УДК 621.01

АНАЛИЗ КОНТУРНОГО СТРОЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ

Д.П.Дрягин, доц.

Работоспособность и надежность механизмов удаётся повысить в случае оптимизации их структуры. Механизмы с оптимальной структурой имеют более высокий КПД, к ним предъявляются пониженные требования по точности [1-3].

Формулирование закона строения механизмов позволяет разработать общий метод синтеза механизмов, отвечающий критериям оптимальности:

кинематические цепи механизмов произвольной структуры состоят из контуров нулевого, первого и второго классов.

В механизме число контуров нулевого класса $n_0 = 1$, число контуров первого класса

$n_I \geq 1$, число контуров второго класса $n_{II} \geq 0$.

Контур нулевого класса – звено (твердое тело в составе механизма), принимаемое за неподвижное, с одним или несколькими местами присоединения свободных элементов кинематических пар подвижных звеньев.

Контур первого класса – подвижное звено механизма с одной кинематической парой, имеющей свободный элемент, и с одним или несколькими местами присоединения свободных элементов кинематических пар других подвижных звеньев.

Контур второго класса – подвижное звено механизма с двумя кинематическими парами, каждая из которых имеет свободный элемент, и с одним или несколькими местами присоединения свободных элементов кинематических пар других подвижных звеньев или без мест присоединения свободных элементов.

Для механизма имеем (доказательство закона строения механизмов в статье не приводится):

$$\left.\begin{aligned} n_0 &= 1, \\ n_I &= 2n - p_\Sigma, \\ n_{II} &= p_\Sigma - n, \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

где p_Σ - число кинематических пар, n – число подвижных звеньев механизма.

Формулы (1) применимы для всех видов (классов) кинематических пар и соединений (аналогов кинематических пар) механизмов произвольной структуры: как плоских, так и пространственных.

В механизме с одним подвижным звеном и одной кинематической парой число контуров первого класса $n_I = 2n - p_\Sigma = 2\text{x}1 - 1 = 1$, число контуров второго класса $n_{II} = p_\Sigma - n = 1 - 1 = 0$. Структурный состав такого механизма $n_0 = 1;\ n_I = 1$ (рис.1):

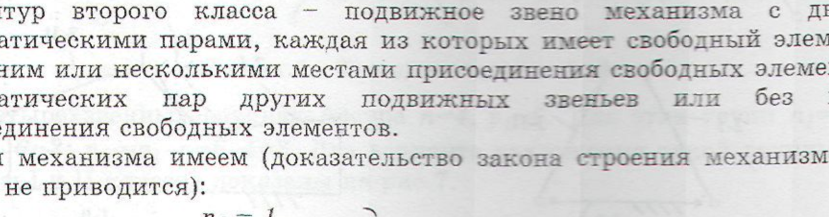

Рисунок 1 - Строение механизма с одним подвижным звеном

Места присоединения свободных элементов кинематических пар на контурах 1-0 и 2-I условно показаны контрастными точками. Кинематическая пара А, изображенная на рис.1 как одноподвижная вращательная пятого класса, может быть заменена на двух-, трех-, пятиподвижную пару.

При двух подвижных звеньях возможны два варианта построения механизмов. По первому варианту в механизм может входить две кинематические пары. В этом случае $n=2$, $p_{\Sigma}=2$; $n_I=2\text{x}2-2=2$, $n_{II}=2-2=0$.

