

Лекция

Структурный анализ механизмов

План лекции

Принцип образования рычажных механизмов

Алгоритм структурного анализа механизмов по Ассур-Артоболовскому.

Структурные формулы некоторых рычажных механизмов

Принцип образования рычажных механизмов

Основной принцип образования рычажных механизмов был сформулирован в 1914 году профессором Л. В. Ассуром и заключается в следующем:

Схема любого механизма может быть составлена последовательным присоединением к входным (начальным) звеньям и стойке кинематических цепей (к.ц.) с нулевой степенью подвижности.

Такие к. ц. называются структурными группами Ассура.

Леонид Владимирович Ассур (1878-1920)



Русский учёный открыл общую закономерность в структуре многозвенных плоских механизмов, применяемую и сейчас при их анализе и синтезе. Разработал метод «особых точек» для кинематического анализа сложных рычажных механизмов.

Алгоритм структурного анализа механизмов по Ассуру-Артоболовскому.

1. Вычерчиваем структурную схему исследуемого механизма. Обозначаем, начиная с начального звена, арабскими цифрами все звенья механизма, а прописными буквами латинского алфавита все кинематические пары.
2. Подсчитываем и классифицируем подвижные звенья механизма в соответствии с таблицей 1.
3. Подсчитываем и классифицируем кинематические пары: определяем звенья ее образующие, их название, подвижность, вращательная или поступательная, идеализуемого в паре замыкания, вид контакта элементов кинематических пар (высшие-низшие). Составляем таблицу (2) кинематических пар.
4. Определив общее число подвижных звеньев кинематической цепи (n) и число кинематических пар (p_5) в зависимости от типа кинематической цепи (плоская или пространственная), рассчитываем степень подвижности (W) по формуле Чебышева.

Алгоритм структурного анализа механизмов по Ассуру-Артоболовскому.

5. На схеме нанесением круговой или линейной стрелок назначаем входное звено (входные звенья), таким образом, кинематическая цепь
6. Отделяем в зависимости от результатов расчета по п.4 начальный входное звено (входные звенья), таким образом, кинематическая цепь становится механизмом
7. Отделяем в зависимости от результатов расчета по п.4 начальный (при $W = 1$) или начальные (при $W > 2$) механизмы I класса, 1-го порядка.
8. Выделяем присоединенные к начальному механизму группы Ассура и определяем их класс и порядок. При выделении структурных групп необходимо:
 - определить кинематическую цепь (структурную группу Ассура), которая присоединяется последней в порядке наложения;
 - выделить следующую в порядке наложения структурную группу Ассура и так до тех пор, пока не останется начальный механизм первого класса и первого порядка.

Алгоритм структурного анализа механизмов по Ассуру-Артоболовскому.

9. При проведении структурного анализа следует помнить следующее:

- одно и то же звено или одна и та же пара не может принадлежать различным кинематическим цепям;
- отсоединённая часть механизма должна удовлетворять условию $W = 0$.
- оставшаяся кинематическая цепь должна обладать той же степенью подвижности, что и исходный механизм;
- структурный анализ следует проводить от всех возможных входных звеньев, так как в зависимости от выбора входного звена может измениться класс и порядок механизма в целом;
- необходимо следить за тем, чтобы ошибочно не принять несколько простых групп за одну группу более высокого класса (или порядка), потому надо в первую очередь выделять простейшие группы Ассура II класса 2-го порядка.

Алгоритм структурного анализа механизмов по Ассур-Артоболовскому.

10. При структурном анализе следует делать записи, в которых вращательная кинематическая пара пятого класса обозначается буквой, обведённой в кружок, а поступательная - в квадрат.

Что означает:

- звено 1 соединяется со звеном 2 вращательной кинематической парой пятого класса.;
- звено 1 соединяется со звеном 2 поступательной кинематической парой пятого класса.

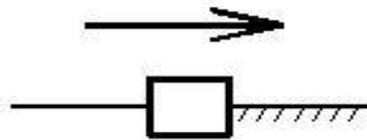
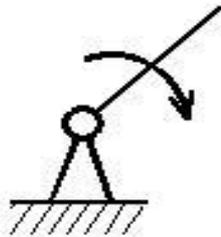
11. Составляем формулу структурного строения механизма, показывающую порядок присоединения групп Ассур к начальному механизму и в символьном виде обозначает логику передачи движения в механизме от входного звена через промежуточные звенья к выходному.

12. Классифицируем исследуемый механизм в целом, записывая формулу структурного строения класс механизма.

Группы Ассура

Начальное звено со стойкой образует простейший механизм 1-ого класса. Путем присоединения к таким механизмам различных групп Ассура можно получить механизм любой сложности.

Группы Ассура классифицируются по числу к.п., которыми они присоединяются к основному механизму. Это число определяет порядок группы. Кроме того, группа Ассура имеет класс, определяемый числом к.п., образующих наиболее сложный замкнутый контур.



