

Кулачковые механизмы

И.И. Сорокина

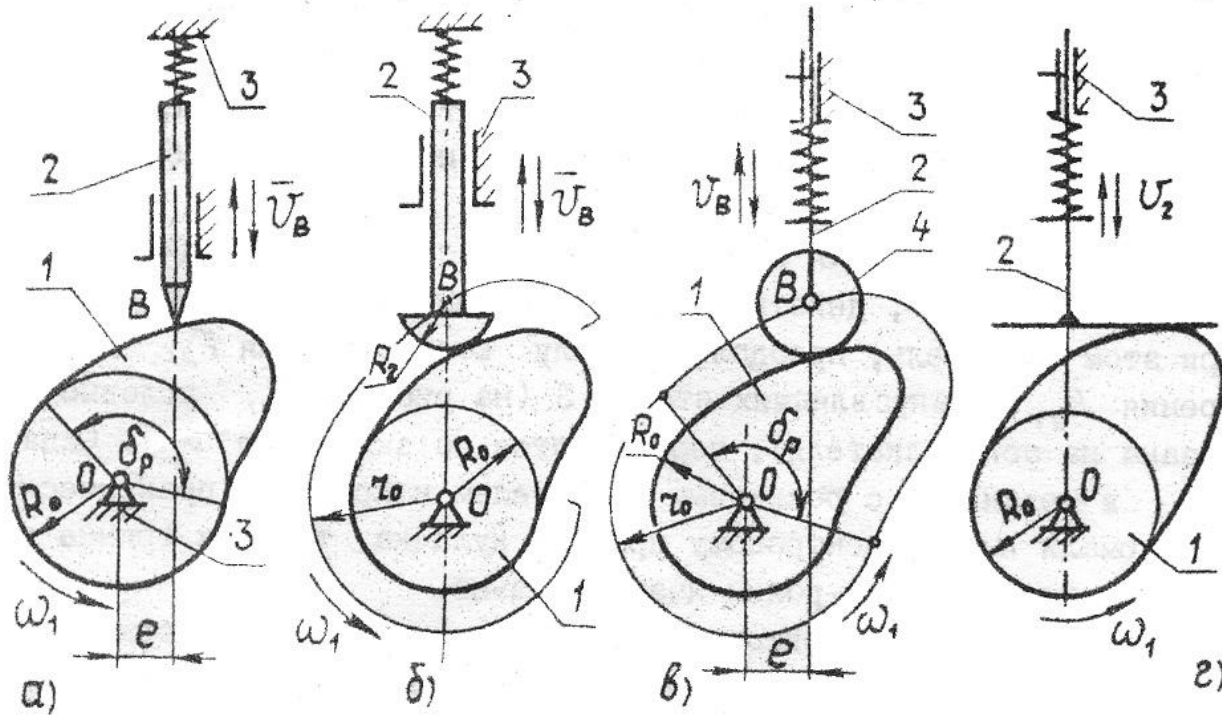
к.т.н., доцент

Кулачковый механизм — механизм, образующий высшую кинематическую пару, имеющий подвижное звено, совершающее вращательное движение — **кулак (кулачок)** – с поверхностью переменной кривизны или имеющей форму эксцентрика, взаимодействующей с другим подвижным звеном — **толкателем**, если подвижное звено совершает прямолинейное движение, или **коромыслом**, если подвижное звено совершает качание. Кулак, совершающий прямолинейное движение, называется **копиром**.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
Кафедра М6-КФ, секция «Прикладная механика»

