

1.2. Детали машин

Классификация машин

Машины – это аппаратура, производимая человеком для преобразования энергии механического движения, материалов и информации. Машины облегчают физический труд человека и рутинную работу и служат для повышения кпд.

Машины имеют следующие характеристики:

- преобразуют энергию в механическую работу или преобразуют механическую энергию в другие виды энергии;
- определенное движение всех элементов машины определяет ее работу;
- машина является искусственно созданным аппаратом.

В соответствии с протекающими в машинах процессами, они делятся на:

- машины - двигатели;
- машины - преобразователи;
- самоходные машины;
- технологические машины;
- информационные машины.

Машины имеют следующие основные элементы:

- приемник, воспринимающий внешние силы, приводящие машину в действие;
- рабочий механизм, приводящий машину в рабочее состояние;
- механизм трансмиссии для преобразования движения.

Кинематические пары и звенья

Кинематическая пара – это гибкое соединение между двумя контактирующими телами. Тела, составляющие кинематическую пару, называются элементами. В соответствии с характером контактирующих элементов, кинематические пары делят на низшие и высшие. Элементы низших кинематических пар контактируют поверхностями, а высших – линией или точкой.



Кинематические звенья являются системами связи, которые образуют кинематическую пару. Толкающий элемент преобразует движение, а сцепляющий элемент восстанавливает движение.

1.2.1. Соединения

Клепанные и сварные соединения

Соединения могут быть постоянными и разъемными. Разъемные соединения могут разбираться на части и собираться снова без разрушения деталей. Постоянные соединения могут разбираться на части только с разрушением элементов соединений.

В настоящее время клепанные соединения используются очень редко, только при строительстве металлических конструкций малого веса из легких сплавов. Сварные постоянные соединения используются часто. Сварка – это процесс соединения, когда свариваемые части подвергаются местному нагреву до жидкого или пластичного состояния.

Сварка имеет следующие преимущества:

- экономия материала;
- малая трудоемкость;
- прочные и непроницаемые соединения;
- бесшумный технологический процесс.

Основные виды сварки – электродуговая, электромеханическая и газовая.

Спиральные соединения

Широко применяются разъемные соединения, сделанные из болтов с шаровой головкой, монтажных болтов, болтов с двумя концами, сцепок, переходников и др. Главный элемент спирального соединения – спиральная пара. Она может быть выполнена соединением монтажного болта (с внешней резьбой) с монтажной гайкой (с внутренней резьбой). Они контактируют друг с другом по резьбовой поверхности.

1.2.2. Передача вращательного движения

Фрикционная передача

Основа фрикционной передачи – сила трения, возникающая при трении тел вращения, когда они соприкасаются друг с другом (рис.1.2.).

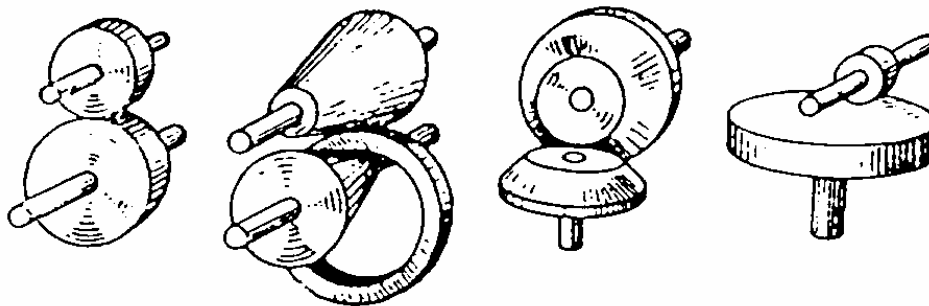


Рис.1.2.
Примеры
фрикционных
передач

Преимущества фрикционных передач:

- простота конструкции;
- бесшумная работа;
- неограниченная величина передаточного числа;
- возможность скольжения при перегрузке;
- защита деталей исполнительного механизма от разрушения.

Недостатки фрикционной передачи:

- ограниченная возможность передачи;
- большая нагрузка на вал и опору вала;
- нестабильная передача в результате инерции;
- высокое истирание;
- сравнительно низкий коэффициент полезного действия (для ременной передачи – $\eta = 0,8 \dots 0,9$).



Зубчатые передачи

Зубчатые (шестеренчатые) передачи широко распространены. Шестерни классифицируются как:

- цилиндрические, если оси валов параллельны;
- конические, если оси валов перпендикулярны друг другу;
- гипоидные конечные, у которых оси пересекаются в пространстве в зависимости от расположения осей ведущего и ведомого валов.