Простейшие механизмы
1-го класса

Группы Ассура 1 класса

СТРУКТУРА МЕХАНИЗМОВ

МЕХАНИЗМЫ ПЕРВОГО (I) КЛАССА

1 - кривошип

$n = 1;$
 $p_5 = 1;$
 $W = 1.$

1 - ползун

ГРУППЫ АССУРА

Свойства группы Ассура:

1 - плоская; 2 - $W = 0$; 3 - n -четно, p_5 кратно трем;
 4 - включает только кинематические пары (КП) V класса;
 5 - простейшая

$W = 3n - 2p_5 = 0, n = \frac{2}{3} p_5$

n	2	4	6	...
p_5	3	6	9	...

$n = 2;$
 $p_5 = 3.$

$W = 0$

$n = 3;$
 $p_5 = 4.$

$W = 1$

$n = 4;$
 $p_5 = 5.$

$W = 2$

$n = 6;$
 $p_5 = 8.$

$W = 2$

$n = 3;$
 $p_5 = 4.$

$W = 1$

1 - кривошип; 3 - коромысла; 2, 4, 5, 6 - шатуны

Группы Ассура 2 класса

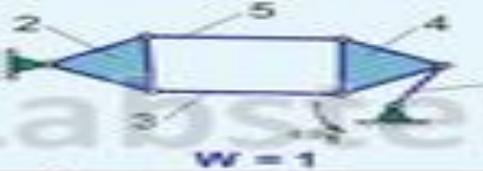
СТРУКТУРА МЕХАНИЗМОВ
ГРУППЫ АССУРА ВТОРОГО (II) КЛАССА

Вид группы Ассура второго класса $n=2, p_2=3$ (двухплечевой)	Обозначение	Реализация	Формула строения механизма
<p>Первый вид</p> <p>$W = 0$</p>	$II_{1,2,3}$	<p>Шарнирный четырехзвенник</p> <p>$W = 1$</p>	Механизмы второго (II) класса
<p>Второй вид</p> <p>$W = 0$</p>	$II_{2,2,3}$	<p>Кривошипно-ползунный механизм</p> <p>$W = 1$</p>	
<p>Третий вид</p> <p>$W = 0$</p>	$II_{2,2,3}$	<p>Кривошипно-кулисный механизм</p> <p>$W = 1$</p>	
<p>Четвертый вид</p> <p>$W = 0$</p>	$II_{2,2,3}$	<p>Тангенсный механизм</p> <p>$\varphi < 90^\circ$ $B = a \cdot \operatorname{tg} \varphi$ $W = 1$</p>	
<p>Пятый вид</p> <p>$W = 0$</p>	$II_{2,2,3}$	<p>Синусный механизм (механизм двойного ползуна)</p> <p>$a = r \cdot \sin \varphi$ $W = 1$</p>	

Группы Ассура

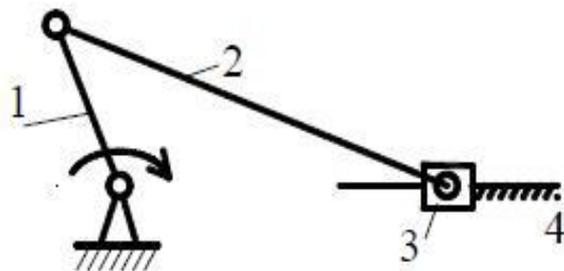
СТРУКТУРА МЕХАНИЗМОВ

ГРУППЫ АССУРА

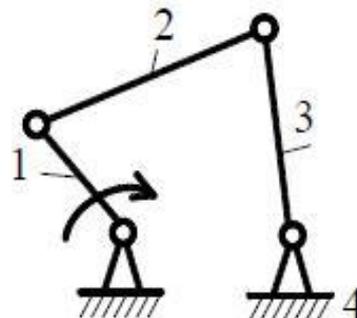
Класс группы Ассура	Обозначение	Реализация	Формула строения механизма
III класс (трекловодковая)  $n = 4, p_1 = 6, W = 0$	$III_{(2,3,4,5)}$	 $W = 1$	$I_{(1)} - III_{(2,3,4,5)}$ Механизм третьего (III) класса
IV класс (двукловодковая)  $n = 4, p_1 = 6, W = 0$	$IV_{(2,3,4,5)}$	 $W = 1$	$I_{(1)} - IV_{(2,3,4,5)}$ Механизм четвертого (IV) класса
V класс (четырёх-плоскостная)  $n = 8, p_1 = 9, W = 0$	$V_{(2,3,4,5,6,7,8,9)}$	Механизм затвора фотоаппарата  $W = 1$	$I_{(1)} - V_{(2,3,4,5,6,7,8,9)}$ Механизм пятого (V) класса
КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ИЗ ДВУХ ГРУПП АССУРА $II_{(2,3)} - II_{(4,5)}$ $n = 4, p_1 = 6, W = 0$			
			

