

Классификация плоских механизмов

Классификацией механизмов называется объединение механизмов в отдельные группы на основе общих признаков или свойств. Различают следующие виды классификаций.

- 1. Структурно-конструктивная классификация, в которой механизмы объединяются по признаку конструктивного оформления.
- 2. Классификация по функциональному назначению, объединяющая механизмы определенного назначения, например, механизмы поперечно-строгальных и долбежных станков, механизмы тормозов, муфт, передач движения и т.д.
- 3. Структурная классификация, в основу которой положены особенности строения механизмов.

Для изучения и совершенствования методов строения, кинематического и динамического анализа механизмов наиболее рациональна структурная классификация, основанная на глубоком исследовании строения механизмов.

Все механизмы по особенностям строения можно разделить на две большие группы (рис. 2.8):

- а) механизмы, имеющие в своем составе только низшие кинематические пары 5 класса;
- б) механизмы, в состав которых входят высшие КП 4 кл. и НКП 5 кл.

Каждая группа механизмов имеет свои общие методы анализа и синтеза.

МЕХАНИЗМЫ

```
graph TD; A[МЕХАНИЗМЫ] --> B[МЕХАНИЗМЫ С НКП]; A --> C[МЕХАНИЗМЫ С ВКП И НКП]; B --> D[ШАРНИРНЫЕ]; D --> E[КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННЫЕ]; E --> F[КУЛИСНЫЕ]; F --> G[ВИНТОВЫЕ и др.]; C --> H[ЗУБЧАТЫЕ]; H --> I[КУЛАЧКОВЫЕ]; I --> J[ФРИКЦИОННЫЕ]; J --> K[С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ и др.]
```

МЕХАНИЗМЫ С НКП

ШАРНИРНЫЕ

КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННЫЕ

КУЛИСНЫЕ

ВИНТОВЫЕ и др.

МЕХАНИЗМЫ С ВКП И НКП

ЗУБЧАТЫЕ

КУЛАЧКОВЫЕ

ФРИКЦИОННЫЕ

С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ и др.

Механизмы с низшими кинематическими парами (рычажные)

Механизмы, содержащие только низшие кинематические пары 5 кл., получили широкое распространение в технике. Они отличаются простотой и надежностью конструкции, дают самые разнообразные траектории и законы движения точек и звеньев.

Звенья механизмов с НКП в большинстве случаев имеют вид стержней или рычагов с элементами кинематических пар на концах, поэтому они называются иногда *рычажными*.

С помощью таких механизмов легко осуществляется преобразование вращательного движения в возвратно-поступательное, колебательное или сложное движение с остановками, а также можно преобразовать любой вид движения во вращательный.

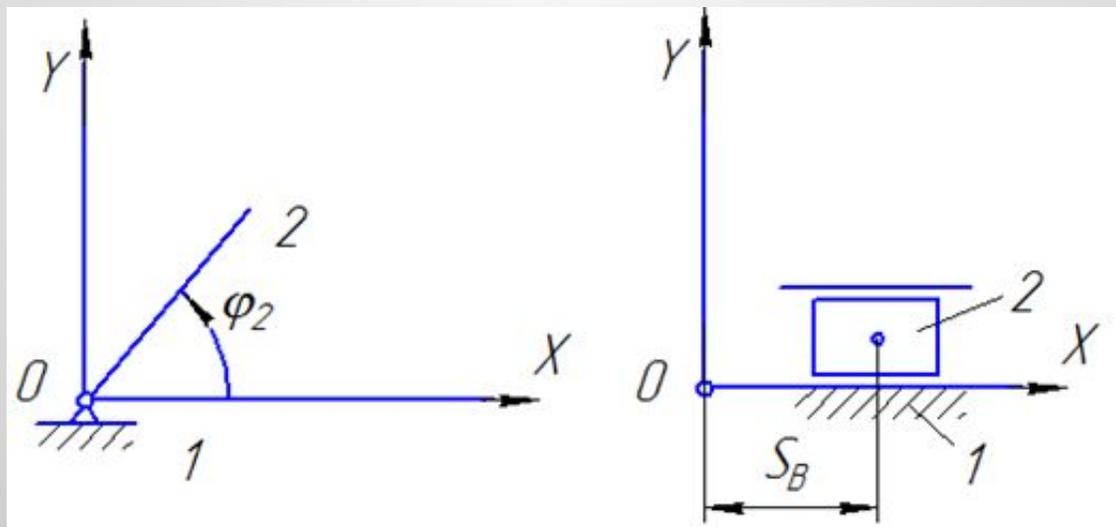
Основы структурной классификации плоских рычажных механизмов разработаны профессором политехнического института Л. В. Ассуром в 1914-1918 гг.