Виды кулачковых механизмов

1. Плоский кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем



1 – кулачок
вращается

2 – толкатель
возвратно-
поступательное
движение

3 – опора

4 – ролик

e – эксцентриситет

а) игольчатый толкатель

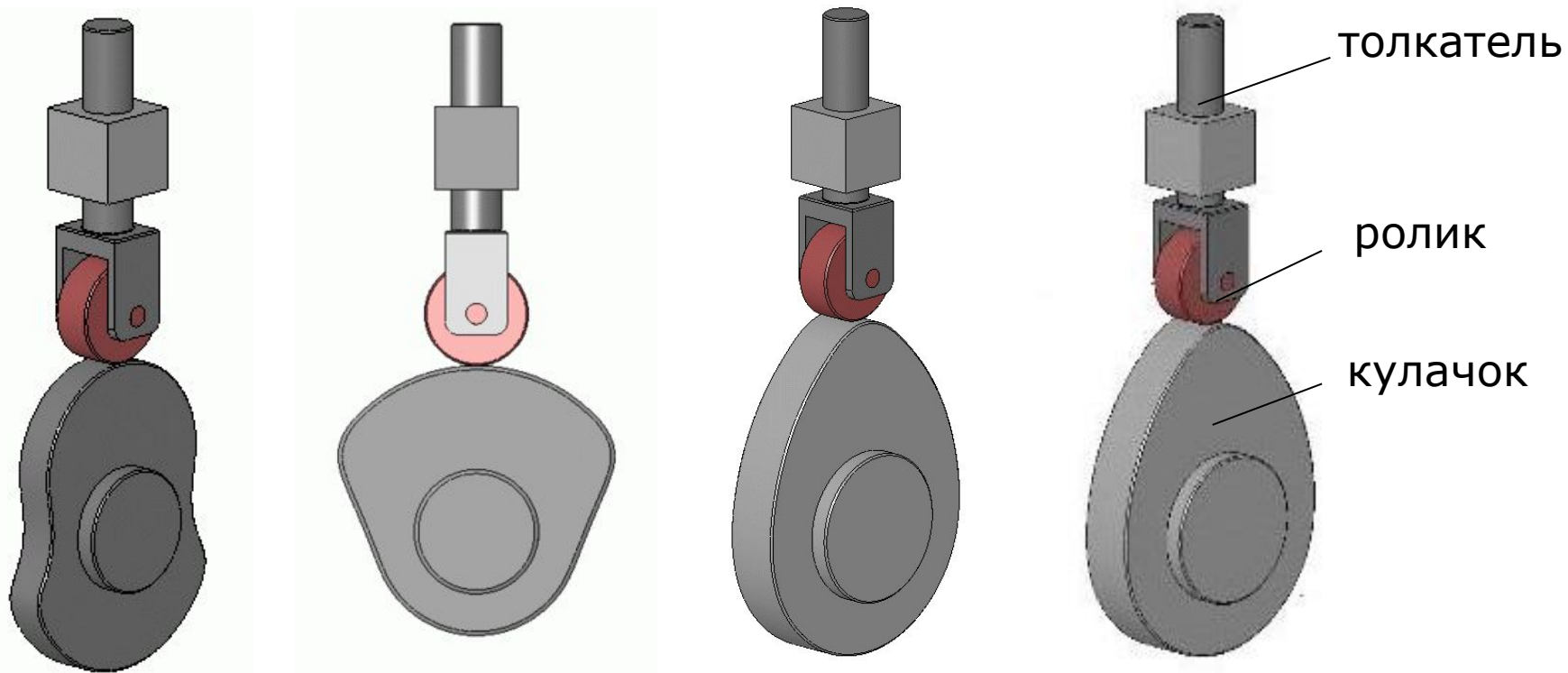
б) сферический толкатель

в) роликовый толкатель

г) тарельчатый толкатель

1. Плоский кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем

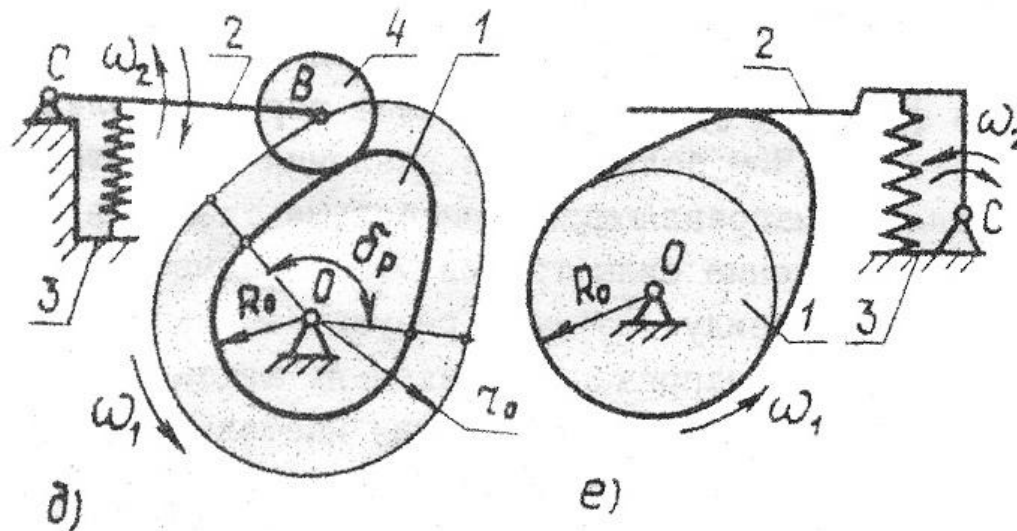
Преобразует вращательное движение кулачка в возвратно-поступательное движение толкателя



при этом закон движения толкателя зависит только от формы кулачка

Виды кулачковых механизмов

2. Плоский кулачковый механизм с качающимся (коромысловым) толкателем



д) роликовый толкатель

е) тарельчатый толкатель

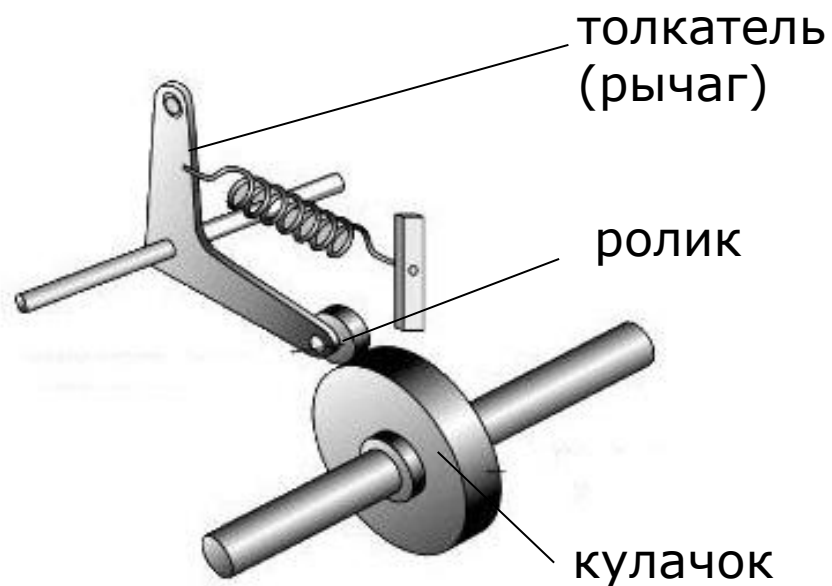
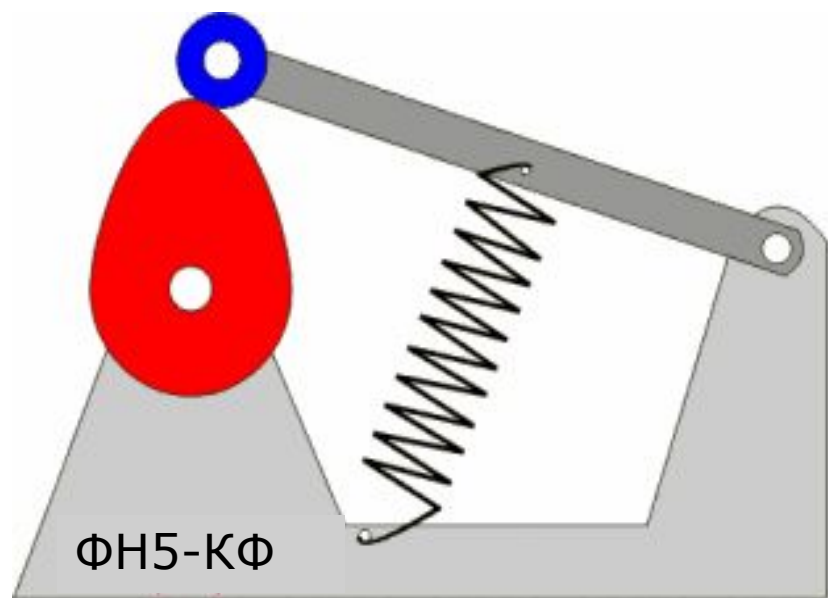
1 – кулачок
вращается