Структурные схемы рычажных механизмов

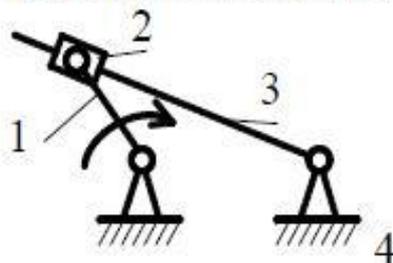
а) кривошипно-ползунный механизм



б) четырёхшарнирный механизм



в) кулисный механизм



г) синусный механизм

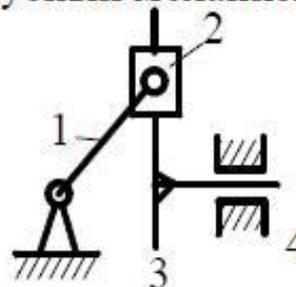
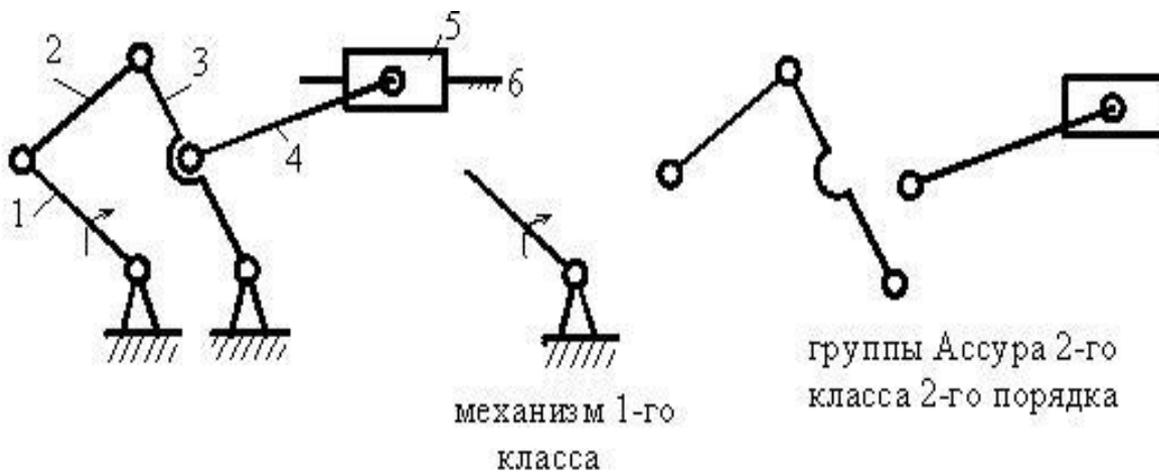