Часто используются цилиндрические передачи (рис.1.3.).

Цилиндрические шестерни классифицируются как прямозубые (а), наклоннозубые (б), косоугольные (с,д). Цилиндрические шестерни могут иметь внешние и внутренние зубья. В зависимости от их конструкции, бывают открытые и закрытые шестеренчатые передачи.

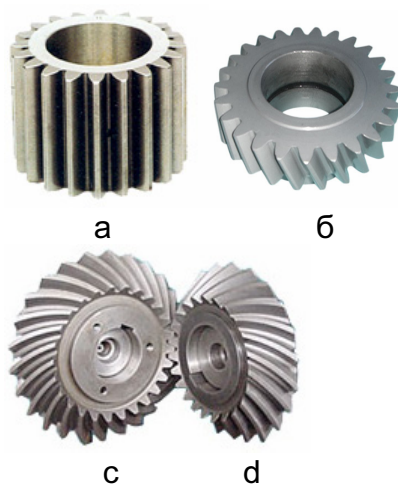


Рис.1.3.
Цилиндрические
шестерни

Преимущества шестерен:

- высокий кпд;
- компактность;
- высокий уровень безопасной работы;
- удобный сервис;
- постоянная передача;
- большой диапазон передаточной возможности.

Недостатки шестерен:

- сравнительно сложное изготовление;
- шум во время работы.

Червячные передачи

Червячные передачи используются, чтобы передать движение между валами с пересекающимися осями. Угол между пересекающимися осями обычно 90° . Червячная шестерня (1), которая фиксируется на валу или (чаще) сделана вместе с ним, поворачивает шестерню (2). Обычно используются цилиндрические шестерни (рис. 1.4).



Рис.1.4.
Цилиндрическая
червячная
передача

Основные преимущества червячных передач – плавность хода и бесшумная работа; большое отношение передачи к малым габаритным размерам; могут быть сделаны как нереверсивные.

Недостатки червячных передач:

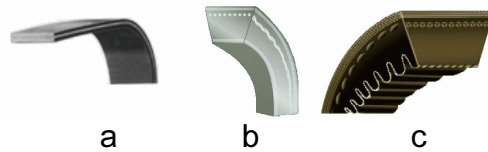
- сравнительно низкий КПД;
- большой нагрев передачи;
- ограниченная возможность передачи больших нагрузок.



Ременная передача

Если расстояние между валами большое, вращательное движение может быть передано от одного вала к другому гибкой связью, используя силу трения (рис.1.5).

Рис.1.5.
Ременные передачи



Передачи классифицируются как:

- плоскоременные (a);
- с треугольным ремнем (b);
- с зубчатым ремнем (c).

Кроме того, в передачах используются твердые (массивные) многолопастные ремни. Ременная передача состоит из двух шкивов (ведущего и ведомого) и окружающего их бесконечного ремня. Вращающийся ведущий шкив под действием силы трения тянет натянутый ремень, который вращает ведомый шкив.

Преимущества ременной передачи:

- простая и дешевая конструкция;
- способность к мягким рывкам;
- бесшумная работа;
- простое обслуживание.

Недостатки ременной передачи:

- нестабильная передача (кроме зубчатых ремней);
- сравнительно большие габаритные размеры.

Цепные передачи

Цепная передача представляет бесконечную цепь, которая огибает два или больше цепных зубчатых колеса со специальным профилем зуба и работает без проскальзывания. Цепную передачу предполагается использовать для передачи движения только между параллельными осями (рис.1.6.).

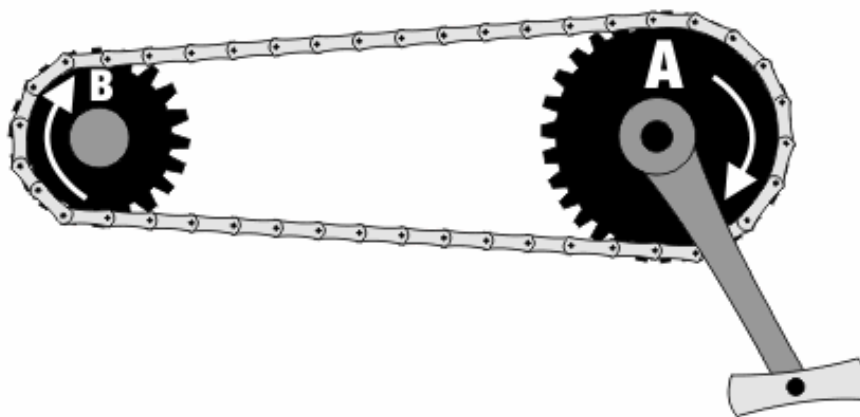


Рис.1.6.
Цепная передача

Преимущества:

- нагрузка на вал меньше, чем у ременных передач;
- движение может быть передано на большие расстояния (5 – 8 м);
- движение может быть передано на несколько валов, используя одну цепь;
- сравнительно высокий КПД;
- компактная передача.