Основной принцип образования рычажных механизмов по Ассуру:

любой механизм может быть образован из основного механизма и последовательного присоединения (наслоением) к нему нормальных кинематических цепей (структурных групп), которые в дальнейшем начали называть **группой Ассура**.

Основной механизм по Ассур – это двухзвенный механизм, состоящий из стойки и начального звена. Двухзвенный механизм называют механизмом первого класса.

Группой Ассура называется такая замкнутая кинематическая цепь, которая после ее присоединения внешними элементами кинематических пар к стойке, обладает нулевой степенью подвижности.



Группа Ассура содержит лишь низшие кинематические пары пятого класса. Тогда структурная формула группы Ассура имеет вид

$$W = 3n' - 2\delta_5 = 0$$

Полученная зависимость является *условием существования структурной группы.*

Соотношение между количеством звеньев и числом кинематических пар 5 класса в группе Ассура имеет вид

$$3n' = 2\rho_5 \quad \begin{array}{l} \text{ил} \\ \text{и} \end{array} \quad \rho_5 = \frac{3}{2}n'$$

В зависимости от числа звеньев и кинематических пар в группе Ассура эти группы могут быть различной структуры.

Число звеньев группы, n'	2	4	6	и т.д.
Число кинематических пар 5 класса, p_5	3	6	9	и т.д.

В механизмах наиболее часто встречаются простейшие группы Асура, состоящие из двух звеньев и трех кинематических пар 5 класса (двухповодковые группы).

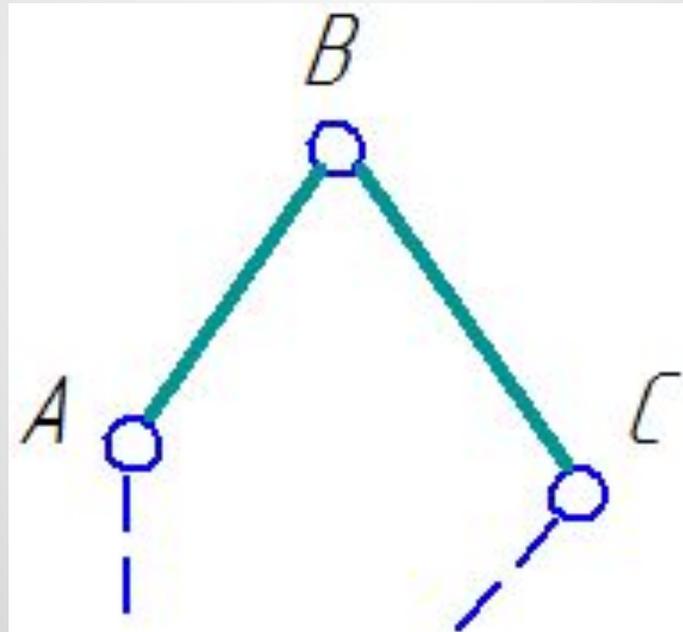
Кинематическая пара, образованная звеньями группы, называется **внутренней**. Кинематические пары, с помощью которых данная группа присоединяется к основному или более сложному механизму, называются **внешними**.

Все двухповодковые группы принято называть **группами 2-го класса второго порядка**.