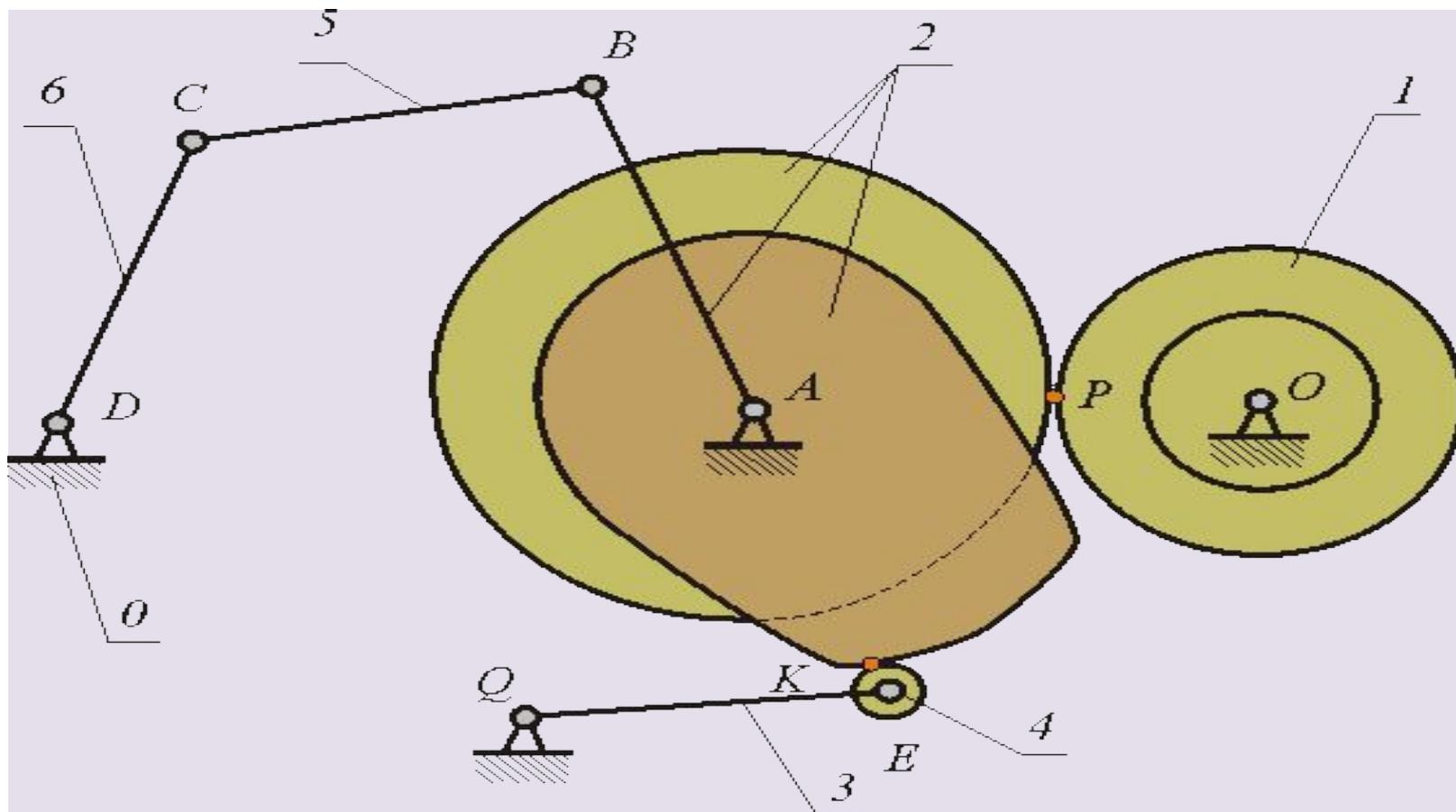
Рис.13

Структурный анализ механизма (пример)

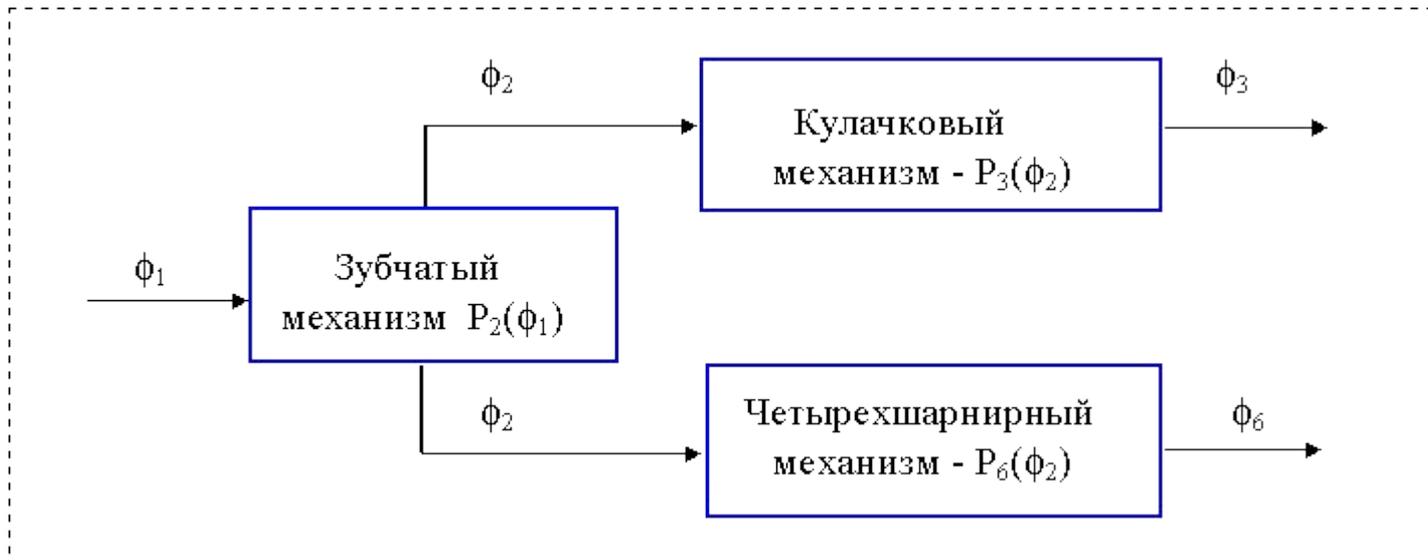


Формула строения механизма
 $1(1,6) \rightarrow 2(2,3) \rightarrow 2(4,5)$

Пример



Функциональная схема механизма



Домашнее задание

1. По индивидуальному заданию преподавателя выполнить структурный анализ рычажного механизма.
2. Выбрать бытовую машину (прибор) и подготовить презентацию для проведения круглого стола на тему: «Бытовая техника: история и современность».