2 – толкатель (коромысло)
возвратно-вращательное движение

3 – опора

4 – ролик

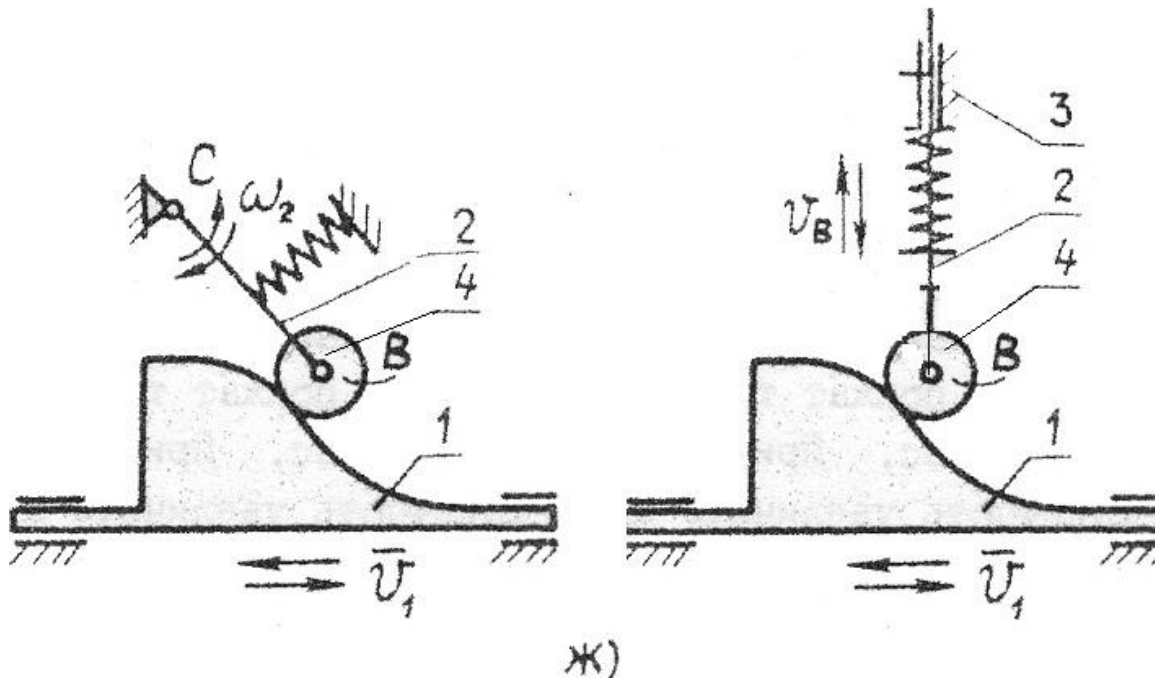
2. Плоский кулачковый механизм с качающимся (коромысловым) толкателем



Преобразует вращательное движение кулачка в возвратно-вращательное движение толкателя

Виды кулачковых механизмов

3. Плоский кулачковый механизм с поступательно движущимся кулачком (копиром)



1 – кулачок
возвратно-
поступательное
движение

2 – толкатель

3 – опора

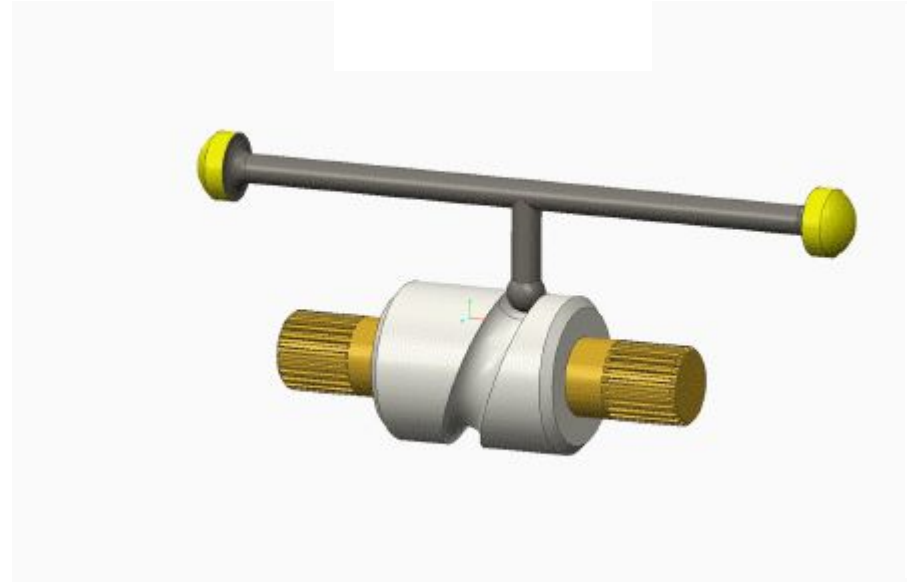
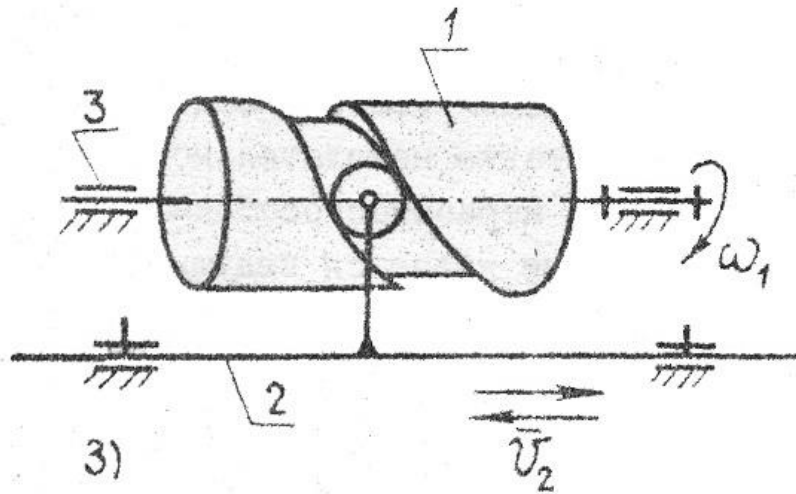
4 – ролик