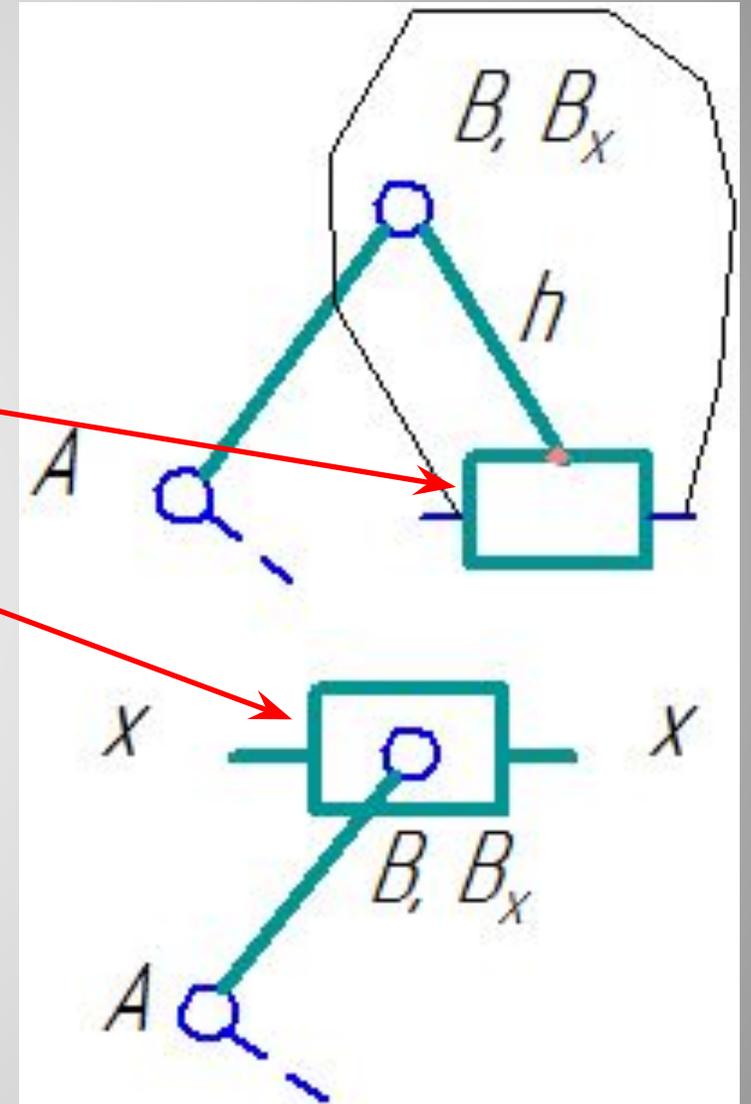
Порядок группы определяется числом элементов внешних кинематических пар, которыми группа присоединяется к механизму.

В зависимости от вида внутренней и внешних кинематических пар различают двухповодковые группы второго класса **ПЯТИ ВИДОВ** (модификаций).

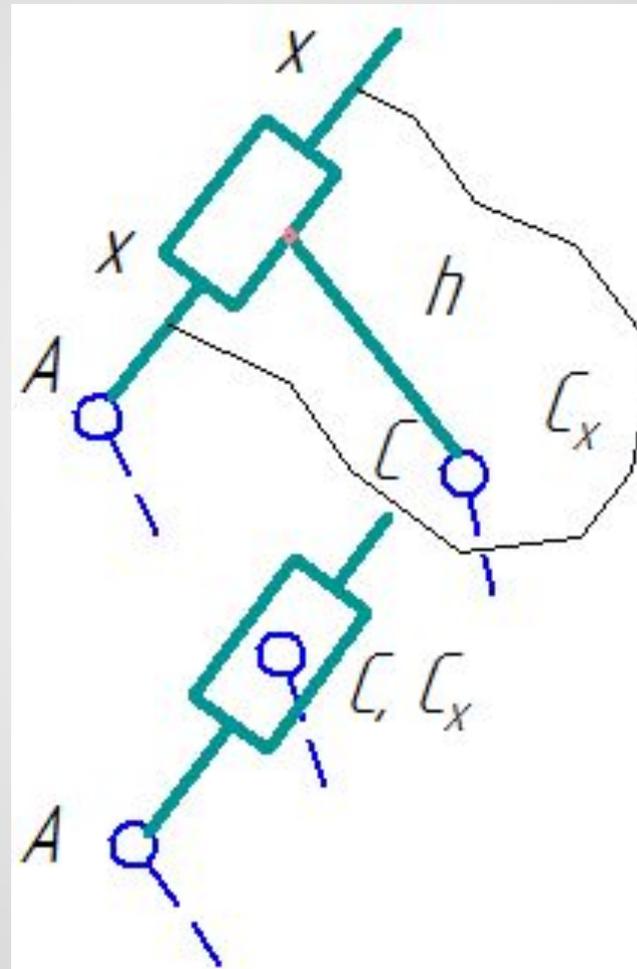
Группа первого вида имеет все вращательные НКП.



