

Структурный анализ механизмов

Лабораторная работа №1

И.И. Сорокина
К.т.н., доцент

*«Лишь та теория может с полным правом претендовать на научное значение, которая в состоянии указать пути практике; дело науки указать **все возможное**, дело практики выбрать из возможного **практичное**».*

Л.В. Ассур.

Основные понятия и определения

- **Механизм** – замкнутая (рис.1а) или разомкнутая (рис.1б) кинематическая цепь, в состав которой входит неподвижное звено (стойка), предназначенная для преобразования одного вида движения в другое.

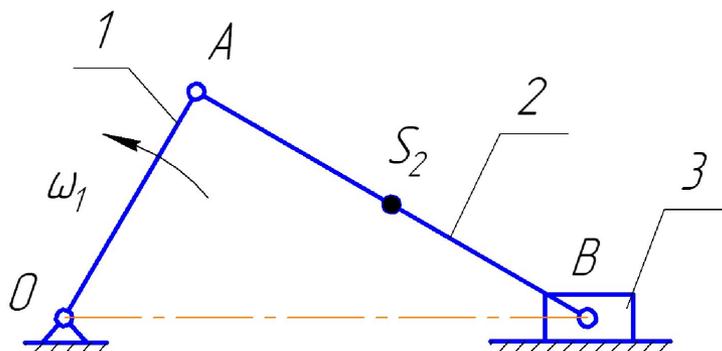


Рис. 1а. Кривошипно-ползунный механизм

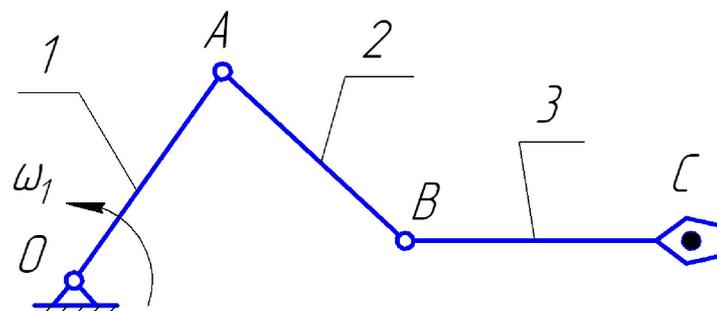


Рис. 1б. Манипулятор

Основные понятия и определения

- **Структурная схема** - графическое изображение механизма, выполненное с использованием условных обозначений рекомендованных ГОСТ (см. например ГОСТ 2.703-68) или принятых в специальной литературе, содержащее информацию о числе и расположении элементов (звеньев, групп), а также о виде и классе кинематических пар, соединяющих эти элементы. В отличие от кинематической схемы механизма, структурная схема не содержит информации о размерах звеньев и вычерчивается без соблюдения масштабов

Примечание: кинематическая схема - графическая модель механизма, предназначенная для исследования его кинематики

Основные понятия и определения

- **Звено** – твердое тело или система жестко связанных тел,двигающихся как одно целое, входящих в состав механизма. Обозначаются арабскими цифрами начиная с ведущего: 1, 2, ..., n.

□ **Кинематическая пара (КП)** – подвижное соединение **двух звеньев**.

Обозначаются буквами: А, В, С ...

Низшие КП

пары, в которых контакт звеньев осуществляется по плоскости или поверхности (пары скольжения).

Высшие КП

пары, в которых контакт звеньев осуществляется по линиям или точкам (пары, допускающие скольжение с перекатыванием)