Условие замыкания свободных элементов кинематических пар на сопрягаемых звеньях-контурах приводит к заключению, что цепи, составленные из контура нулевого класса и контуров первого класса, – незамкнутые (рис.2):

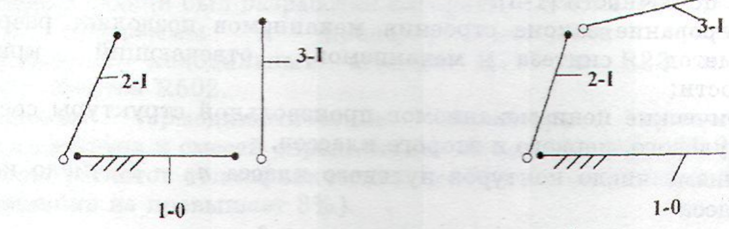

Рисунок 2 - Строение механизмов с двумя контурами первого класса

По второму варианту при двух подвижных звеньях в цепь может входить три кинематические пары. В этом случае $n_I=2\text{x}2-3=1$, $n_{II}=3-2=1$. Цепь, составленная из контура нулевого класса, контура первого класса и контура второго класса, при одноподвижных парах является фермой (рис.3а), но если ввести одну высшую пару с незамыкаемыми элементами, получим зубчатые (или кулачковые) механизмы (рис.3б):

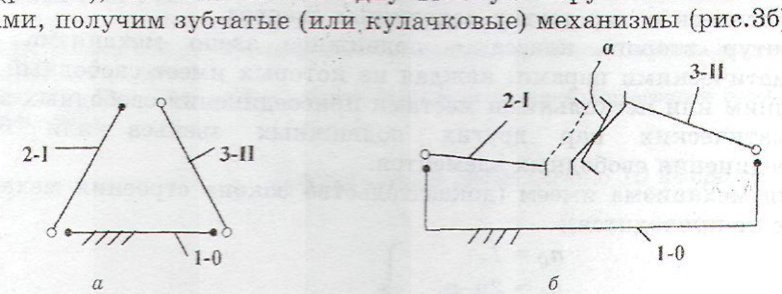

Рисунок 3

На рис.3б место присоединения свободного элемента α высшей пары, входящей в состав контура второго класса 3-II, в контуре 2-I отмечено штриховой линией.

При трёх подвижных звеньях также возможны два варианта строения механизмов с незамкнутыми цепями, если число пар равно трем, и с замкнутыми цепями, если число пар равно четырем.

При $n=3$ и $p_{\Sigma}=3$ имеем $n_I=2\text{x}3-3=3$, $n_{II}=3-3=0$. Возможные варианты механизмов показаны на рис.4.

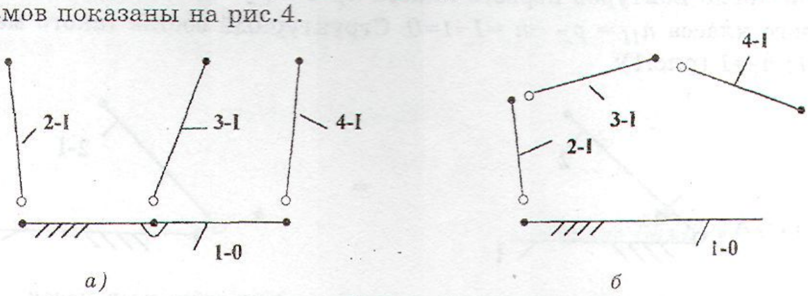

Рисунок 4

При $n=3$ и $p_\Sigma=4$ получается $n_I=2\text{x}3-4=2$, $n_{II}=4-3=1$. На рис.5 показана схема четырехзвенного механизма, отвечающая условию $n_I=2$ и $n_{II}=1$.

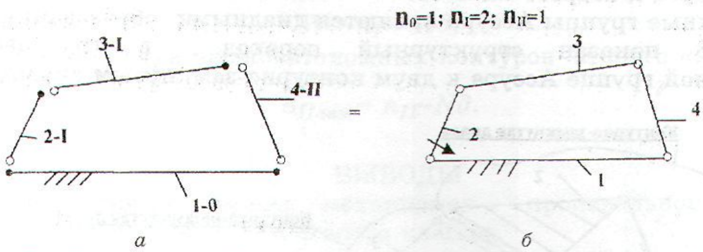

Рисунок 5 - Четырехзвенный механизм с двумя контурами первого и одним контуром второго класса

Отметим, что закон строения механизмов позволяет применение переместительного закона, в соответствии с которым контуром второго класса может быть звено 3 (контуры первого класса–звенья 1 и 4) или звено 2 (контуры первого класса– звенья 3 и 4).