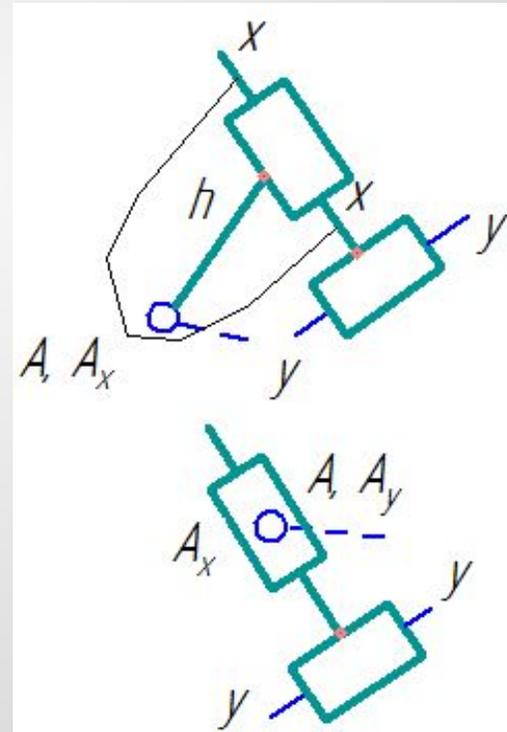
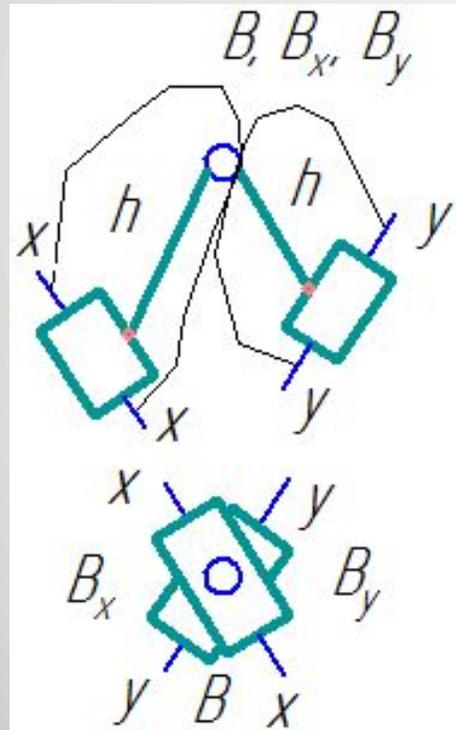
В двухповодковой группе второго вида одна внешняя кинематическая пара поступательная.

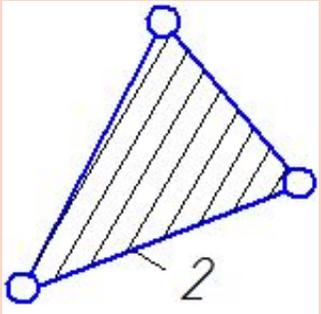
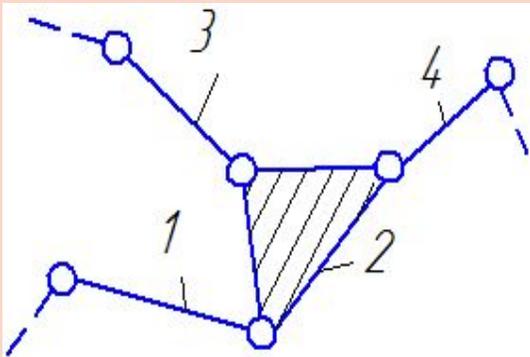
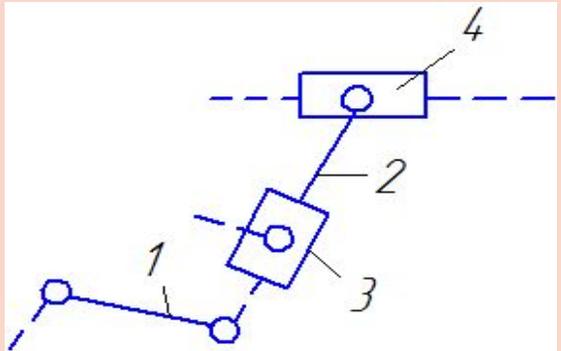
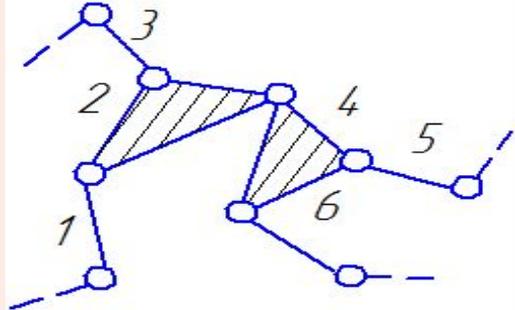
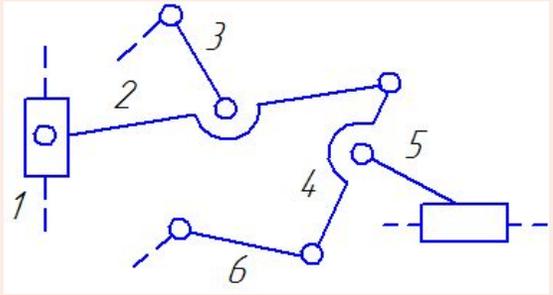


