

1. СТРУКТУРА МЕХАНИЗМОВ

Механизм - это система твердых тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твердых тел в требуемые движения других твердых тел. Механизмы могут иметь как простое, так и достаточно сложную структуру (строение). От строения механизма зависят осуществляемые им движения, способы их преобразования, а также число степеней свободы. Соединение отдельных звеньев в механизм сопровождается наложением связей, от правильного выбора и распределения которых зависят надежность и работоспособность механизма. В связи с этим весьма важно знать основные виды современных механизмов, их структуру, т.е. закономерности их строения.

1.1. Основные понятия и определения

Твердые тела, из которых образуется механизм, называются звеньями. *Звено* - это либо одна деталь, либо совокупность нескольких деталей, соединенных в одну кинематически неизменяемую систему. Звенья бывают подвижные и неподвижные. Неподвижное звено для краткости называют стойкой. Неподвижность звена показывают на схемах штриховкой. Подвижные звенья различают по характеру их движения. Звено, совершающее полный оборот вокруг неподвижной оси, называют *кривошипом*, при неполном обороте - *коромыслом*. Звено, участвующее одновременно в двух движениях - в поступательном и во вращательном вокруг некоторой мгновенной оси, называют *шатунном*. Звено, вращающееся вокруг неподвижной оси и входящее с другим звеном в поступательную кинематическую пару, называют *кулисой*. Кроме того, подвижные звенья делят на входные и выходные. *Входным* называют звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемое движение выходного звена. *Выходным* называют звено, совершающее движение, для которого предназначен механизм.

Кинематической парой (сокращенно - парой) называют подвижное соединение двух соприкасающихся звеньев. Пары различают по характеру соприкосновения звеньев: пару называют *низшей*, если звенья, образующие пару, соприкасаются по поверхности, и *высшей*, если только по линиям или в точках. Кроме того, кинематические пары классифицируют по числу степеней свободы в относительном движении звеньев (подвижность пары) и по числу условий связи (ограничений), накладываемых парой на движение одного звена относительно другого.

Здесь мы рассмотрим только примеры одноподвижных пар и высшей, как в заданиях на проект все механизмы имеют в основном такие кинематические пары. Вращательная пара (рис. 1.1 а) - одноподвижная, допускает лишь относительное вращательное движение звеньев вокруг оси, звенья 1, 2 соприкасаются по цилиндрической поверхности, следовательно, это низшая кинематическая пара. Роль такой пары выполняет и более сложная конструкция - шарикоподшипник.

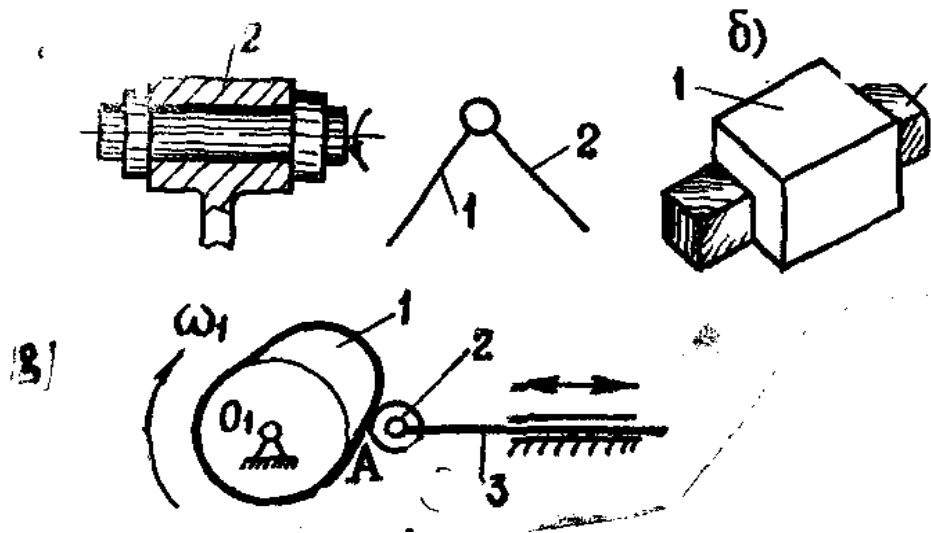


Рис. 1.1. Кинематические пары

Поступательная пара (рис. 1.1 б) - одноподвижная, низшая, допускает лишь поступательное прямолинейное движение. Низшие пары обладают возможностью передачи значительных сил из-за большой контактной поверхности соприкасающихся звеньев. Высшие пары позволяют уменьшить трение в машинах (шарикоподшипник) и получить практически любые законы движения выходного звена путем придания определённой формы звеньям, образующим высшую пару, например кулачковый механизм (рис. 1.1 в).

1.2 Виды механизмов

Механизмы классифицируют по различным признакам. Их делят на механизмы с низшими и высшими парами. Те и другие могут быть плоскими и пространственными. Наиболее распространенные механизмы с низшими парами - рычажные, с высшими парами - кулачковые, зубчатые, фрикционные.

Примеры плоских механизмов с низшими парами. Кривошипно-ползунный механизм (рис. 1.2 а) - один из самых распространенных. Он является основным механизмом в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), компрессорах, насосах и др. Звено 1 - кривошип, 2 - шатун, 3 -

ползун, 4 - стойка. Шарнирный четырехзвенный механизм (рис. 1.2 е) служит для преобразования одного вида вращательного движения в другое. Применяется в зерноуборочных комбайнах, в стогометателях, в пресс-подборщиках, качающихся конвейерах и т. д. звено 1 - кривошип, 2 - шатун, 3 - коромысло, 4 - стойка.

