

СОЗДАНИЕ ОБОБЩЁННОЙ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ СВОБОДНОПОРШНЕВОГО ГЕНЕРАТОРА

Семёнов Б.П., Герасимов Д.В., Мануйлов П.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Структурная схема, содержащая информацию о числе звеньев механизма и видах кинематических пар, образованных его звеньями, является наиболее абстрактной графической моделью механизма. Кинематическая схема содержит дополнительную информацию о размерах (длинах) звеньев механизма, включая его неподвижное звено, стойку. Наиболее полная графическая модель - сборочный чертёж позволяет судить не только о структурной и кинематических схемах механизма, но и о конфигурации звеньев, о допусках на их геометрические размеры, о возможных зазорах в кинематических парах и т.д.

При проектировании механизма выбираются и анализируются различные варианты конструкции элементов кинематических пар. По этой причине определённый практический интерес представляют структурные схемы с информацией о конструктивных элементах кинематических пар звеньев механизмов, которые можно назвать структурно-конструктивными схемами механизмов [3].

Любая низшая кинематическая пара (рис.1) на одном из звеньев имеет *внутренний*, а на другом - *наружный* сопряжённый элемент (вал-втулка, шток-корпус, поршень-цилиндр) и может быть описана структурной формулой (в-н), где "в" - внутренний, а "н" - наружный элементы кинематической пары.

Простейшая трёхзвенная кинематическая цепь имеет в своём составе звено с двумя элементами кинематических пар, образующие с сопряжёнными звеньями одно-, двух-, трёх-, четырёх- или пятиподвижные соединения.

Кинематическую пару образуют два элемента, принадлежащие разным звеньям. При отсутствии зазоров совпадают оси двух элементов поступательной пары и начало координат осей элементов вращательной пары.

Совмещённое подвижное соединение звеньев механизма - это подвижное соединение звеньев, как минимум, с одной общей осью.

Для многозвенного совмещённого подвижного соединения с вращательными кинематическими парами употребляют термин "сложный шарнир" (двухподвижный, трёхподвижный и т. д.) [2]. Отметим, что термин "шарнир" (нем. *Scharnier*, от франц. *charniere*, от лат. *cardo (cardinic)* - дверная петля) - кинематическая вращательная пара [1].

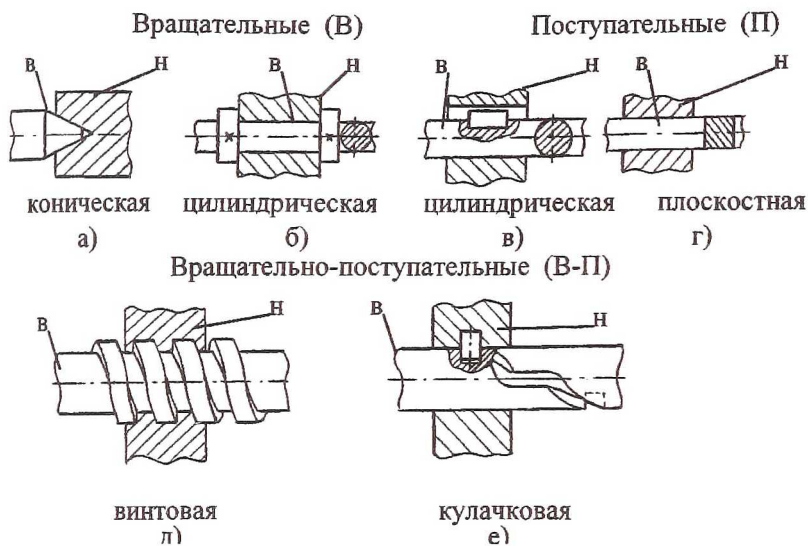


Рис.1. Кинематические пары низшего уровня

Сложный шарнир - по определению содержит лишь вращательные кинематические пары. Предлагаемый термин "совмещённое подвижное соединение" обобщает совмещения как вращательных, так и прочих видов кинематических пар.

Кинематическая пара - подвижное соединение двух (пары) звеньев.

Совмещённое подвижное соединение имеет в своём составе две или более кинематических пар.

Совмещённое подвижное соединение звеньев, образующих одноподвижные кинематические пары, имеет единственную общую ось. Такие соединения могут образовывать все варианты одноподвижных кинематических пар: конические вращательные, цилиндрические вращательные и поступательные, плоскостные поступательные и винтовые, кулачковые вращательно-поступательные (рис.2).

Отметим, что в поступательной кинематической паре за расчётную ось можно принимать произвольную прямую, совпадающую с траекторией движения в любой точке одного из звеньев в относительном движении, например, точка А на рис.2в.

