

# Кулачковые механизмы

---

**И.И. Сорокина**

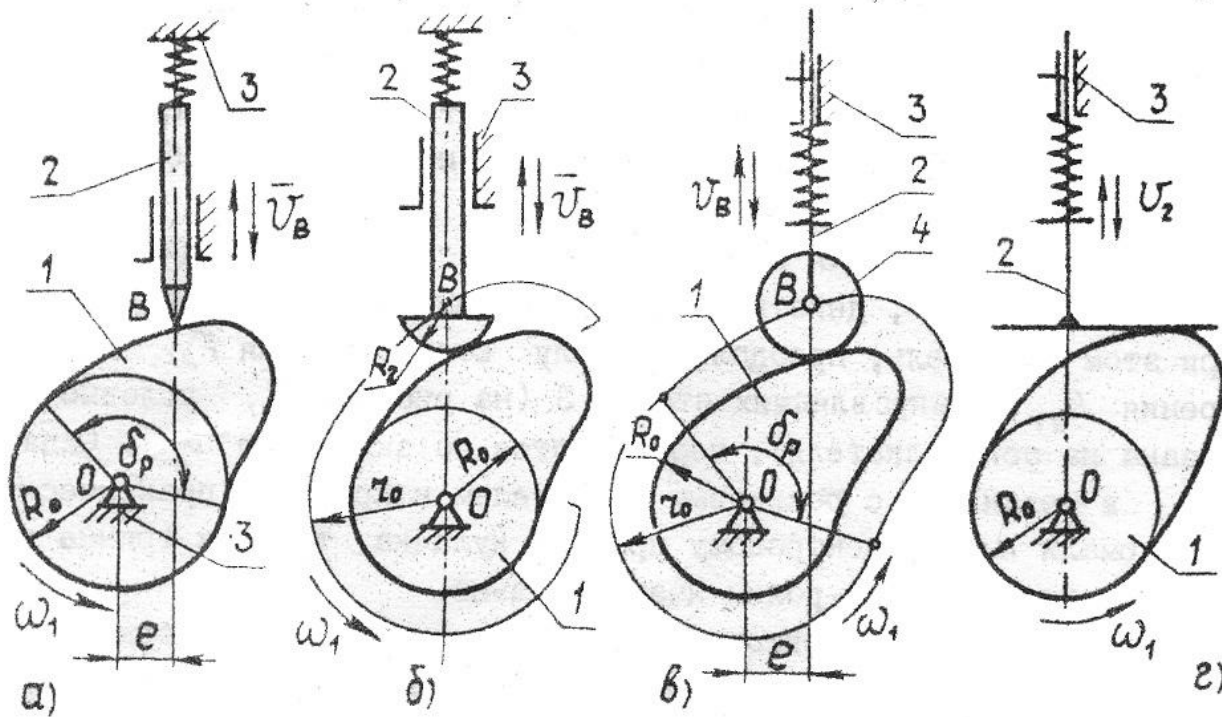
к.т.н., доцент

**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

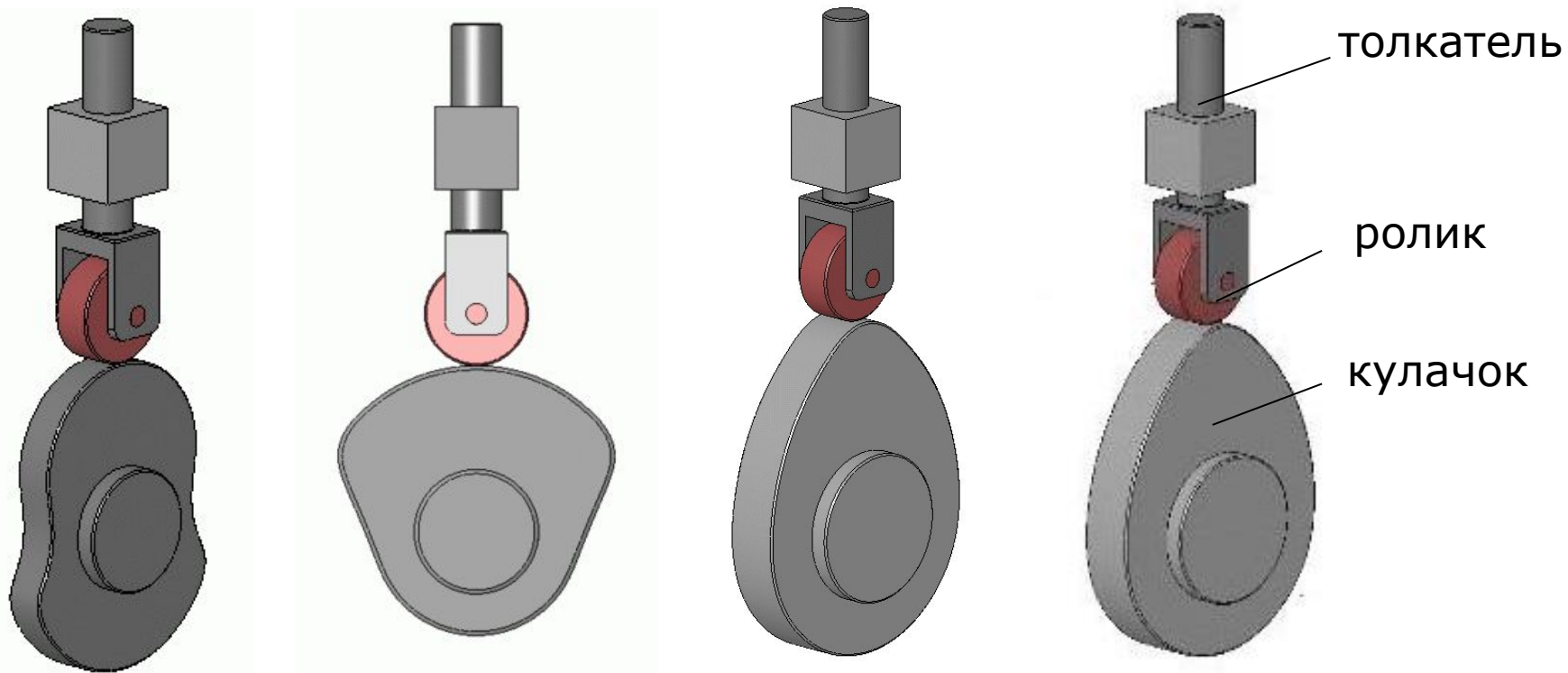
в) роликовый толкатель

г) тарельчатый толкатель

# 1. Плоский кулачковый механизм с поступательно движущимся толкателем

Преобразует вращательное движение кулачка в возвратно-поступательное движение толкателя