Недостатки:

- цепь растягивается, когда звенья стираются;
- сложное обслуживание;
- шум во время работы.



1.2.3. Механизмы возвратного и колебательного движения

Кривошипный механизм

Механизм состоит из опоры, кривошипа, соединительного рычага, ползуна, который движется по направляющей (рис.1.7).

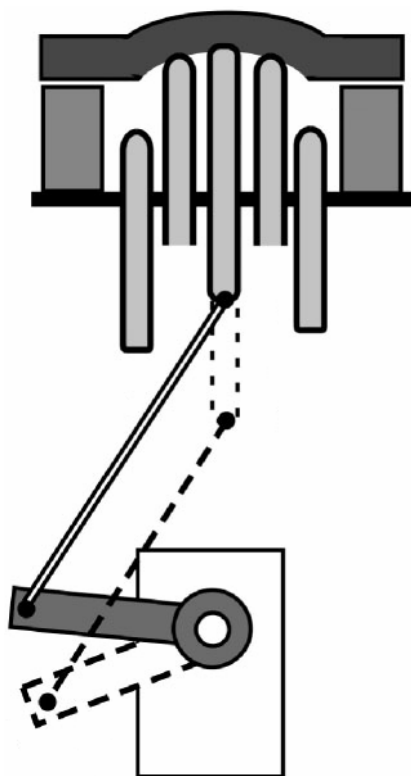


Рис.1.7.
Кривошипный
механизм

Предполагается, что вращение кривошипа трансформируется в ползуне в возвратно-поступательное прямолинейное движение. Если ведущим элементом является ползун, тогда прямолинейное движение трансформируется во вращательное. Кривошипный механизм часто используется в поршневых двигателях, компрессорах, прессах, насосах.

Кулачково-штоковые механизмы

Кулачково-штоковые механизмы используются в тех случаях, когда путь, скорость и ускорение элементов сцепления должны меняться. Обычно механизм состоит из трех частей: эксцентрик, шток, опора (рис. 1.8).

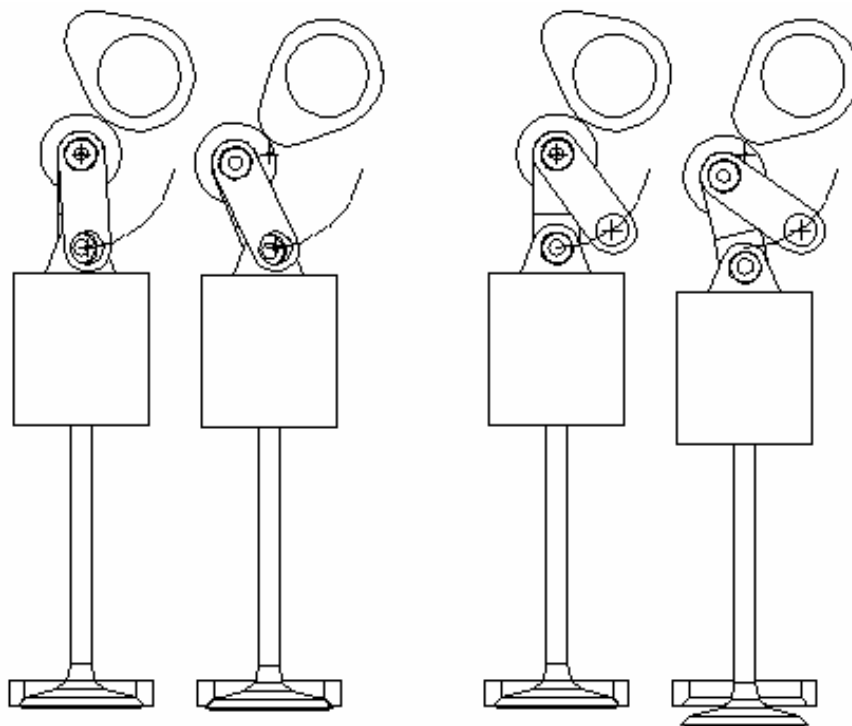


Рис.1.8.
Кулачково - штоковые механизмы

Недостатки:

- большое трение и износ деталей;
- контакт между частями должен быть постоянно обеспечен;
- сложное изготовление профиля эксцентрика.