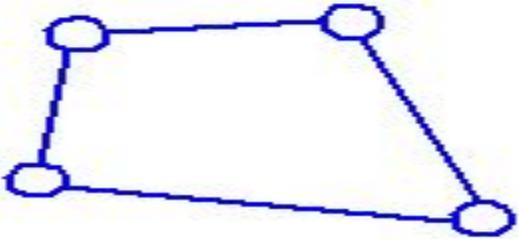
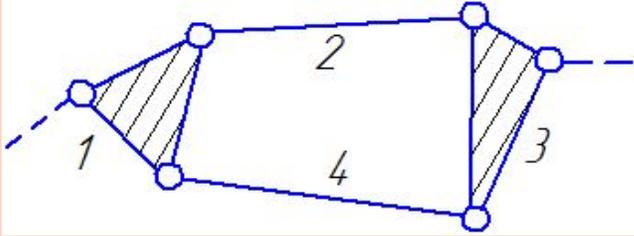
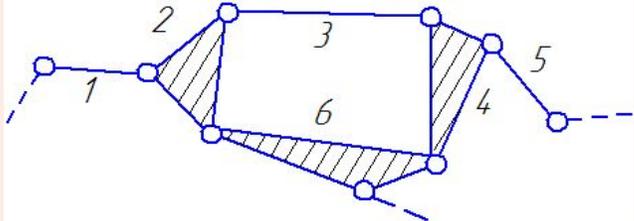
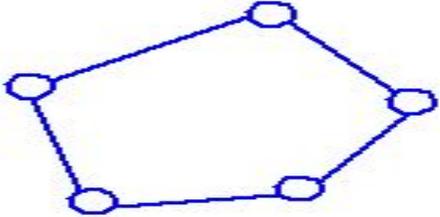
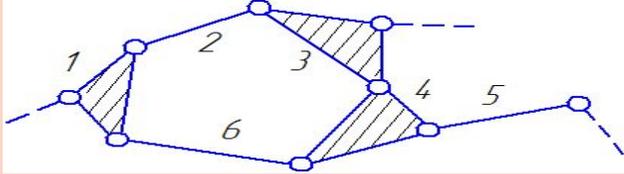
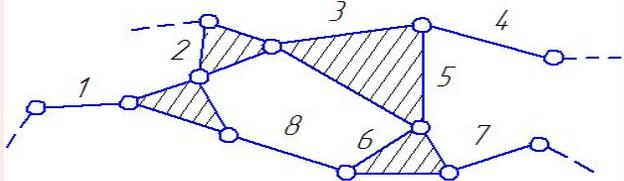
В группе третьего вида внутренняя пара поступательная.



В группе четвертого вида обе внешние пары поступательные.
В группе пятого вида – внутренняя и одна внешняя пара поступательные.



Класс	Признак	Схемы групп Ассура		Порядок
III	 <p data-bbox="377 896 698 1068">Звено, входящее в 3 пары</p>			3
				

Класс	Признак	Схемы групп Ассура	Порядок
IV	 <p data-bbox="384 608 963 708">Замкнутый контур из 4 звеньев</p>		2
			3
V и более	 <p data-bbox="417 1086 935 1179">Замкнутый контур из 5 звеньев и более</p>		3
			4

Из всего изложенного можно сделать следующие выводы:

- **класс группы Ассура** определяется наивысшим классом контура, входящего в ее состав. Класс контура определяется числом кинематических пар, входящих в этот контур;

- порядок группы определяется числом элементов внешних кинематических пар, которыми группа присоединяется к наслаиваемому механизму.

Класс механизма определяется наивысшим классом группы, входящей в его состав.

Последовательность структурного анализа механизма

- 1. Определяется количество звеньев механизма.
- 2. Перечисляются и характеризуются кинематические пары механизма.
- 3. Определяется степень подвижности механизма, назначаются начальные звенья или проверяется их соответствие степени подвижности.
- 4. Если в состав механизма входят высшие кинематические пары 4-го класса, их заменяют кинематической цепью с низшими парами 5-го класса.

