			

Библиографический список

1. ГОСТ 23360 – 78 Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и размеры пазов.
2. ГОСТ 8790 – 79 Соединения шпоночные с призматическими направляющими шпонками с креплением на валу. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки.
3. Гост 24068 – 80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов.
4. ГОСТ 24071-80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с сегментными шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки.
5. ГОСТ 3128 – 70 Штифты цилиндрические. Конструкция и размеры.
6. ГОСТ 3129 – 70 Штифты конические. Конструкция и размеры.
7. ГОСТ 397 – 79 Шплинты. Технические условия.
8. ГОСТ 21495 – 76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
9. ГОСТ 1139-80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски.
10. ГОСТ 6033-80 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30° . Размеры, допуски и измеряемые величины.
11. ГОСТ 2.409-74 ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений.
12. ГОСТ 2402 – 68 ЕСКД. Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач.
13. ГОСТ 2.403-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес.

14.ГОСТ 2.312 – 72 ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

15.Савостьянов В.П., Филатова Г.А. Расчет и конструирование деталей аппаратуры САУ М.: Машиностроение 1982.

16.ГОСТ 2.313 – 82 ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.

17.ГОСТ 19249 – 73 Соединения паяные. Основные типы и параметры.

18.ГОСТ10304 – 80 Заклепки. Общие технические условия.

19. ГОСТ 3189-75. Подшипники качения. Система условных обозначений.

20. ГОСТ 3325-85. Подшипники качения. Посадки. Требования к сопряженным деталям.

21. ГОСТ 3395-89. Подшипники качения. Типы и конструктивные разновидности.

22. ГОСТ 3478- 79. Подшипники качения. Основные габаритные размеры.

23. ГОСТ 18854-94. Подшипники качения. Методы расчёта статической грузоподъёмности и эквивалентной статической нагрузки.

24. ГОСТ 18855-94. Подшипники качения. Методы расчёта динамической грузоподъёмности и долговечности.

25. ГОСТ 50371-92. Муфты механические общемашиностроительного применения.

26. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению М.: Высшая школа 1994.

27. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х тт. М., Машиностроение, 1992.