

УДК 621.01.622.23

СИНТЕЗ СТРУКТУР МЕХАНИЗМОВ ТРЕТЬЕГО СЕМЕЙСТВА

САДИЕВА А.Э., ДУШЕНОВА М.А., КОКОЛОЕВА У.У.

КГТУ им. И. Раззакова
izvestiya@ktu.aknet.kg

В этой статье рассматривается задача синтеза структур кинематических цепей третьего семейства. Получены параметры плоских механизмов, построены схемы в стержневом и зубчатом варианте.

In this article we review the problem of synthesis of kinematic chains of the third family. Received parameters of planar mechanisms, constructed the schemes in the rod and gear version.

В работе первого международного Джолдасбековского симпозиума, который прошел в Алматы 1-2-марта 2011 г., проф. Л.Т.Дворниковым[1] был сделан доклад на пленарном заседании на тему: «Обоснования единой универсальной классификации механизмов».

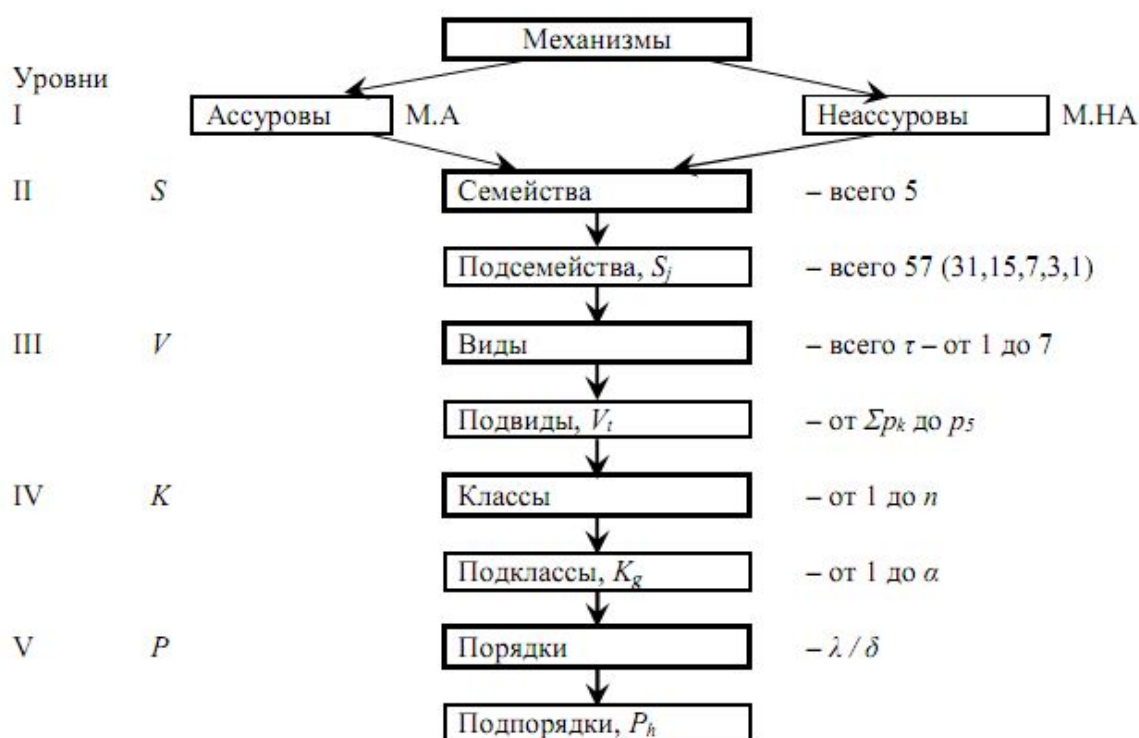


Рис.1 Классификация механизмов по проф. Л.Т.Дворникову

Согласно этой классификации (рис.1) все механизмы подразделены на ассуровы и неассуровы. Профессор А.В. Ассур определил, что все механизмы создаются от «простого шатуна», т.е. входное звено образует со стойкой шарнир или кинематическую пару пятого класса p_5 . Сложность механизма определяется числом и сложностью присоединяемых к входному звену групп звеньев нулевой подвижности или так называемых групп Ассура.