---

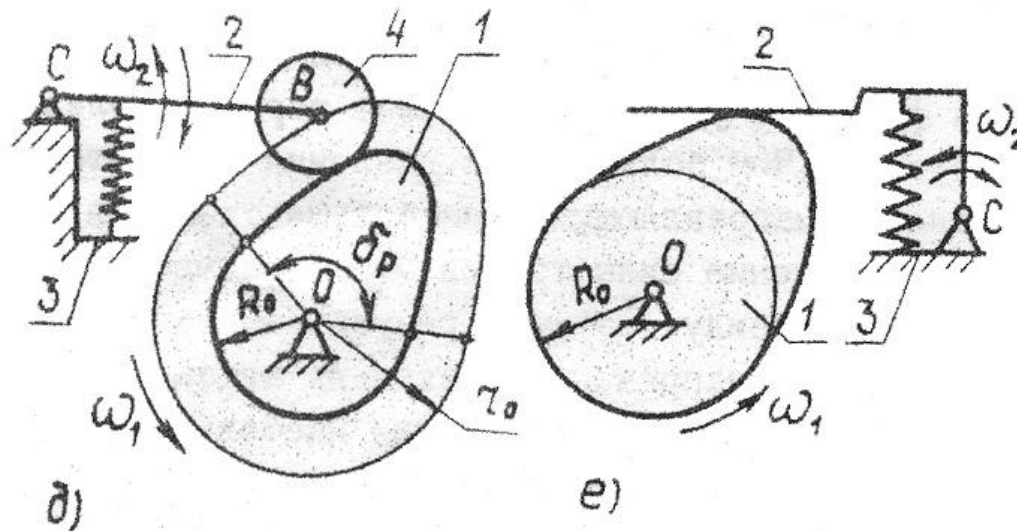


**при этом закон движения толкателя зависит только от формы кулачка**

---

# Виды кулачковых механизмов

## 2. Плоский кулачковый механизм с качающимся (коромысловым) толкателем



д) роликовый толкатель

е) тарельчатый толкатель

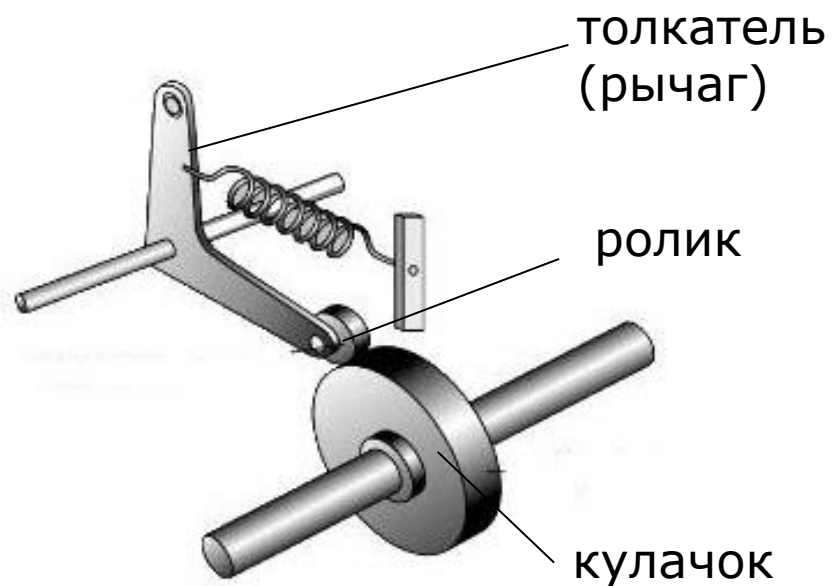
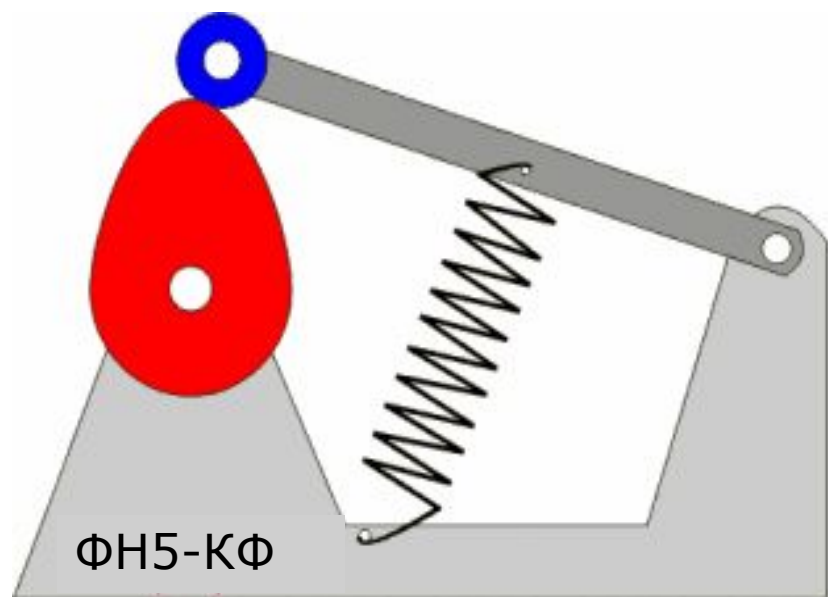
**1 – кулачок**  
вращается