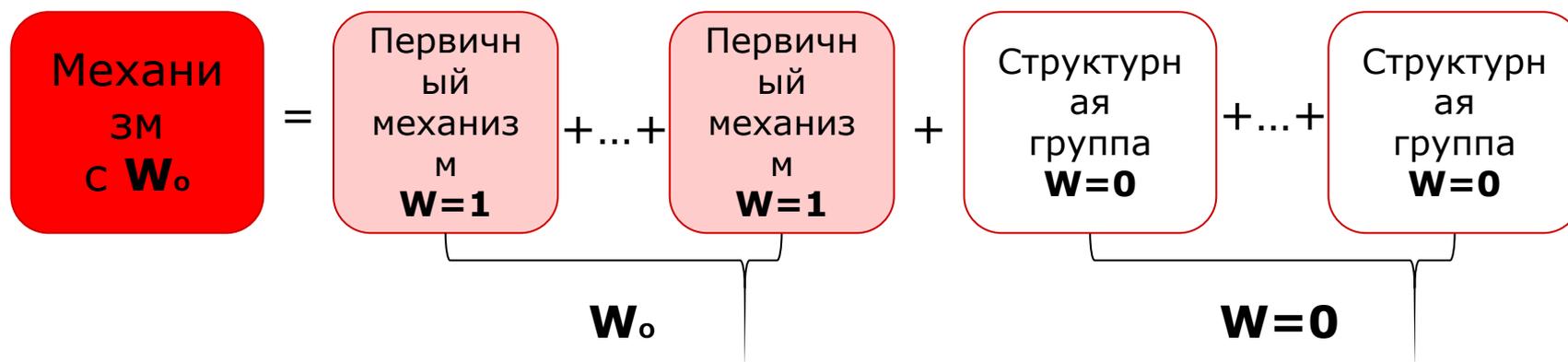
Основные понятия и определения

- **Подвижность механизма** - число независимых обобщенных координат, однозначно определяющее положение звеньев механизма на плоскости или в пространстве.

Если плоский механизм не имеет избыточных связей, лишних степеней свободы и не содержит высших кинематических пар, то он может быть организован (создан) путем «наслоения» на ведущее звено (первичный механизм) групп звеньев, обладающих нулевой подвижностью, названных позже группами Ассура. Подвижность механизма при этом равна числу механизмов I класса.

Основные понятия и определения

Структурный синтез механизма по Ассурю



Структурный анализ механизма по Ассурю

- Под **первичным механизмом** понимают однозвенный механизм, образующий низшую кинематическую пару со стойкой (ведущее звено).

Основные понятия и определения

Л.В. Ассур особо определил ведущее звено, которое им было названо **«простым кривошипом»** рис. 2а, т.е. звеном, образующим с неподвижным звеном шарнир – одноподвижную кинематическую пару.

Таковым может быть и **«простой» ползун** рис.2б

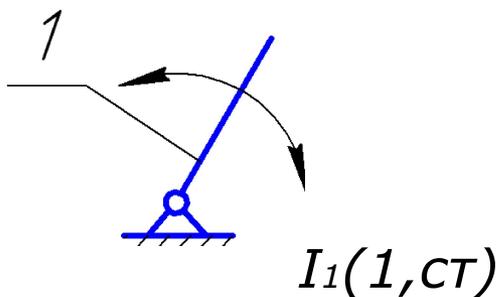


Рис.2а

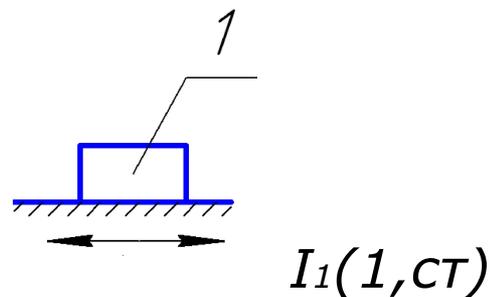


Рис.2б

Основные понятия и определения

Подвижность плоского механизма определяется по формуле Чебышева:

$$W = 3n - 2p_n - p_v$$

где:

n – число подвижных звеньев

p_n – число низших КП

p_v – число высших КП

Основные понятия и определения

- **Структурной группой Ассура** (или группой нулевой подвижности $W=0$) называется **незамкнутая** кинематическая цепь, не распадающаяся на более простые, которая, будучи замкнута на стойку, превращается в ферму.
- Кинематические пары которыми звенья группы соединяются между собой называются **внутренними КП**.
- Кинематические пары которыми звенья группы присоединяются к другим звеньям или стойке называются **внешними КП**. (На структурной схеме внешние КП часто обозначают пунктиром - поводками).

Основные понятия и определения

- **Класс** структурной группы определяется числом внутренних КП, образующих наиболее сложный замкнутый контур, при этом двухповодковая структурная группа не имеющая замкнутого контура отнесена ко второму классу.
- **Порядок группы** равен числу ее поводков – внешних кинематических пар, которыми она присоединяется к имеющемуся механизму или на стойку.
- Механизмы классифицируются по степени сложности групп входящих в их состав. **Класс и порядок механизма** определяется классом и порядком наиболее сложной из входящих в него групп.