Такие механизмы принято называть ассуровыми (M.A). Однако принципиально возможна организация механизмов с входным звеном, образующим со стойкой кинематические пары более высоких классов – p_4, p_3, p_2, p_1 .

Необходимые и достаточные критерии (уровни) классификации механизмов

Такие механизмы являются неассуровыми (М.А), их нельзя создать присоединением к входному звену групп Ассура.

Основанием к классификации является универсальная формула подвижности (формула Добровольского В.В.)

$$W = (6 - m)n - \sum_{k=5}^{k-m=1} (k - m)p_k \quad (1)$$

где m - параметр Добровольского В.В., означающий число общих связей, накладываемых на весь механизм. В основе такой классификации лежит универсальная структурная система кинематических цепей, показанная ранее как

$$p = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1,$$

$$n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \quad (2)$$

где τ - число геометрических элементов базисного звена τ -угольника,

n_i - число звеньев, добавляющих в цепь по i - кинематических пар.

Рассмотренный нами, планетарный редуктор носит название редуктора Джемса [2]. Это четырехзвенный планетарный механизм, структурная схема которого приведена на рис. 2. Этот механизм имеет в своем составе три подвижных звена ($n=3$) – ведущее центральное колесо – 1, сателлит – 2 и выходное звено – 3, называемое водилом. Звенья механизма между собой связаны пятью кинематическими парами, из которых три пары А, В, С – одноподвижные пятого класса ($p_5=3$) и две пары D и E – двухподвижные четвертого класса ($p_4=2$). Колесо – 4 является неподвижным звеном. С учетом неподвижного звена – стойки, относительно которого рассматривают движение звеньев, такой механизм является четырехзвенным. Из (6) следует, что рассматриваемый планетарный механизм имеет подвижность, равную $W=1$. Для устранения дисбаланса сил в четырехзвенный планетарный механизм добавляют один или более сателлитов, которые компенсируют инерционные силы друг друга и уравнивают весь механизм.

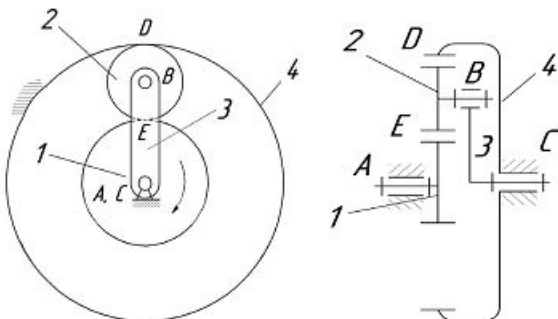


Рис. 2. Схема четырехзвенного планетарного механизма

Если мы рассмотрим зубчатые механизмы, то они являются ассуровыми. Так как зубчатые механизмы являются плоскими, они относятся к третьему семейству. Подвижность рассматриваемого механизма W определена по формуле (1)

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

где n – число подвижных звеньев; p_5, p_4 – число кинематических пар соответственно пятого и четвертого классов.

В третьем семействе можно различить три подсемейства:

1. При $p_4=0$, из (3) $W = 3n - 2p_5$; $p_5=1,2,3,\dots$ В этом случае можно создать плоские механизмы с одноподвижными кинематическими парами пятого класса p_5 .

2. При $p_5=0$, из (3) $W = 3n - p_4$; $p_4=1,2,3,\dots$ В этом случае можно создать плоские механизмы с двухподвижными кинематическими парами четвертого класса.

3. При $p_4 \neq 0, p_5 \neq 0$, из (3) $W = 3n - 2p_5 - p_4$. К таким механизмам относятся плоские механизмы, которые имеют кинематические пары p_4 и p_5 .

Одной [3] из главных особенностей строения зубчатых механизмов является равенство в их структурах числа звеньев (n) числу кинематических пар (p_5), т.е., соблюдаются условия

$$n=p_5 \quad (4)$$

Действительно, любое колесо такого механизма имеет единственное вращательное относительное движение, т.е. одинаковым образом- парой p_5 оно связано со стойкой или другим подвижным звеном.