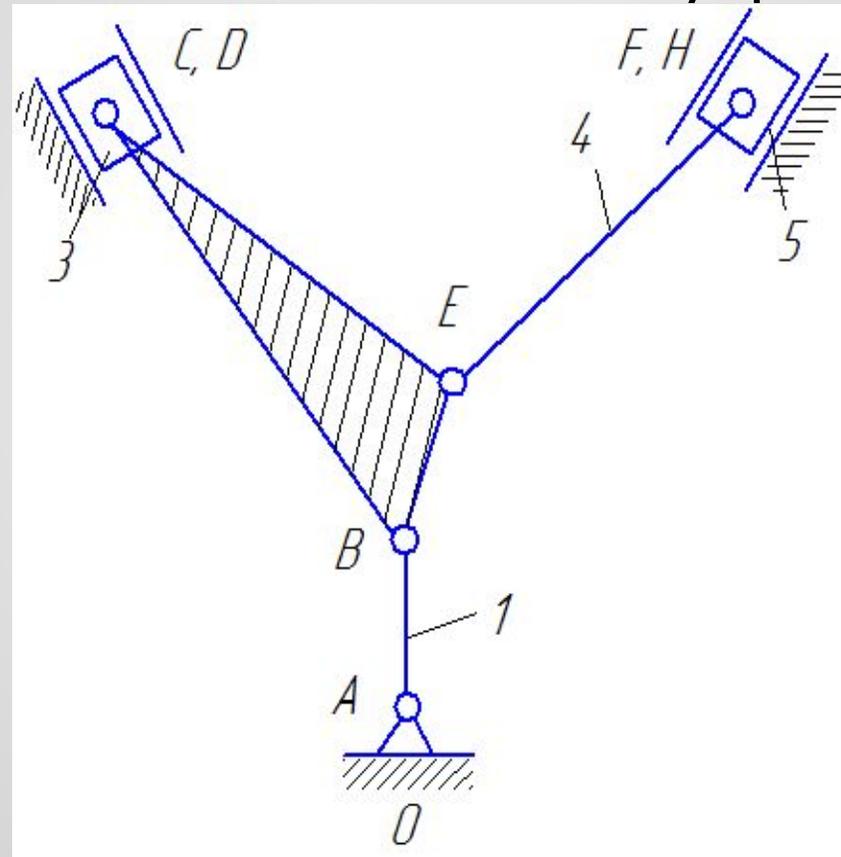
- 5. Выделяют из состава механизма основной механизм и группы Ассура, определяют последовательность их наложения на основной механизм и устанавливают класс и порядок группы Ассура.

- 6. Определяют класс механизма.

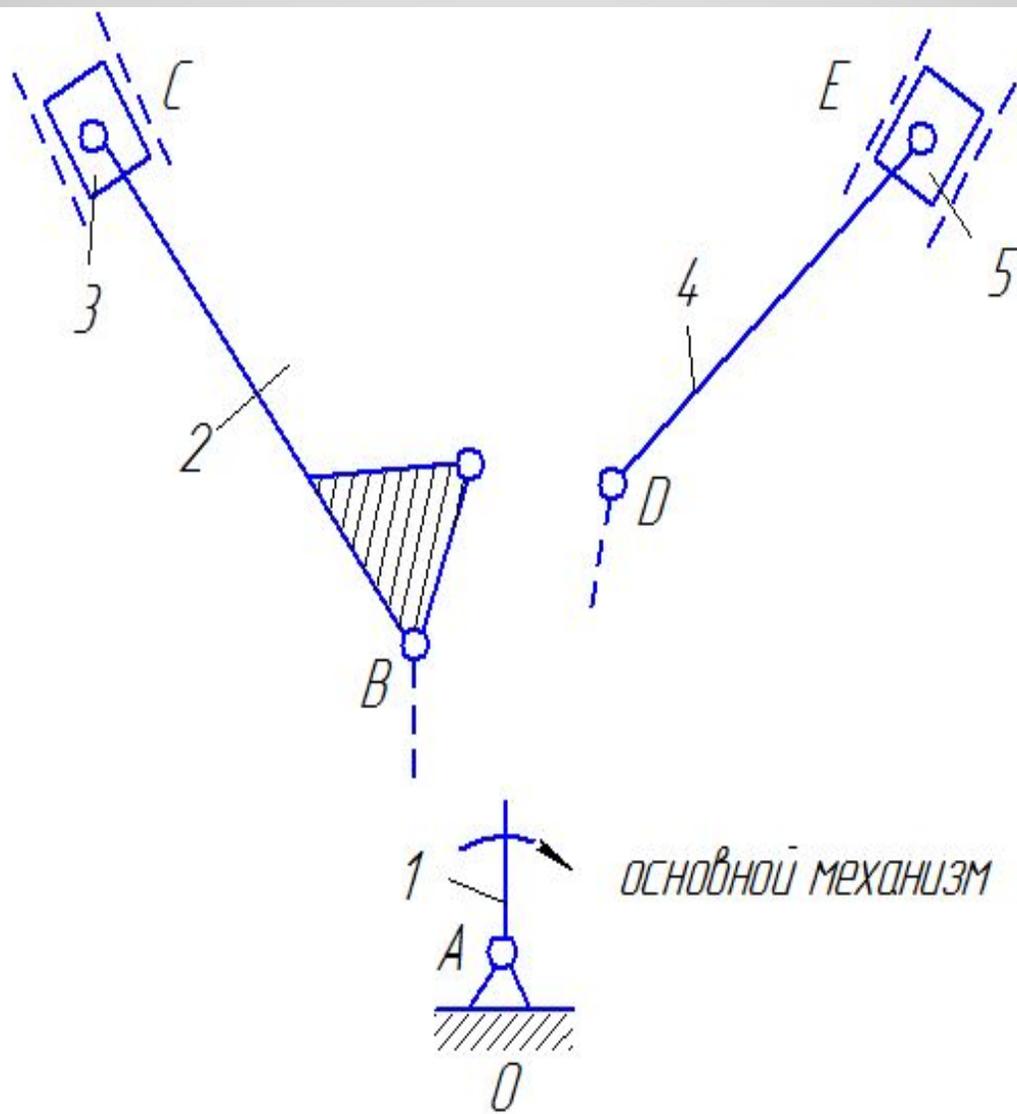
В некоторых случаях класс механизма зависит от выбора начального звена.

