

Механизм и его элементы

В учебной литературе используются несколько определений механизма:

1) **Механизмом** называется система твердых тел, предназначенная для передачи и преобразования заданного движения одного или нескольких тел в требуемые движения других твердых тел.

2) **Механизм** - кинематическая цепь, в состав которой входит неподвижное звено (стойка) и число степеней свободы которой равно числу обобщенных координат, характеризующих положение цепи относительно стойки.

Деталь – это изделие, изготовленное без сборочных операций.

Звено – одна или несколько неподвижно соединенных друг с другом деталей, входящих в механизм и движущихся, как одно целое.

Здесь **цепь** - система звеньев.

Стойка - звено, которое при исследовании механизма принимается за неподвижное.

В механике, **степени свободы** — это совокупность независимых координат перемещения и/или вращения, полностью определяющая положение системы или тела (а вместе с их производными по времени — соответствующими скоростями - полностью определяющая *состояние* механической системы или тела - то есть их положение и движение). Это фундаментальное понятие применяется в теоретической механике, теории механизмов и машин, машиностроении, авиации и теории летательных аппаратов, робототехнике и других областях.

В отличие от обычных декартовых или какого-то другого типа координат, такие координаты в общем случае называются **обобщенными координатами** (декартовы, полярные или какие-то другие конкретные координаты являются, таким образом, частным случаем обобщенных). По сути речь идет о минимальном наборе чисел, который полностью определяет текущее положение (конфигурацию) данной системы.

Обобщенная координата механизма – каждая из независимых координат, определяющих положение всех звеньев механизма относительно стойки.

Таким образом, **число степеней свободы или подвижность механизма** - число независимых обобщенных координат однозначно определяющее положение всех его звеньев на плоскости или в пространстве.

3) **Механизмом** называется устройство для передачи и преобразования движений и энергий любого рода.

4) **Механизм** - система твердых тел, подвижно связанных путем соприкосновения и движущихся определенным, требуемым образом относительно одного из них, принятого за неподвижное.

Недостатками этих определений являются: первое не отражает способности механизма преобразовывать не только движение, но и силы; второе не содержит указания выполняемой механизмом функции. Учитывая сказанное, дадим следующую формулировку понятия механизм:

Механизмом называется система, состоящая из звеньев и кинематических пар, образующих замкнутые или разомкнутые цепи, которая предназначена для передачи и преобразования перемещений входных звеньев и приложенных к ним сил в требуемые перемещения и силы на выходных звеньях.

Кинематическая пара (КП) - подвижное соединение двух звеньев, допускающее их определенное относительное движение.

Классификация кинематических пар

Кинематические пары (КП) классифицируются по следующим признакам:

1) по виду места контакта (места связи) поверхностей звеньев:

- низшие, в которых контакт звеньев осуществляется по плоскости или поверхности (пары скольжения);
- высшие, в которых контакт звеньев осуществляется по линиям или точкам (пары, допускающие скольжение с перекатыванием). Они имеются, например, в зубчатых и кулачковых механизмах).



2) по относительному движению звеньев, образующих пару:

- вращательные;



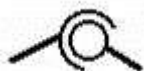
- поступательные;



- цилиндрические;



- сферические;



- винтовые;

- плоские.

Все пары делятся на пять классов, в зависимости от числа налагаемых связей на подвижность каждого из звеньев. Например, если телами (звеньями), образовавшими кинематическую пару, утрачено по 5 степеней свободы каждым, эту пару называют кинематической парой 5-го класса. Если утрачено 4 степени свободы – 4-го класса и т.д. Число степеней подвижности обозначается за H . Число налагаемых связей обозначается за S . При этом число степеней подвижности можно определить по формуле: $H = 6 - S$.

Пара первого класса: $S = 1; H = 5$.

Пара второго класса: $S = 2; H = 4$.

Пара третьего класса: $S = 3; H = 3$.

Пара четвертого класса: $S = 4; H = 2$.

Пара пятого класса: $S = 5; H = 1$.