1.2.4. Дискретные механизмы одностороннего действия

Храповые механизмы

Храповики используются, чтобы выполнить подающее движение, а также как тормозящая сила, т.к. они держат ответный удар. Храповики основаны на стыковой паре, состоящей из храпового зубчатого колеса и байонетного стопора. Прижимая их друг к другу с помощью пружины, можно получить храповой тормоз (рис.1.9).

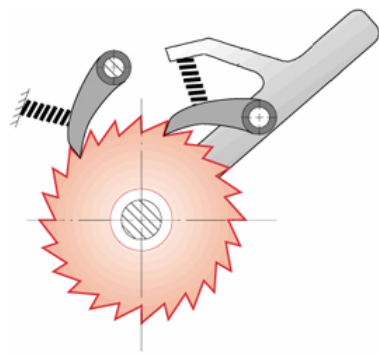


Рис.1.9.
Храповые
механизмы

Дробильные механизмы

Дробильные механизмы (на основе мальтийского креста) используются, чтобы передать вращательное движение ведущего элемента в движение открытого контура ведомого элемента. Если крест имеет четыре прорези, тогда палец, делая полный оборот, вызывает поворот креста на четверть оборота (рис.1.10).

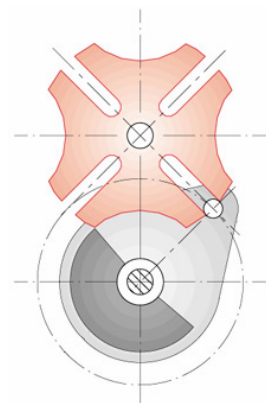


Рис.1.10.
Механизм маль-
тийского креста

Валы и оси. Опоры и муфты

Конструктивные формы валов и осей

Шкивы, шестерни и другие детали устанавливаются на осях и валах. Оси несут вращающиеся детали, но сами не передают момент вращения. Они участвуют в передаче.

Валы передают момент вращения и участвуют в передаче и кручении. Оси и валы поддерживаются подшипниками.

Оси классифицируются надвигающиеся оси, которые вращаются вместе с деталями, и фиксированные оси, которые держат детали, в зависимости от их конструкций.

Валы классифицируются на сплошные валы с прямой геометрической осью; полые валы с прямой геометрической осью; сбалансированные коленчатые валы с изменяющейся геометрической формой оси.

Пазовые посадочные соединения и стыковые отверстия

Стыки используются, когда надо намертво соединить вал с закрепленными деталями и передать момент вращения от вала к детали и от детали к валу. Стыки делятся на две основные группы:

- клиновые-секционные, которые используются для высоконапряженного соединения;
- призматические, которые используются для низконапряженных соединений.

Размеры посадок и поперечного сечения вала должны быть взаимно связаны.

Если делаются выступы на валу и пазы на сажаемой детали, мы имеем внешние стыки. Они могут быть центрированы по внешнему или внутреннему диаметру и боковой поверхности. Стыки могут быть прямоугольными (а), эвольвентными (b), треугольными (с) в зависимости от формы выступов и пазов (рис.1.11).

FESTO

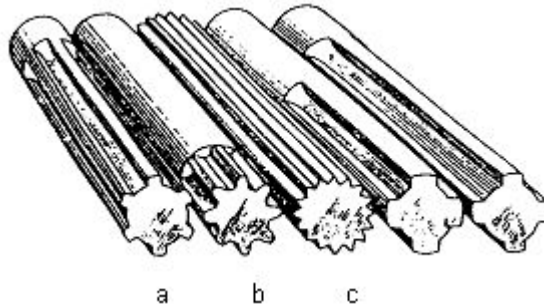


Рис.1.11.
Стыки и посадки

Преимущества пазовых отверстий:

- детали вала хорошо центрируются;
- выступы позволяют перемещать деталь на валу;
- крепость пазовых отверстий при динамической нагрузке велика.

Подшипники

Подшипники делятся на подшипники скольжения и качения, в зависимости от вида трения рабочего элемента.