ж1) коромысло
возвратно-вращательное
движение

ж2) толкатель
возвратно-поступательное
движение

Виды кулачковых механизмов

4. Пространственный кулачковый механизм



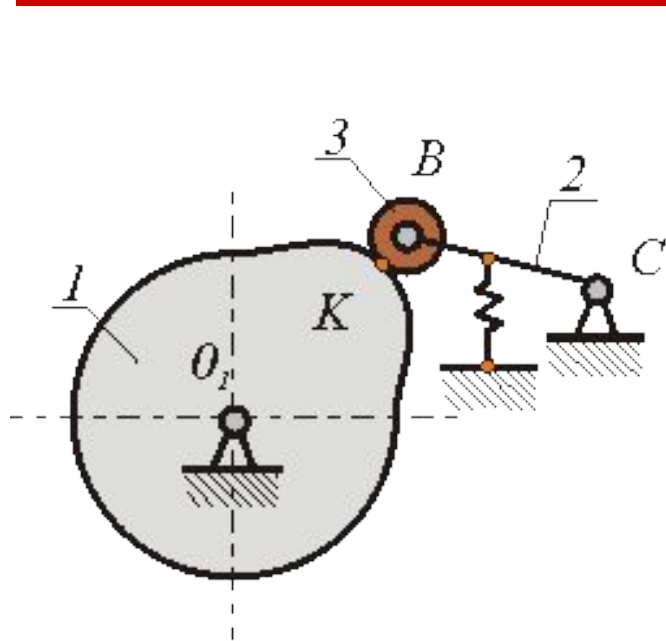
1 – кулачок
вращательное
движение

2 – толкатель
возвратно-
поступательное
движение

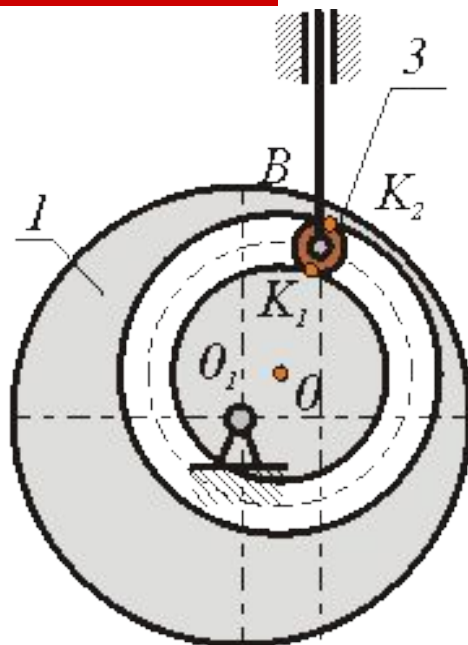
3 – опора

4 – ролик

Виды замыкания ведомого звена кулачковых механизмов



С силовым замыканием
(пружина)



С геометрическим
замыканием (паз)

1 – кулачок
вращательное
движение

**2 – роликовый
толкатель**

Кулачки с геометрическим замыканием сложнее изготовить, они имеют большие габариты, поэтому применяются реже

Достоинства кулачковых механизмов

1. Все механизмы с ВКП малозвенны, следовательно, позволяют уменьшать габариты машины в целом.
2. Простота синтеза и проектирования.
3. Механизмы с ВКП более точно воспроизводят передаточную функцию.
4. Обеспечивают большое разнообразие законов движения выходного звена.