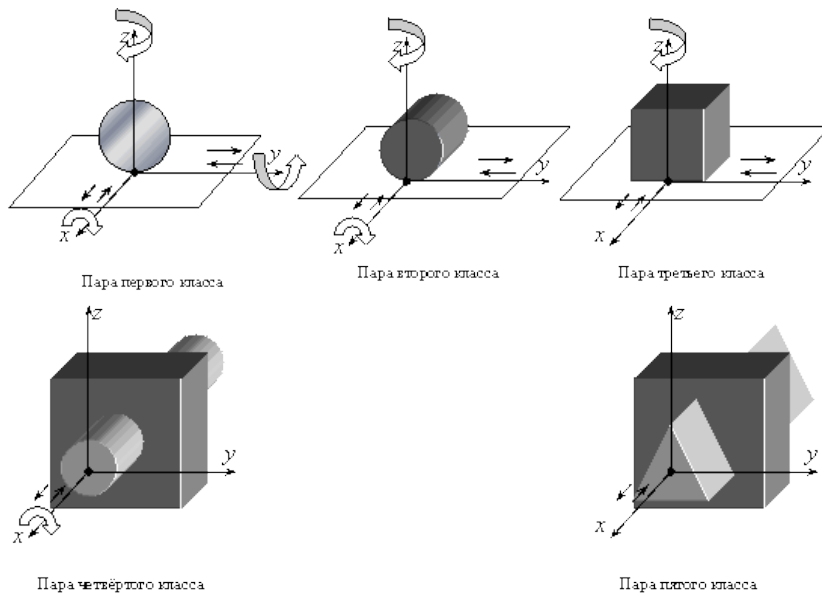


Рисунок 1 – Кинематические пары различных классов

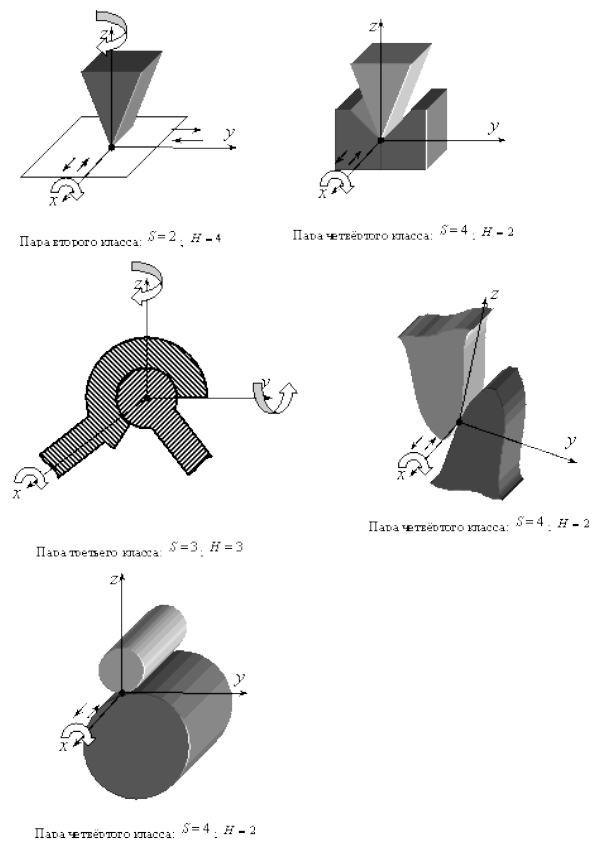


Рисунок 2 – Примеры кинематических пар

Рассмотрим кинематическую пару «винт-гайка» (рис.3). Число степеней подвижности этой пары H равно 1, а число налагаемых связей S равно 5. Это пара будет являться парой пятого класса, свободным можно выбрать только один вид движения для винта или гайки, а второе движение будет сопутствующим.

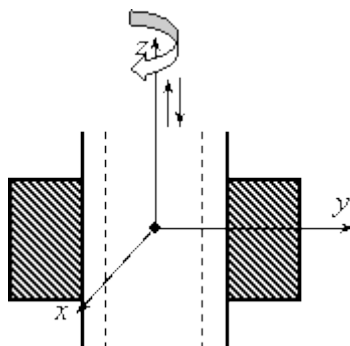


Рисунок 3 – Кинематическая пара «винт-гайка» как пара пятого класса

Основным признаком механизма является *преобразование механического движения*. Механизм входит в состав многих машин, т.к. для преобразования энергии, материалов и информации требуется обычно преобразование движения получаемого от двигателя. Нельзя отождествлять понятия "машина" и "механизм". Во-первых, кроме механизмов в машине всегда имеются дополнительные устройства, связанные с управлением механизмами. Во-вторых, есть машины, в которых нет механизмов. Например, в последние годы созданы технологические машины, в которых каждый исполнительный орган приводится в движение от индивидуального электро- или гидродвигателя.