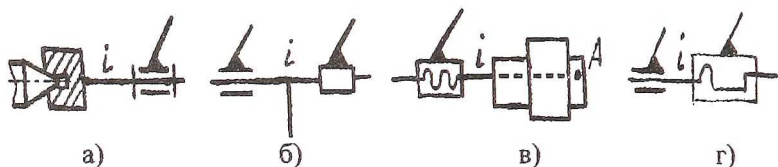


Рис.2. Совмещенные подвижные соединения звеньев

Поступательные кинематические пары, впрочем как и вращательные, в совмещённом подвижном соединении трёх звеньев могут быть расположены последовательно вдоль общей оси (*осевой вариант*, рис.3а) или её элементы могут быть вставлены друг в друга (*радиальный, телескопический вариант*, рис. 3,б). Применительно к задачам композиции механизмов свободнопоршневых генераторов основное внимание уделим частному виду совмещённых подвижных соединений с поступательными кинематическими парами ободноподвижный элемент поступательной кинематической пары может иметь ограниченное перемещение вдоль её оси. Ограничители движения, например крышки, ограничительные кольца, упоры, могут быть установлены на внутреннем или наружном элементе кинематической пары. Рассмотрим вариант постановки ограничителей движения, которые далее будем называть "крышками" на наружном элементе кинематической пары ($i-j$), при этом выделим жирными линиями торцы контактирующих с ними звеньев. Постановку крышек на торцах наружных элементов кинематической пары в структурно-конструктивных формулах будем обозначать индексом "к".

Структурно-конструктивные формулы трёхзвенных осевых подвижных соединений с ограничителями движения на наружном элементе двух кинематических пар приведены в табл.1.

Примеры, приведённые в табл.1, представляют собой частные случаи вариантов табл.2.

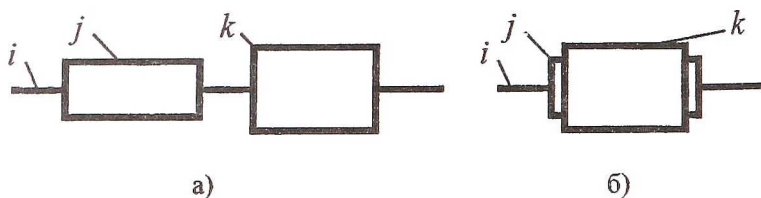


Рис.3. Осевой (а) и радиальный (б) варианты соединения звеньев

Таблица 1 -Примеры структурно-конструктивных формул трёхзвенных
совмещённых осевых подвижных соединений
с ограничителями движения на наружных элементах
двух кинематических пар

№	Структурно-конструктивная формула табл.1	Структурно-конструктивная формула	Примеры кинематических схем
1	2	3	4
1	$(i_n - j_a) - (i_n - k_a)$	$\kappa(i_n - j_a) - \kappa(i_n - k_a)$	
2		$\kappa(i_n - j_a) - (i_n - k_a)_\kappa$	
3		$\kappa(i_n - j_a) - \kappa(i_n - k_a)_\kappa$	
4		$(i_n - j_a)_\kappa - \kappa(i_n - k_a)$	
5		$(i_n - j_a)_\kappa - (i_n - k_a)_\kappa$	<i>Аналогия с вариантом 1 при $j \leftrightarrow k$</i>
6		$(i_n - j_a)_\kappa - \kappa(i_n - k_a)_\kappa$	
7		$\kappa(i_n - j_a)_\kappa - (i_n - k_a)$	<i>Аналогия с вариантом 3 при $j \leftrightarrow k$</i>
8		$\kappa(i_n - j_a)_\kappa - \kappa(i_n - k_a)$	<i>Аналогия с вариантом 6 при $j \leftrightarrow k$</i>
9		$\kappa(i_n - j_a)_\kappa - \kappa(i_n - k_a)_\kappa$	

Таблица 2 - Структурно-конструктивные формулы трёхзвенных совмещённых осевых двухподвижных соединений

№	Структурная формула	Структурно-конструктивная формула	Примеры кинематических схем
1	$(i-j) - (i-k)$	$(i_n-j_d) - (i_n-k_d)$	
2		$(i_n-j_d) - (i_e-k_n)$	
3		$(i_e-j_n) - (i_n-k_d)$	Аналогия с вариантом 2 при $j \leftrightarrow k$
4		$(i_e-j_n) - (i_e-k_n)$	

Структурные формулы табл.1 и 2 представляют собой варианты обобщённой структурной модели свободнопоршневого генератора, в частности, электрической энергии [4]. Введение дополнительных связей между элементами кинематических пар этих структур значительно расширяют возможности динамического синтеза свободнопоршневых устройств различного назначения.

Список литературы

1. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам - М.: Машиностроение, 1987, 560с.
2. Пожбелко В.И., Ахметшин Н.И., Лившиц В.А. Методы решения задач синтеза механизмов / Уч. пос. Челябинск: ЧГТУ, 1993, 94с.
3. Семёнов Б.П. Модули математических моделей - Куйбышев: КуАИ.
4. Семёнов Б.П., Герасимов Д.В. Выбор основных направлений исследования свободнопоршневого электрогенератора / Вестник самарского государственного аэрокосмического университета, Серия: Проблемы и перспективы развития двигателестроения. Выпуск 4, Часть 1 - Самара, СГАУ, 2000. стр. 220-225.