Недостатки кулачковых механизмов

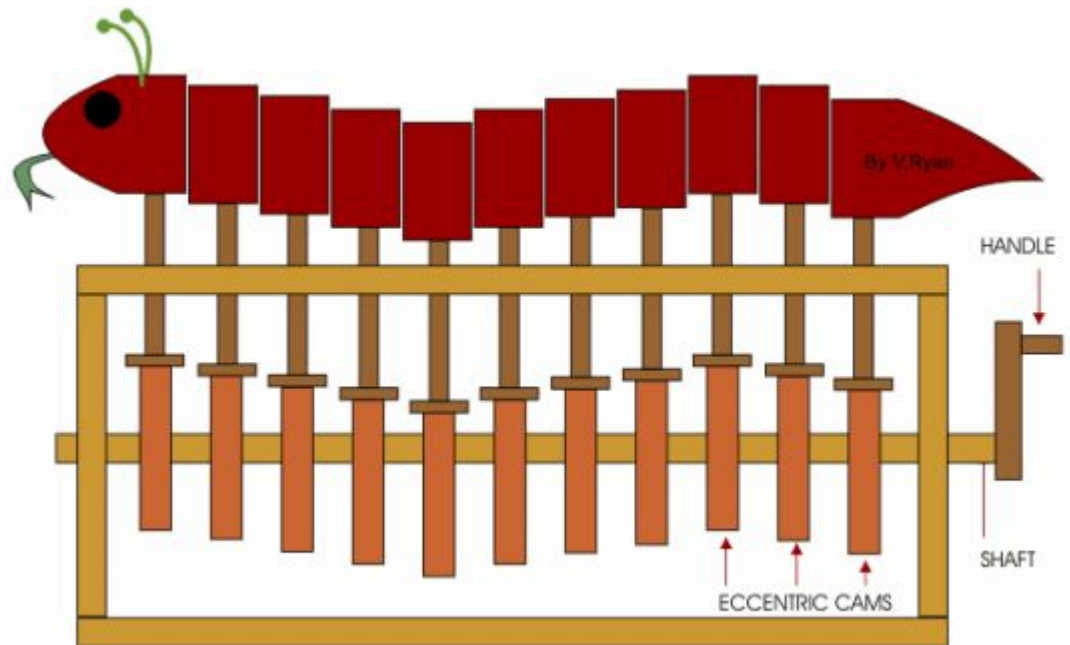
1. Механизмы с ВКП должны иметь силовое или геометрическое замыкание.
2. Контактные усилия в ВКП гораздо выше, чем в НКП, что приводит к износу, т.е. 2 профиля теряют свою форму и как следствие, свое главное достоинство.
3. Сложность обработки профиля кулачка.
4. Невозможность работы на больших оборотах и передачи больших мощностей.

Применение кулачковых механизмов

Кулачки применялись при создании музыкальных шкатулок

А также при создании игрушек

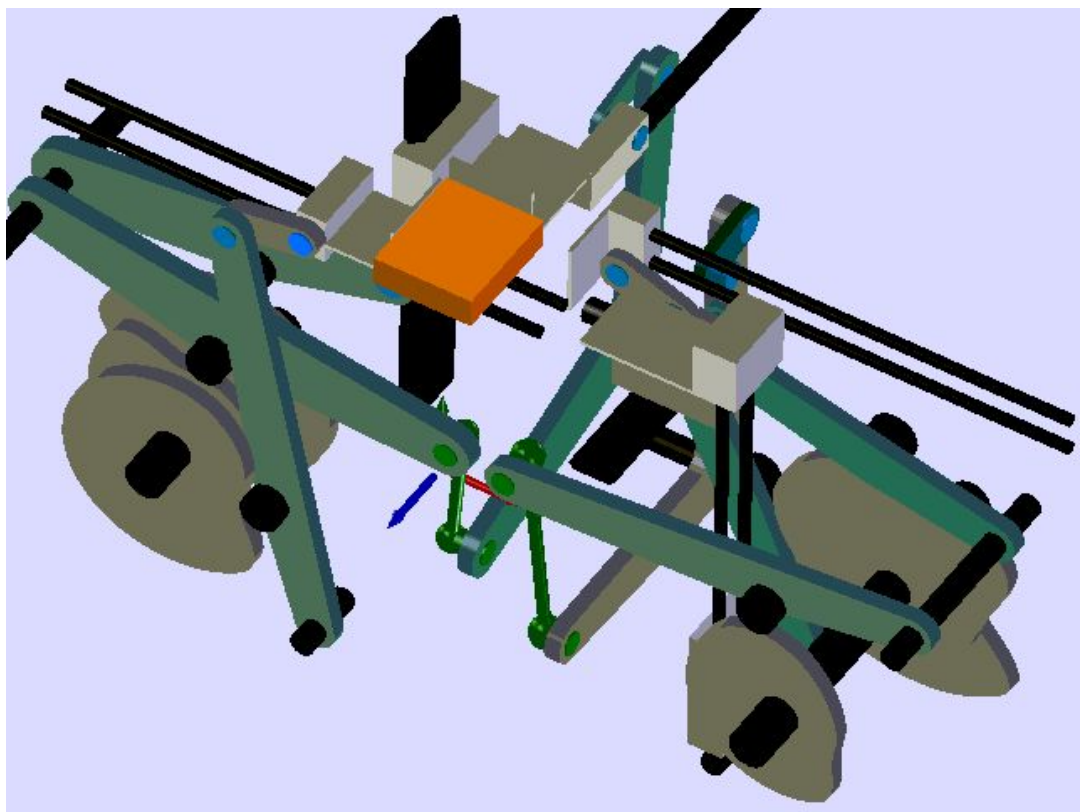
*В данном механизме использованы простейшие кулачки – **эксцентрики** – диски, смещенные относительно оси вращения.*



Применение кулачковых механизмов

Кулачковые механизмы широко применяются в различных областях.