Подшипники скольжения состоят из двух элементов: крышки и вкладыша. Вкладыш держит рабочий элемент и может быть неподвижным, подвижным, самоустанавливающийся. Трущиеся поверхности должны смазываться жидким маслом или пластичной смазкой для лучшей работы. Подшипники качения состоят из внешнего кольца, внутреннего кольца и колеса шариков. Подшипники качения классифицируются на радиальные и радиально-аксиальные, в зависимости от направления нагрузки. Подшипники могут быть шариковые и роликовые, в зависимости от формы их колеса. Также могут быть подшипники однорядные, двухрядные, четырехрядные, многорядные. Подшипники делятся на самоустанавливающиеся и несамоустанавливающиеся, в зависимости от их конструкции, и на подшипники с цилиндрическим каналом и коническим каналом внутреннего кольца.

Муфты должны соединять валы друг с другом или с деталями, которые свободно размещаются на валах (шестерни, шкивы), чтобы передать момент вращения.

Муфты могут быть неразъемными, которые соединяют валы на все время работы (разъединяются только в случае ремонта или демонтажа).

Неразъемные муфты (рис.1.12) делятся на:

- стянутые (а), с конструкцией как у сцепки переходника или фланца;
- компенсирующие муфты-храповики(б);
- взаимосоединяющиеся (с);
- с внутренними зубцами, гибко-шпоночными соединениями(д), упругие муфты.

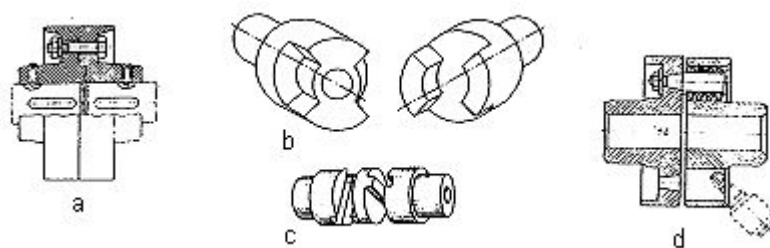


Рис.1.12.
Муфты

Разъемные муфты соединяют и разъединяют валы в процессе работы. Разъемные муфты делятся на храповые (а) и фрикционные (б). Фрикционные муфты делятся на дисковые, конические, цилиндрические (рис.1.13).



Рис.1.13.
Разъемные
муфты

Безопасные муфты разъединяют валы в случае перегрузки или чрезмерной угловой скорости. Безопасные муфты делятся на срезающие (а), фрикционные, разъединяющиеся (храповик, шаровые) (б), центрифуговые и одноходовые муфты. Одноходовые муфты передают момент вращения в одну сторону, и если ведомый вал догоняет ведущий, он разъединяется (рис.1.14).

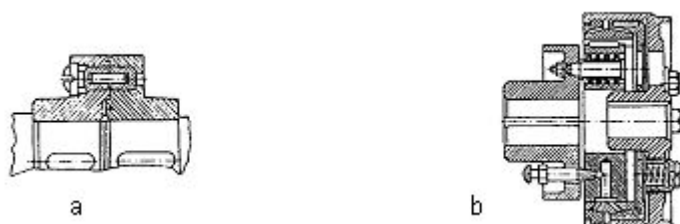


Рис.1.14.
Безопасные
муфты



Редукторы

Рабочие части производственных машин нуждаются в большом моменте вращения и меньшей угловой скорости, чем у двигателей. Механизмы с зубчатой или червячной передачей, которые уменьшают угловую скорость и представляют систему из шестерен, размещенную в отдельном закрытом корпусе, называются редукторами.

Редукторы могут быть шестеренчатыми, коническими, червячными и составными (рис. 1.15).

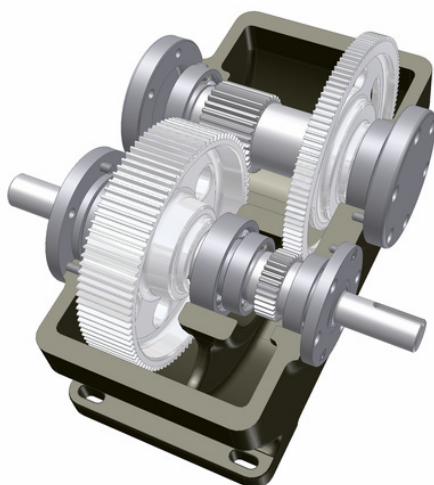


Рис.1.15.
Шестеренчатый
редуктор

Редукторы также могут быть одноступенчатыми и многоступенчатыми. Иногда необходимо, чтобы выходной вал вращался с различными угловыми скоростями. В этом случае несколько пар шестерен с различным отношением и специальные передаточные механизмы размещаются в корпусе. Эти передаточные механизмы называются коробкой передач.