При описании механизмов, они были разделены на отдельные группы по признаку их конструктивного оформления (рычажные, кулачковые, фрикционные, зубчатые и др.)

ФРИКЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ - механизм, в котором передача или изменение движения обусловлены силами трения между его элементами: *фрикционная передача, фрикционная муфта, колодочный, ленточный или дисковый тормоза, клиновой зажим* и т. д.

Механизмы образуются последовательным присоединением звеньев к начальному механизму.

Выполнение звеньев из нескольких деталей обеспечивается их соединением. Различают соединения неразъемные (сварные, заклепочные, клеевые) и разъемные (шпоночные, шлицевые, резьбовые).

Шпоночное соединёние — соединение охватывающей и охватываемой детали для передачи крутящего момента с помощью шпонки. Шпоночное соединение позволяет обеспечить подвижное соединение вдоль продольной оси. Классификация соединений в зависимости от формы шпонки: соединения призматическими шпонками, соединения клиновыми шпонками, соединения тангенциальными шпонками, соединения сегментными шпонками, соединения цилиндрическими шпонками. Основной критерий работоспособности шпоночного соединения — *прочность на смятие*. Достоинства шпоночных соединений: • простота конструкции, • легкость монтажа и демонтажа, • низкая стоимость. Недостатки шпоночных соединений: • шпоночные пазы ослабляют прочность вала и ступицы, • концентрация напряжений, возникающих в зоне шпоночного паза, снижает сопротивление усталости.

Шлицевое (зубчатое) соединение — соединение вала (охватываемой поверхности) и отверстия (охватывающей поверхности) с помощью шлицев (пазов) и зубьев (выступов), радиально расположенных на поверхности. Обладает большой прочностью, обеспечивает соосность вала и отверстия, с возможностью осевого перемещения детали вдоль оси.

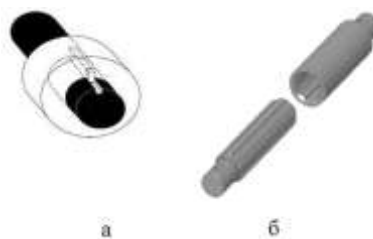


Рисунок 4 – Шпоночное (а) и шлицевое (б) соединения

Звенья в зависимости от вида их материала могут быть твердые и гибкие (упругие), например, ремень. Жидкости и газы в гидро- и пневмомеханизмах звеньями не считаются.

Условное изображение звеньев на кинематических схемах механизмов регламентируется ГОСТом. Примеры изображения некоторых звеньев приведены на рис.2. На кинематических схемах звенья обозначаются арабскими цифрами: 0, 1, 2 и т.д. (см. рис. 5).

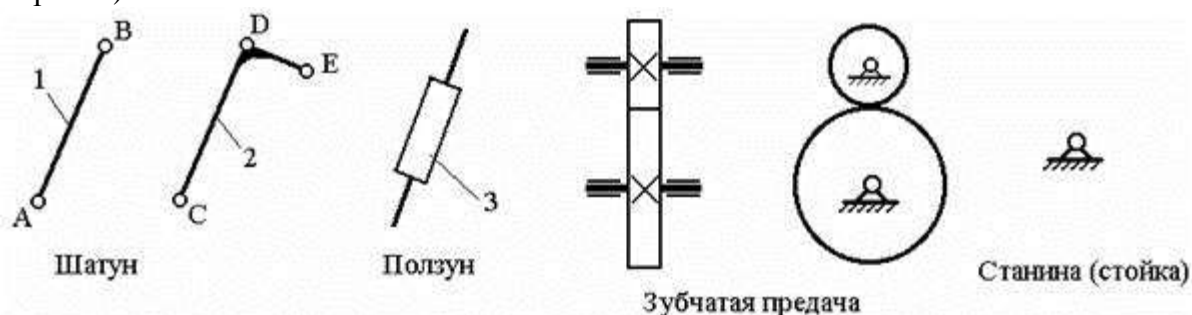


Рисунок 5 - Примеры изображения звеньев на кинематических схемах механизмов

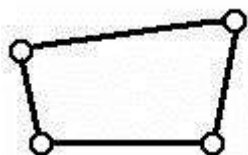
Кинематическая цепь - система звеньев, образующих между собой кинематические пары.