Порядок проведения структурного анализа по Ассуру

1. Изобразить структурную схему механизма
2. Пронумеровать подвижные звенья, начиная с ведущего
3. Буквами обозначить КП

При необходимости провести кинематический анализ

4. Вычислить подвижность, избавиться от избыточных подвижностей и лишних степеней свободы
5. При необходимости, заменить высшие КП низшими
6. Расчленить механизм на структурные группы

Правило: Расчленение механизма на структурные группы начинают с отсоединения структурной группы наиболее удаленной от ведущего звена.

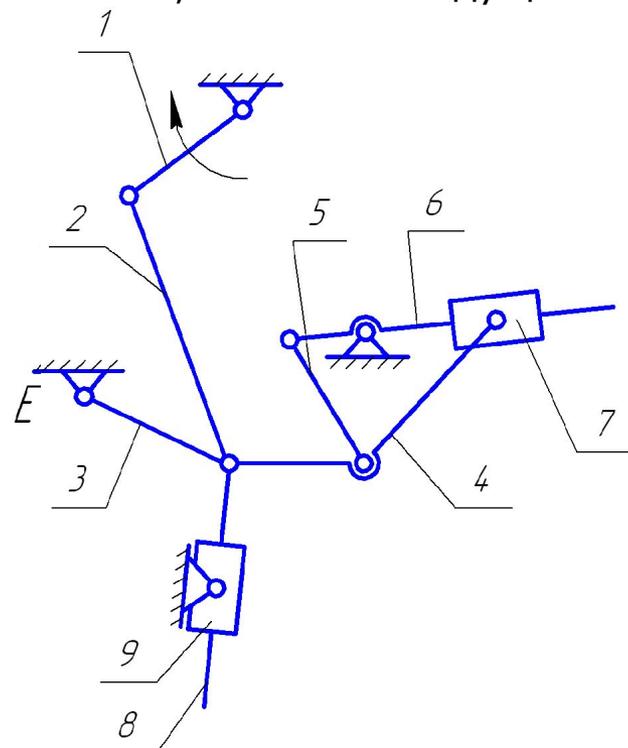
7. Написать структурную формулу механизма

Пример проведения структурного анализа по Ассур



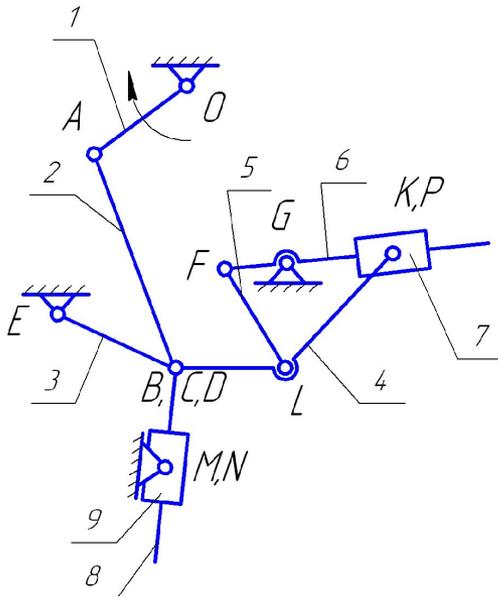
3.

Преобразовать структурную схему в буквенные обозначения, начиная с ведущего звена, знача



Пример проведения структурного анализа по Ассур

4. Привести к неподвижной системе анализ механизма избыточных подвижностей и лишних степеней свободы



$n=9$
 $P_H=13$
 $P_B=0$

Таблица 1

№ подвижных звеньев	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Характер движения звена	В	Пл	В	Пл	Пл	В	С	Пл	В