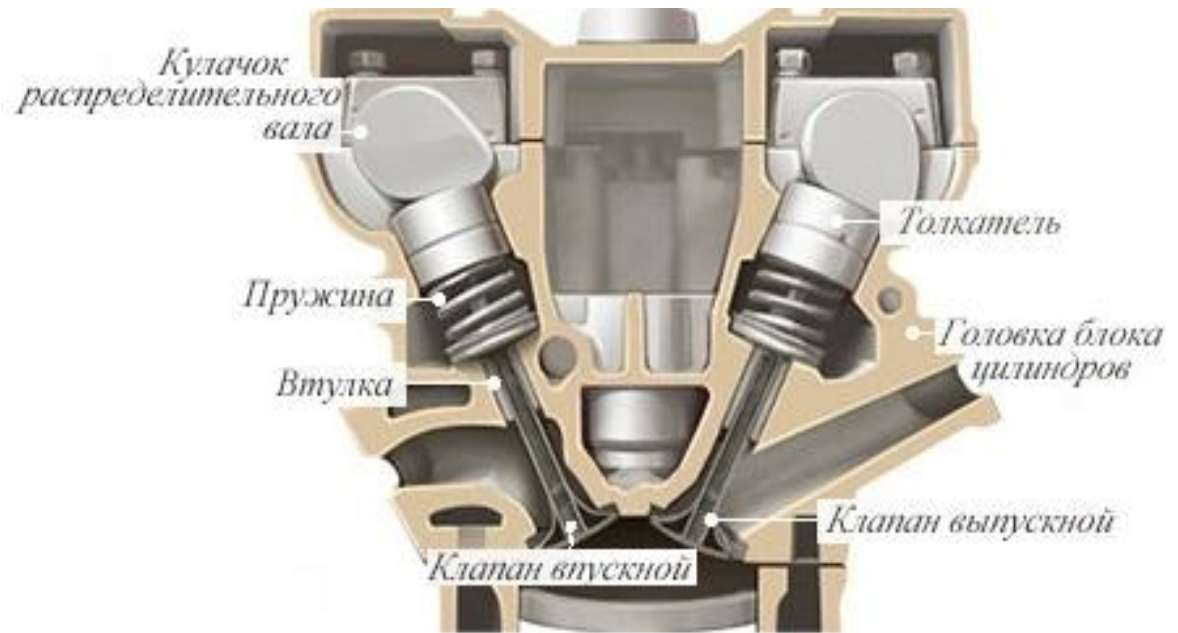
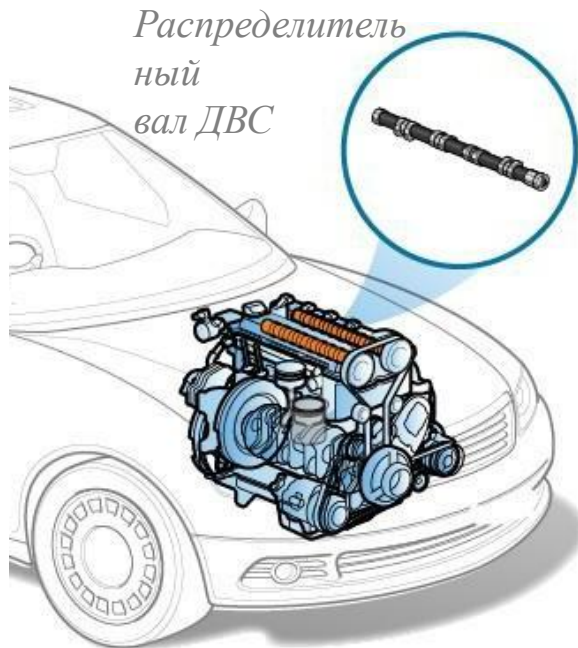
Например, в загрузочных устройствах и устройствах подачи.



Применение кулачковых механизмов

Для обеспечения своевременного срабатывания какой-либо части механизма

Например, в газораспределительном механизме ДВС



Применение кулачковых механизмов



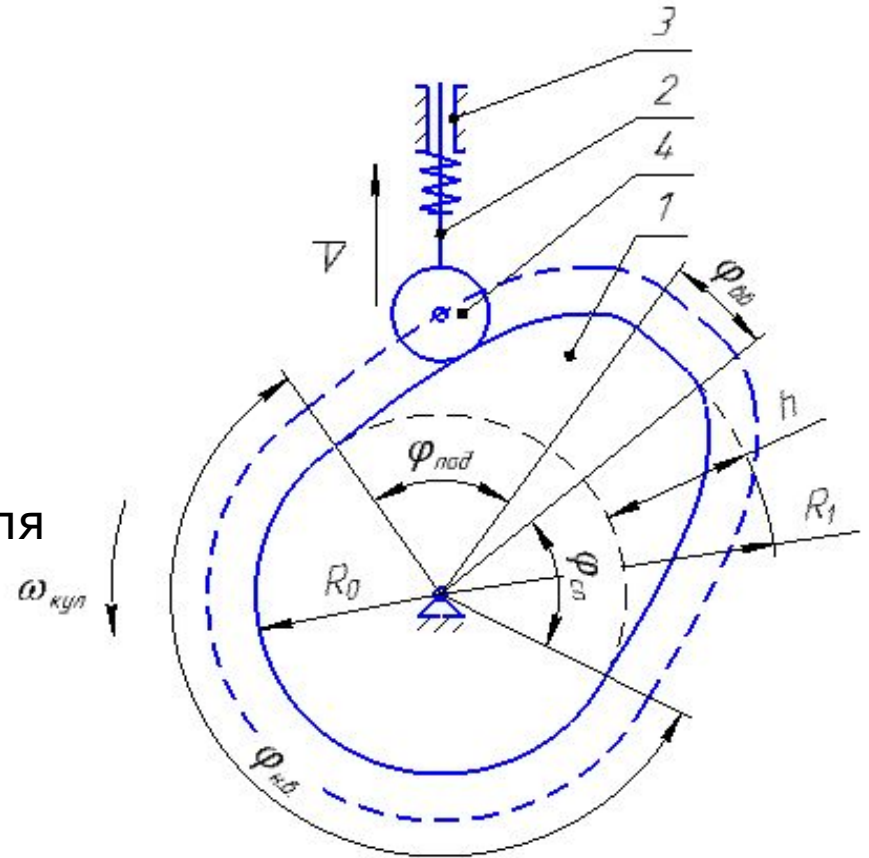
Параметры кулачковых механизмов

В цикле движения толкателя в общем случае можно выделить четыре фазы:

- Удаления (подъема);
- Дальнего стояния (верхнего выстоя);
- Сближения (спуска)
- Нижнего стояния (нижнего выстоя).