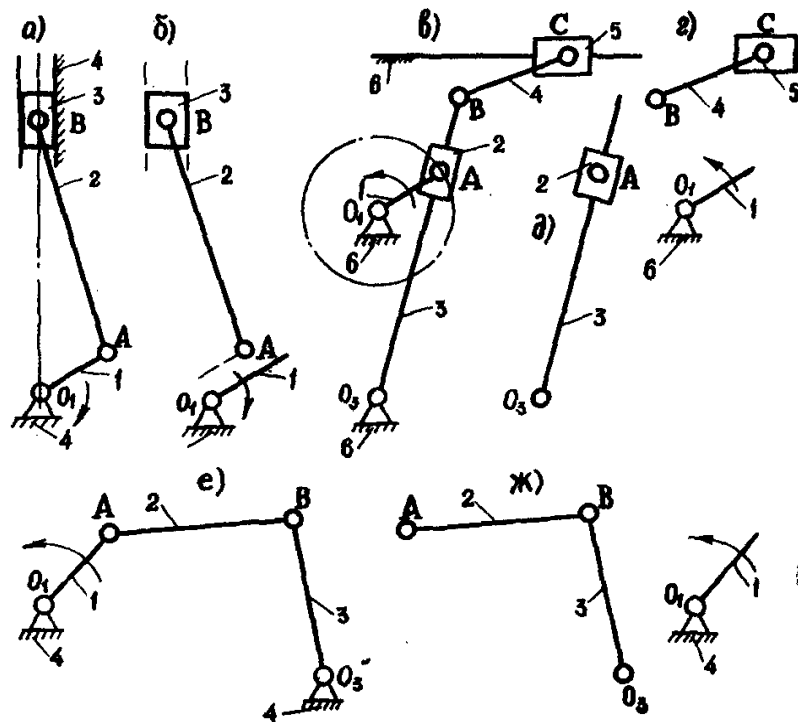


Рис. 1.2. Схемы двухпроводковых групп Ассура II класса 1-го, 2-го и 3-го видов и образование механизмов

Кулисный механизм (рис. 1.2 в) служит для преобразования одного вида вращательного движения (звена 1) в другое (звена 3). Звено 1 - кривошип, 2 - кулисный камень, 3 - кулиса, 4 - шатун, 5 - ползун, 6 - стойка.

1.3 Структурная формула плоских механизмов

Существуют общие закономерности в структуре (строении) самых различных механизмов, связывающие число степеней свободы механизма с числом звеньев, числом и видом его кинематических пар. Эти закономерности носят название структурных формул механизмов. Для пространственных механизмов наиболее часто используется формула Малышева. Для плоских - формула П. Л. Чебышева

$$W = 3n - 2p_5 - p_4, \quad (1.1)$$

где n - число подвижных звеньев;
 p_5 - число кинематических пар 5-го класса (одноподвижных пар);
 p_4 - число кинематических пар 4-го класса (высших).

1.4 Структурный анализ механизмов

Согласно идеям Ассура, любой механизм может быть получен путем присоединения к входному звену и стойке кинематических цепей (групп Ассура, структурных групп) с нулевой подвижностью относительно тех звеньев, к которым группа Ассура подсоединяется, т. е.

$$W_{\Gamma} = 3n_{\Gamma} - 2p_{5\Gamma} = 0. \quad (1.2)$$

Из этой формулы следует, что в группе Ассура число звеньев четное, а число пар кратное трем. Самая простая группа состоит из двух звеньев и трех пар, ее называют группой Ассура II класса. У этой группы возможны 5 видов в зависимости от сочетания вращательных и поступательных пар. Мы рассмотрим здесь только 3 вида (1-й, 2-й и 3-й), (рис. 1.2 ж, б, г, д), поскольку в заданиях на проект механизмы в основном состоят из групп II класса 1-го, 2-го, 3-го видов. На рис. 1.2 ж показана группа Ассура II кл. 1-го вида, в которой все пары вращательные. Пары A и O_3 внешние или концевые, они служат для подсоединения группы Ассура к входному звену 1 и стойке 4. Пара B внутренняя, она служит для соединения между собой звеньев, входящих в группу Ассура. В группе Ассура 2-го вида одна внешняя пара (любая) поступательная (рис. 1.2 б, г). В 3-м виде поступательной парой является внутренняя кинематическая пара (рис. 1.2 д).

В зависимости от класса и вида групп Ассура применяют различные методы кинематического и силового анализа. Структурный анализ механизма следует проводить путем расчленения его схемы на группы Ассура, начиная с наиболее удаленной по кинематической цепи от входного звена. На рис. 1.2 приведены примеры структурного анализа механизмов. Мы более подробно рассмотрим шестизвенный кулисный механизм строгального станка (рис. 1.2 в). Определяем степень подвижности механизма по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1$$

Полученный результат свидетельствует о том, что в механизме должно быть одно входное звено. Последовательно отсоединяем сначала звенья 4-5 – это группа Ассура II класса 2-го вида, далее звенья

2-3 – группа Ассура II класса 3-го вида. Остался механизм I класса, т. е. входное звено 1 со стойкой 6.