Таблица 2

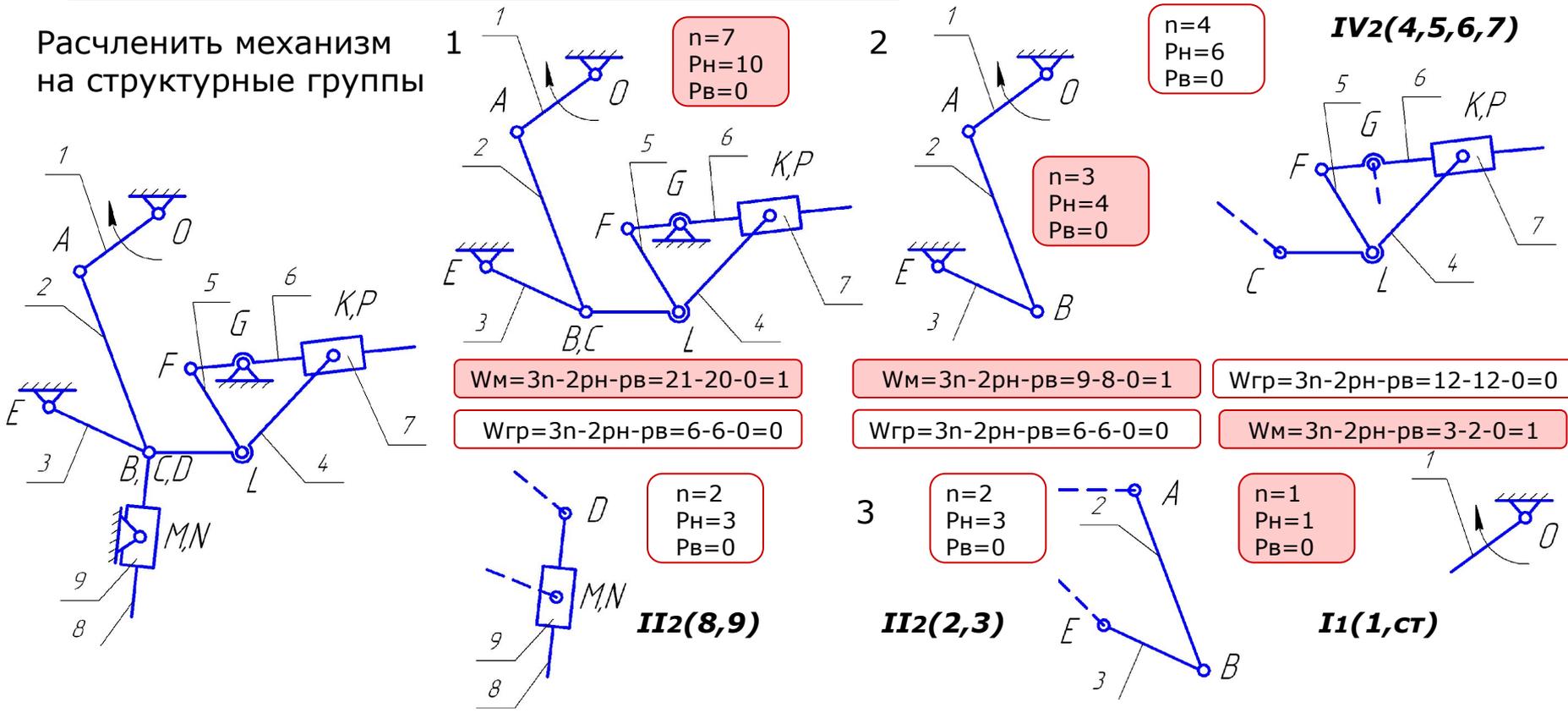
КП	О	А	В	С	Д	Е	Л	Ф	Г	К	Р	М	Н
Звенья, составляющие пару	1,0	1,2	2,3	3,4	3,8	3,0	4,5	5,6	6,0	6,7	7,4	9,8	9,0
Вид КП	В	В	В	В	В	В	В	В	В	П	В	П	В

$W=3n-2p_H-p_B=27-26-0=1$

ВЫВОД: Избыточных связей нет, лишних степеней свободы нет, высших пар нет.
 П.5. пропускаем. Проведем структурный анализ по Ассур.

Пример проведения структурного анализа по Ассур

6. Расчленить механизм на структурные группы



7. Структурная формула механизма:

$$I_1(1,ст) \rightarrow \begin{cases} II_2(2,3) \rightarrow IV_2(4,5,6,7) \\ II_2(8,9) \end{cases}$$

Спасибо за внимание