Основной параметр – **h** ход толкателя
 $h = R_1 - R_0$

где **R_0** – радиус нулевой начальной шайбы кулачка,
 R_1 – вспомогательный радиус



Параметры кулачковых механизмов

Фазам движения толкателя на профиле кулачка соответствует профильные углы:

- в фазе удаления (подъема) - угол $\varphi_{\text{под}}$;
- в фазе верхнего выстоя - $\varphi_{\text{в.в}}$;
- в фазе сближения (спуска) - $\varphi_{\text{с}}$.

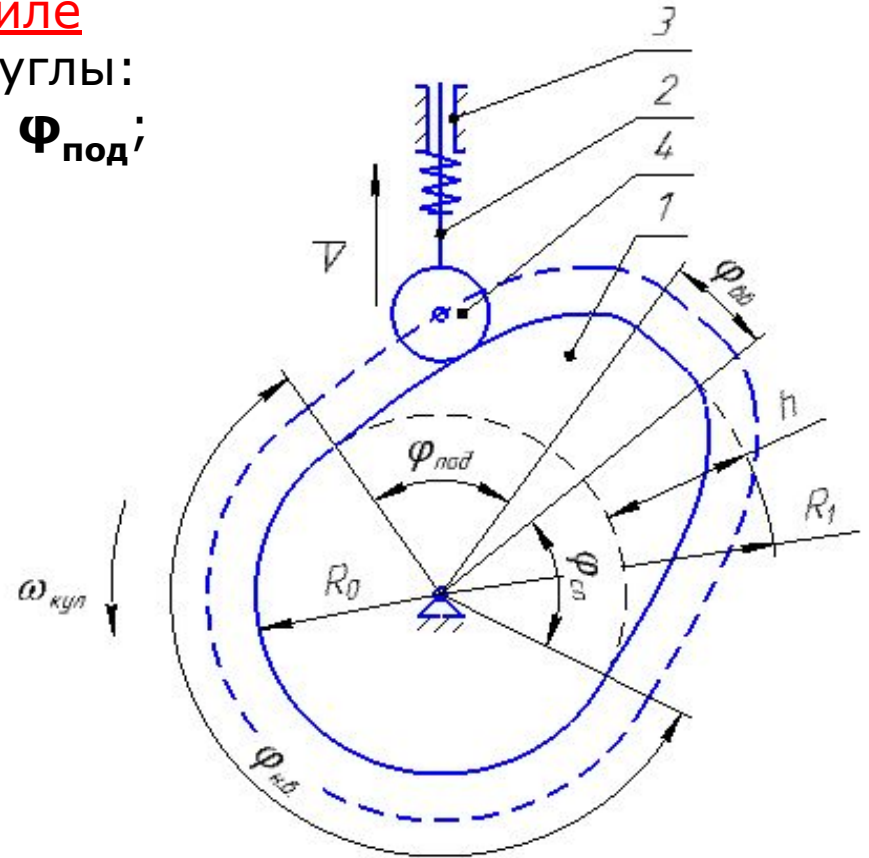
Рабочий угол профиля кулачка

$$\varphi_{\text{под}} + \varphi_{\text{в.в}} + \varphi_{\text{с}} = \varphi_{\text{раб}}$$

Угол профиля кулачка можно показать только на кулачке

Кулачок характеризуется двумя профилями:

- **центровым** (теоретическим);
- **конструктивным** (рабочим).



Параметры кулачковых механизмов

Профиль кулачка определяет закон движения толкателя.