Двухзвенные и многозвенные группы Ассура подчиняются закону строения механизмов и состоят из контуров первого и второго классов.

Для группы Ассура второго класса (диады) число подвижных звеньев $n=2$, число одноподвижных пар пятого класса $p_1=3$. В этом случае $n_I=2n-p_1=2\text{x}2-3=1$, $n_{II}=p_1-n=3-2=1$.

Контурное строение диады показано на рис.6.

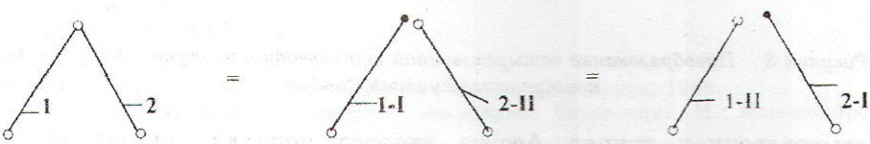

Рисунок 6 - Контурное строение диады

В четырехзвенных группах Ассура $n=4$, $p_1=6$. Для этих групп $n_I=2n-p_1=2\text{x}4-6=2$; $n_{II}=p_1-n=6-4=2$. Два варианта разложения такой группы на контуры I и II классов показаны на рис.7.

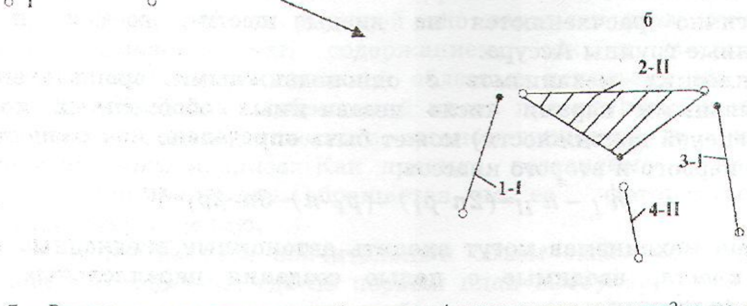

Рисунок 7 - Разложение четырехзвенной группы Ассура третьего порядка на контуры первого и второго классов

Используя переместительный закон, можно получить ещё четыре варианта разложения четырехзвенной трехповодковой группы Ассура на контуры первого и второго классов.

Многозвенные группы Ассура являются диадными образованиями.

На рис.8 показан структурный переход в трехповодковой четырехзвенной группе Ассура к двум контурно-замкнутым диадам.

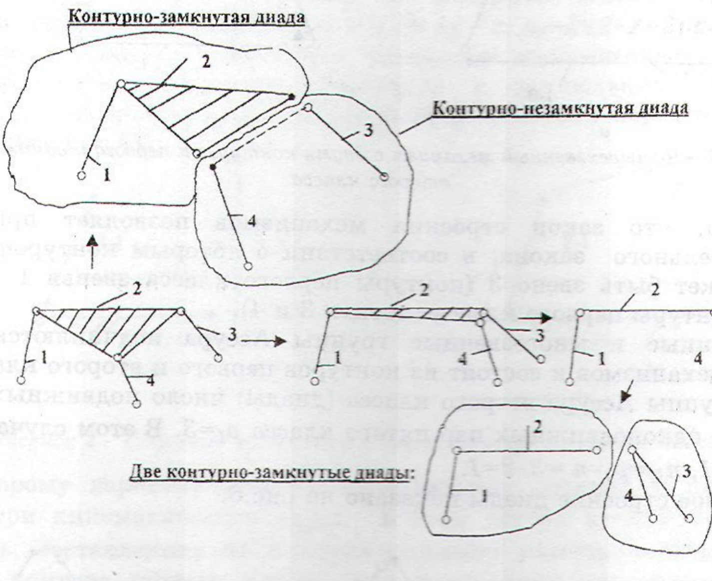

Рисунок 8 - Преобразование четырехзвенной трехповодковой группы Ассура к двум контурно-замкнутым диадам