Классификация кинематических цепей

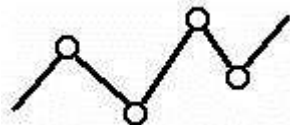
Итак, несколько звеньев, соединённых между собой кинематическими парами, образуют кинематическую цепь.

Кинематические цепи бывают:

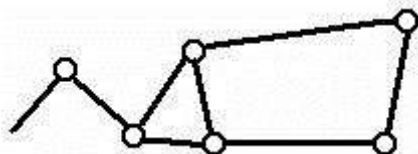
- замкнутые (простые). В замкнутой цепи каждое звено входит не менее, чем две кинематические пары.



- разомкнутые (простые).



- сложные.



По признаку наличия разветвлений различают цепи **простые** (каждое звено цепи входит не более, чем две кинематических пары) и **сложные** или **разветвленные** (некоторые звенья входят в три, или более пары); в разветвленных цепях могут присутствовать так называемые кратные (двойные, тройные и т.д.) шарниры.

По области движения звеньев цепи бывают **плоские** (траектории движения точек всех звеньев - плоские кривые, лежащие в одной или параллельных плоскостях) и **пространственные** (звенья двигаются в различных плоскостях).

Чтобы из кинематической цепи получить механизм, необходимо:

- 1) одно звено сделать неподвижным, т.е. образовать станину (стойку);
- 2) одному или нескольким звеньям задать закон движения (сделать ведущими) таким образом, чтобы все остальные звенья совершали требуемые целесообразные движения.

Таким образом, каждый механизм имеет стойку и подвижные звенья, среди которых выделяют входные, выходные и промежуточные звенья.

Входное звено – звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев.

Входное звено соединено с двигателем либо с выходным звеном другого механизма. Обычно в механизме имеется одно входное и выходное звено. Но в некоторых случаях имеют место механизмы с несколькими входными или выходными звеньями, например, дифференциал автомобиля.

Дифференциал — это механическое устройство, которое делит момент входного вала между выходными валами. Наиболее широко применяется в конструкции привода автомобилей, где момент от входного вала коробки передач (или карданного вала) поровну делится между полуосями правого и левого колеса. В полноприводных автомобилях также может применяться для деления момента в заданном соотношении между ведущими осями.

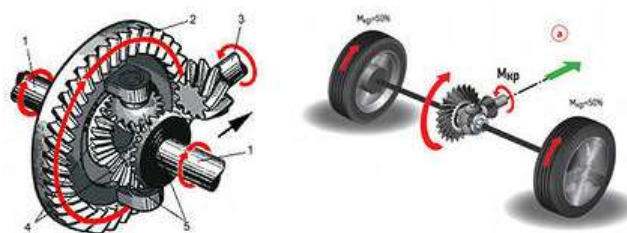


Рисунок 3 - Дифференциал

Отличительным признаком входного звена является то, что элементарная работа приложенных к ним сил положительна (работа силы считается положительной, если направление действия силы совпадает с направлением движения точки её приложения или под острым углом к ней).

Выходное звено – звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм. Выходное звено соединено с исполнительным устройством (рабочим органом, указателем прибора), либо с входным звеном другого механизма. Элементарная работа приложенных к выходному звену сил является отрицательной (работа силы считается отрицательной, если направление действия силы противоположно направлению движения точки её приложения).

Начальное звено - звено, координата которого принята за обобщенную.

Начальная кинематическая пара - пара, относительно положение звеньев в которой принято за обобщенную координату.

Звенья соединяются друг с другом подвижно посредством кинематических пар: вращательных (шарнир) и поступательных (ползун).

Траектория движения точки (звена) – линия перемещения точки в плоскости. Это может быть прямая линия или кривая.