В зависимости от вида механизма параметр τ может принимать значение от 1 до τ_{max} .

При $\tau = 3$ система (2) запишется как:

$$\begin{cases} p = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1. \end{cases}$$

Из неё можно выделить два подвида механизмов – первый соответствует приведенной записи, а второй опишется как:

$$\begin{cases} p = 3 + n_1, \\ n = 1 + n_1. \end{cases}$$

Согласно (4) и (3) $W = 3n - 2n - p_4$; откуда количество пар четвертого класса p_4 можно выразить как $p_4 = n - W$.

Рассматриваемый планетарный механизм имеет подвижность, равную $W=1$. Итак, при $\tau = 3$ найдено единственное решение, а именно:

$$n=3, p_5=3, p_4=2, n_1=2, n_2=0.$$

По полученным параметрам можно построить схемы четырехзвенных механизмов, которые приведены на рисунке 3. Схемы, приведенные на рис. 3 а, б, с, d, f, е построены без изменяемого замкнутого контура. А механизмы по рисункам 3 г, h имеют треугольный замкнутый контур.

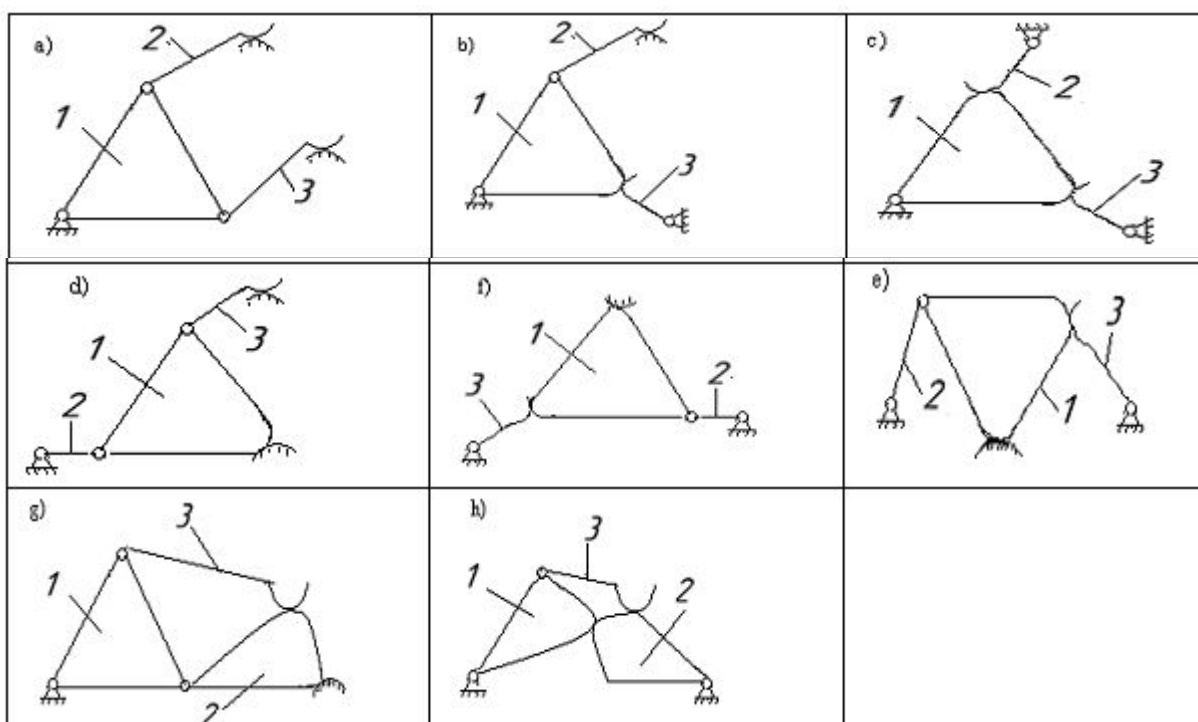


Рис. 3 Схемы плоских стержневых механизмов

На рис.4 приведены схемы плоских зубчатых механизмов, соответствующих данным параметрам.