Четырехзвенная группа Ассура второго порядка состоит из двух контурно-замкнутых диад (рис.9):

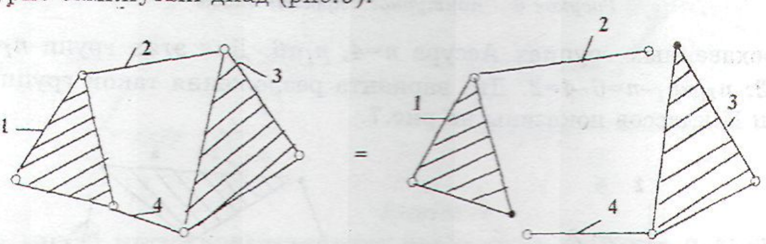

Рисунок 9 - Разложение четырехзвенной группы Ассура второго порядка на две контурно-замкнутые диады

Аналогично расчленяются на диады шести-, восьми- и другие многозвенные группы Ассура.

Для плоских механизмов с одноподвижными вращательными и поступательными парами число независимых обобщенных координат (число степеней подвижности) может быть определено как разность числа контуров первого и второго классов:

$$n_{I} - n_{II} = (2n - p_1) - (p_1 - n) = 3n - 2p_1 = W. \qquad (2)$$

В состав механизмов могут входить автономные внедиадные контуры второго класса, вводимые с целью создания параллельных потоков передачи движения.

С учетом наличия автономных контуров второго класса ($n_{IIавт} > 0$) число общих и местных степеней подвижности механизма определяется по формуле

$$W = n_I - N\partial, \tag{3}$$

где $N\partial$ - число диад, а число автономных контуров второго класса равно

$$n_{IIавт} = n_{II} - N\partial. \tag{4}$$

ВЫВОДЫ

Цепи подвижных звеньев механизмов произвольной структуры состоят из контуров первого и второго классов.

Многозвенные группы Ассура являются диадными структурными образованиями.

Контуры первого класса, не входящие в диады, определяют число общих и местных степеней свободы механизма.

Контуры второго класса, не входящие в диады и не образующие с внедиадными контурами первого класса диады, являются автономными.

SUMMARY

Analysis sidebartion construction mechanism is based on the authors law of construction. Polysections Assur's groups, consist only form first and second classes sidebars, but incomplete manipulator chains - from first class sidebars, show that new formulas for the determinations of number of dègrees of mobility and numbers autonomous second class sidebars of flat mechanisms was received.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. -М.: Наука, 1988.
2. Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы: Справочник.-М.: Машиностроение, 1991.
3. Крейнин Г. В., Бессонов А. П. и др. Кинематика, динамика и точность механизмов: Справочник.- М.: Машиностроение, 1984.

Поступила в редколлегию 19 марта 1999 г.

УДК 621.941

КОДИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ В ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЯХ

А.Н.Алексеев, доц.; Н.А.Алексеев, студ.

Трехмерное моделирование в последнее время все в большей мере находит применение во многих отраслях машиностроительного производства. В каждой из отраслей оно занимает свою нишу, и ее заполнение отличается как содержанием, так и масштабностью применения. Наиболее традиционной областью использования является моделирование объемных изображений вновь проектируемых изделий с целью их дальнейшего эстетического, эргонометрического и конструкторско-технологического анализа. Как правило, независимо от назначения модели, основное внимание обращается на ее фотореалистическое подобие реальному изделию.

В то же время имеется значительный объем задач конструкторско-технологического анализа, где на первый план выступает не фотореалистичность модели, а возможность наиболее полно выразить уровень технологических требований, предъявляемых конструктором к создаваемому изделию. К сожалению, для трехмерных моделей не существуют разрабо-