Последовательность образования механизма можно выразить *формулой его строения*, в которой римскими цифрами обозначается класс группы Ассура и основного механизма, а арабскими – в скобках номера звеньев, входящих в эту группу.

Пример 1. Определить степень подвижности и класс механизма V-образного двигателя внутреннего сгорания.



группа II класса II вид,
I в порядке классификации



группа II класса II вид,
II в порядке классификации

основной механизм

Решение задачи:

- 1. Нумеруем звенья и определяем число подвижных звеньев:
0 – стойка, 1 – кривошип, 2,4 – шатуны, 3,5 – ползуны $n' = 5$
- 2. Выявляем кинематические пары:
 - а) НКП 5 кл вращательные, образованы звеньями (0-1), (1-2), (2-3), (2-4), (4-5), (5-0);
 - б) НКП 5 кл поступательные, образованы звеньями (3-0) и (5-0).

Следовательно, число НКП 5 кл $P_5 = 7$. Высшие КП 4 кл – отсутствуют, $P_4 = 0$.

3. Определяем степень подвижности механизма по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2P - 1 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 1 = 1$$

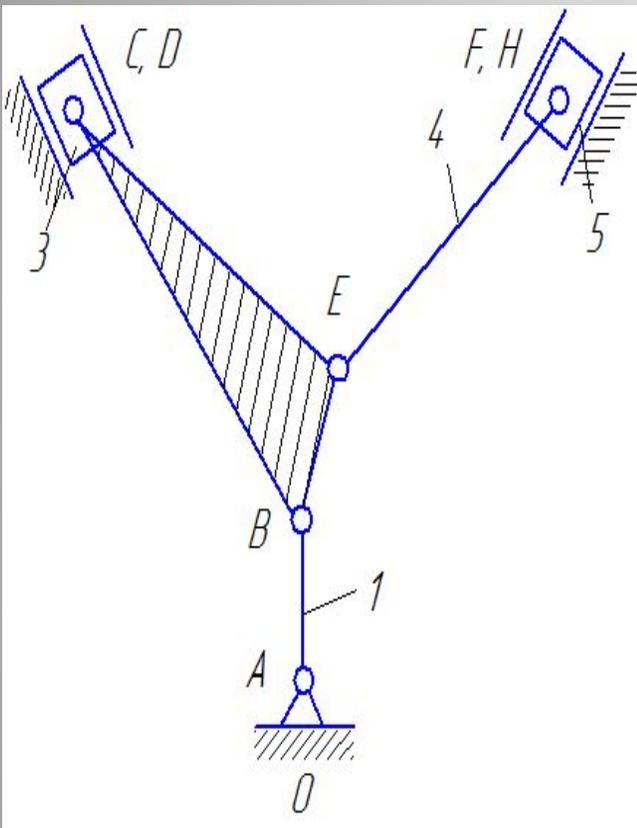
Следовательно, в данном механизме должно быть только одно начальное звено.

4. Назначаем начальное звено. Пусть звено 1 является начальным. Тогда выделим из состава механизма основной механизм (звенья 0-1). Это механизм 1-го класса.