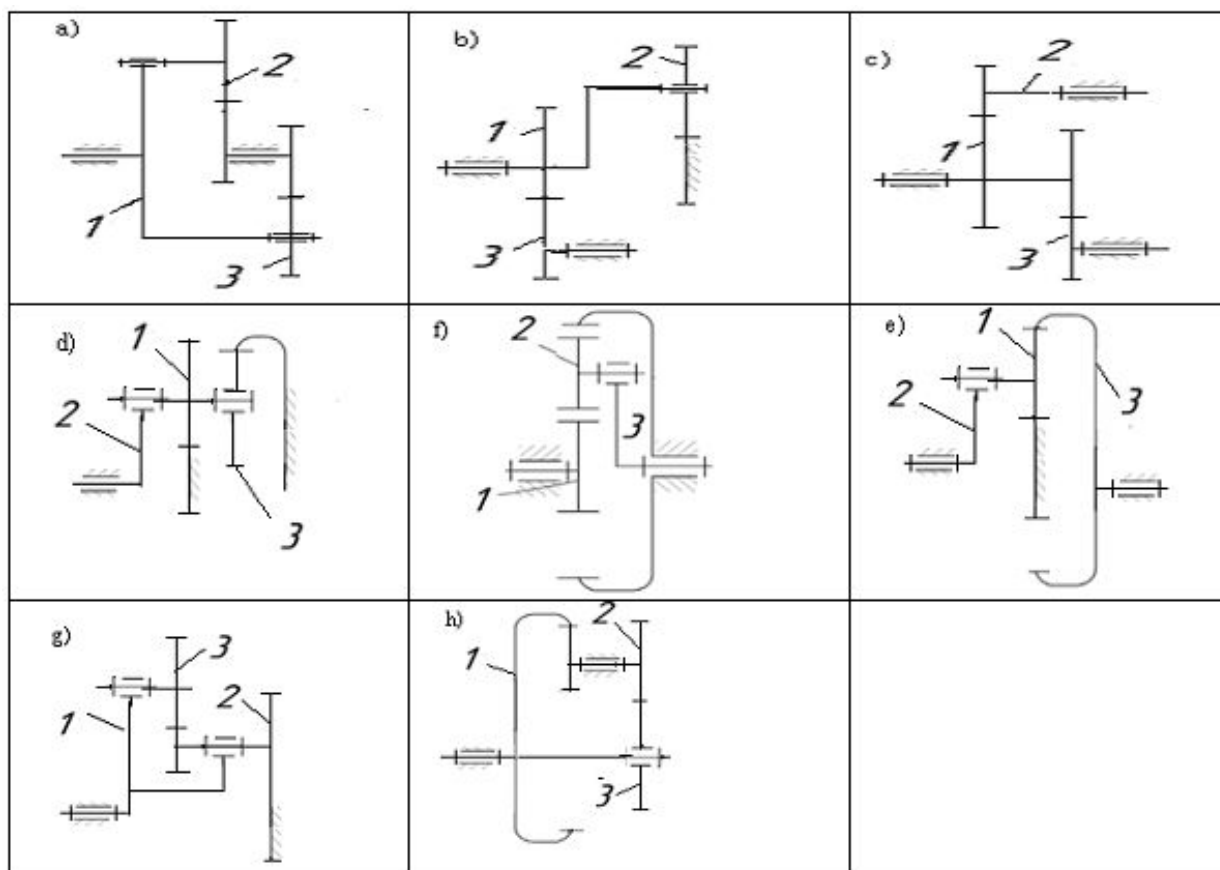


Рис. 4 Схемы плоских зубчатых механизмов

Таким образом, можно заключить, что с помощью универсальной структурной системы можно получить различные структуры плоских кинематических цепей.

Литература

1. Дворников Л.Т. «Обоснования единой универсальной классификации механизмов». Первый международный Джолдасбековский симпозиум: Казахстан, Алматы, 1-2-марта, 2011 г.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. Изд. 3-е. – М.: Наука, 1975. – 640 с.
3. Дворников Л.Т. Новые подходы к решению задач структурного синтеза зубчатых механизмов. (Материалы десятой научно-практической конференции по проблемам машиностроения и горных машин). - Новокузнецк, 2000.