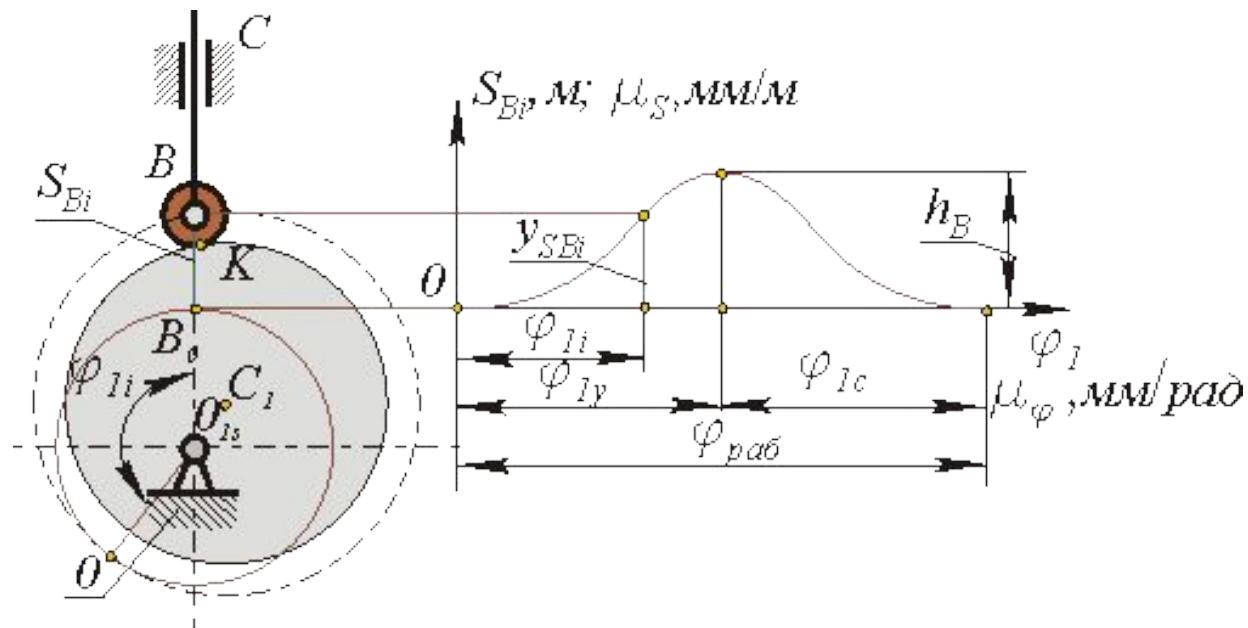


График перемещений толкателя в функции от угла поворота кулачка

Угол давления в кулачковом механизме

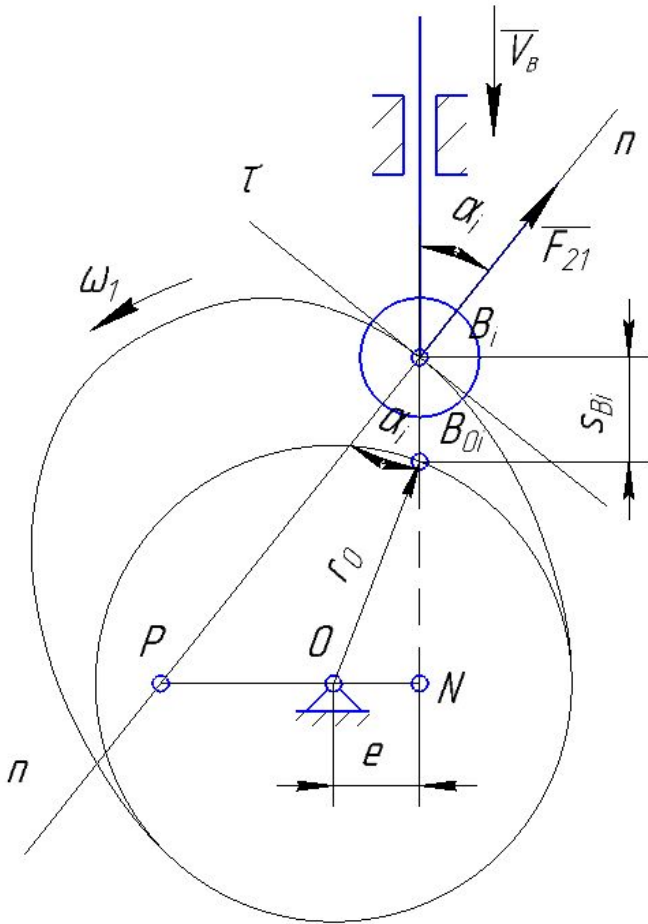
Угол давления – это угол между скоростью в точке контакта и нормалью к профилю (т.е. направление силы).

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{V_{qB2} \pm e}{S_{Bi} + \sqrt{r_0^2 - e^2}}$$

С увеличением углов давления увеличиваются силы, действующие на звенья механизма, снижается КПД, возникает возможность самоторможения (заклинивания механизма)

Для кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем допустимый угол давления равен $25^\circ \div 35^\circ$.

Для кулачкового механизма с качающимся толкателем допустимый угол давления $35^\circ \div 40^\circ$.



Геометрическая интерпретация аналога скорости толкателя

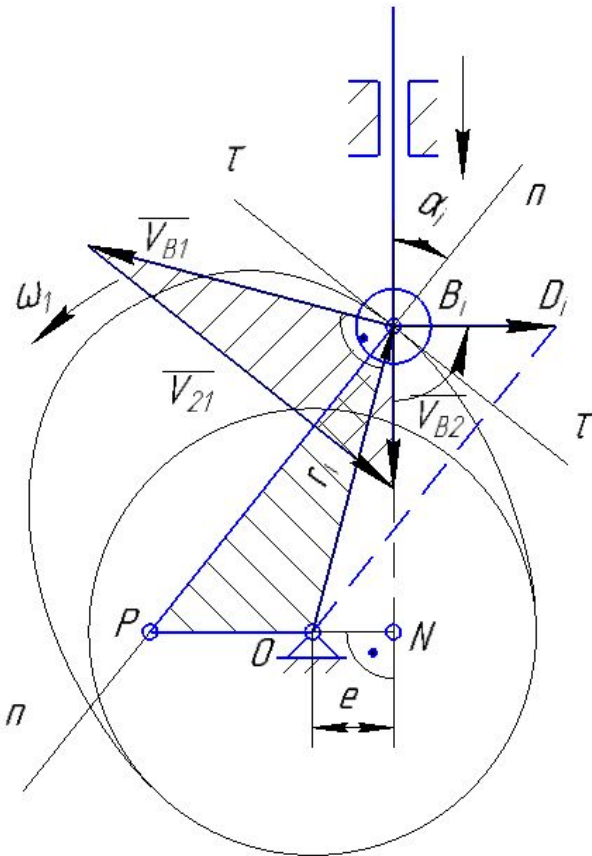
Если на продолжении луча, проведенного из центра ролика перпендикулярно скорости толкателя, отложить отрезок длиной

$$\mathbf{BD} = \mathbf{v}_{qB2}$$

и через конец этого отрезка провести прямую параллельную контактной нормали, то эта прямая пройдет через центр вращения кулачка \mathbf{O} .

чтобы получить отрезок \mathbf{BD} , изображающий аналог скорости толкателя надо вектор скорости толкателя повернуть на 90° в сторону вращения кулачка

Найдя максимальный отрезок \mathbf{BD} , можно определить положение центра вращения кулачка, отложив внешним образом от точки \mathbf{D} допустимый угол давления $\alpha_{\text{доп}}$.



Синтез кулачкового механизма

Размеры кулачкового механизма определяют из кинематических, динамических и конструктивных условий.

- 1. Кинематические условия** – обеспечение воспроизведения заданного закона движения толкателя.
- 2. Динамические** – обеспечение высокого КПД и отсутствие заклинивания.
- 3. Конструктивные** – обеспечение минимальных размеров механизма, прочности и сопротивляемости износу.

Выбор радиуса ролика:

- его увеличение увеличивает габариты и массу толкателя, ухудшает динамические характеристики механизма (уменьшает его собственную частоту);*
 - его уменьшение увеличивает габариты кулачка и его массу; частота вращения ролика увеличивается, долговечность снижается.*
-

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