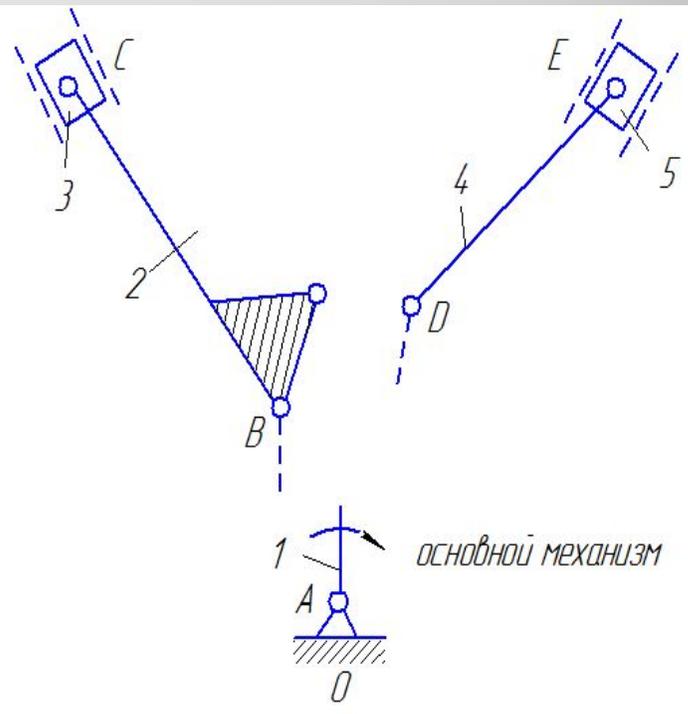
5. Рассматриваем последовательное присоединение (наслоение) на основной механизм структурных групп. Звенья (2–3) образуют структурную группу 2-го класса, второго вида, первую в порядке наслоения. К этой группе наслаивается структурная группа, образованная звеньями 4–5, эта группа 2-го кл., второго вида, вторая в порядке наслоения.

В целом механизм 2-го класса.

Запишем структурную формулу строения механизма:



*группа II класса, II вид,
I в порядке классификации*

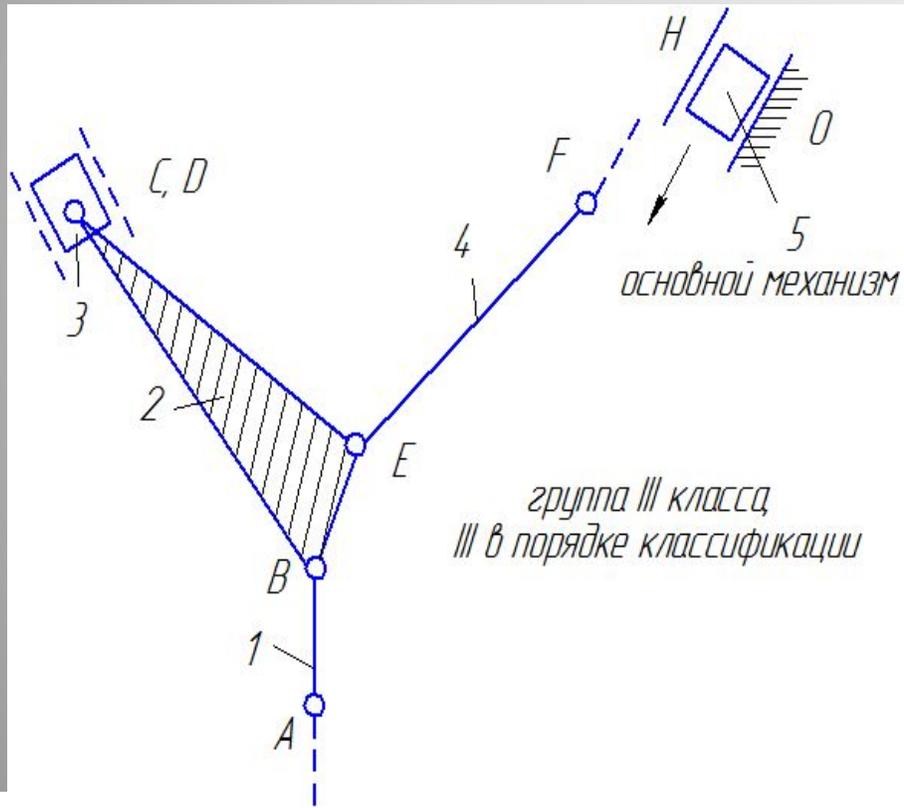


*группа II класса, II вид,
II в порядке классификации*



$$I_1(0-1) \leftarrow \leftarrow II_2 \begin{pmatrix} 2-3 \\ 1-0 \end{pmatrix} \leftarrow \leftarrow II_2 \begin{pmatrix} 4-5 \\ 2-0 \end{pmatrix}$$

Если же принять в качестве начального звена 5, тогда основной механизм образован звеньями 1–5. к которому, присоединяется группа Ассура 3-го класса, 3-го порядка, образована звеньями 4-2-3-1. Получим механизм 3-го класса.



Структурная формула механизма

$$I_1(0-5) \leftarrow III \begin{pmatrix} 4-2-3-1 \\ 5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Следовательно, методы кинематического и силового анализа механизма V-образного двигателя различны при различных начальных звеньях механизма.