**2 – толкатель (коромысло)**  
возвратно-вращательное движение

**3 – опора**

**4 – ролик**

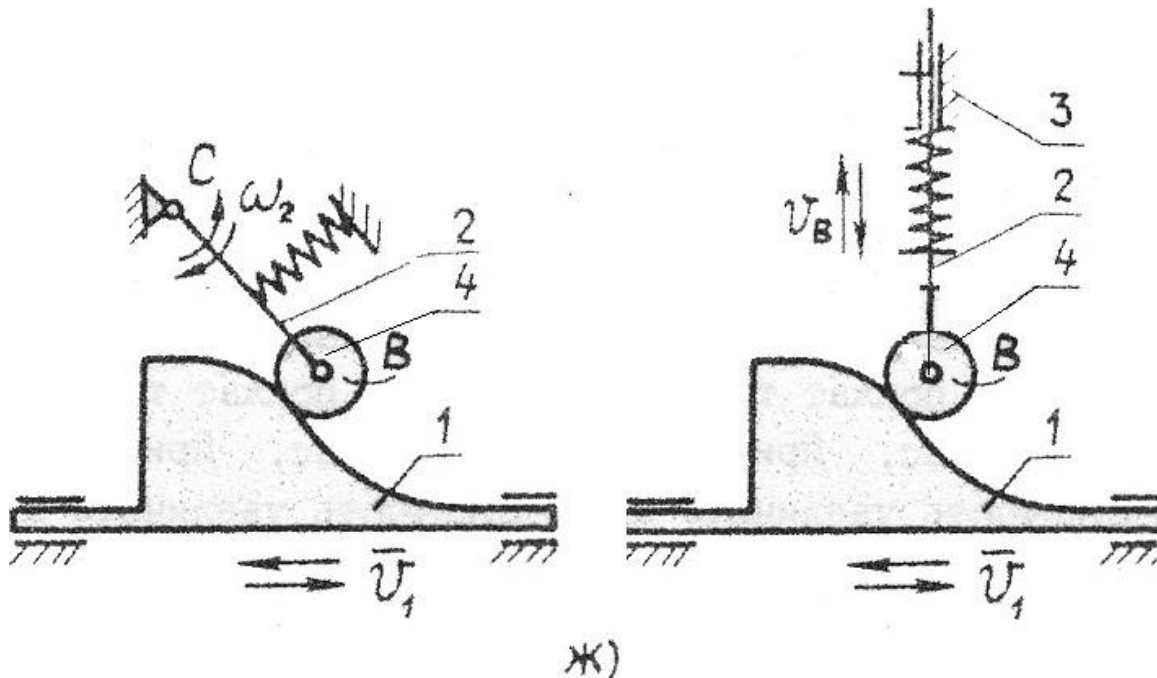
## 2. Плоский кулачковый механизм с качающимся (коромысловым) толкателем



**Преобразует вращательное движение кулачка в возвратно-вращательное движение толкателя**

# Виды кулачковых механизмов

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



ж1) коромысло  
возвратно-вращательное  
движение

ж2) толкатель  
возвратно-поступательное  
движение

**1 – кулачок**  
возвратно-  
поступательное  
движение

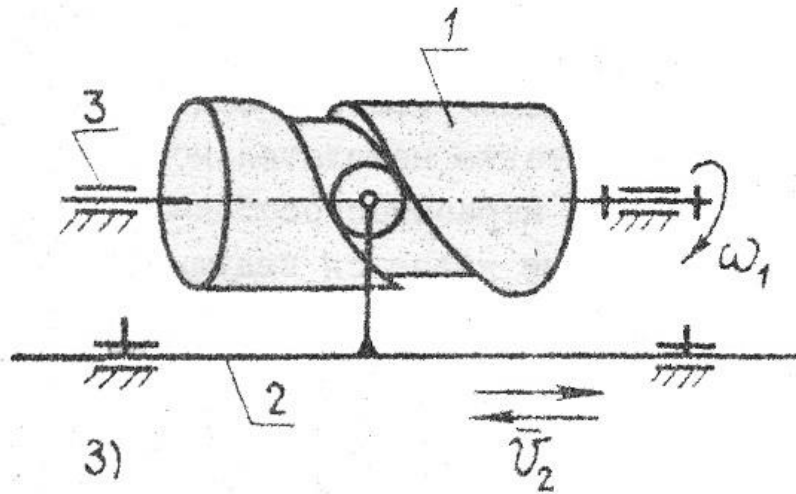
**2 – толкатель**

**3 – опора**

**4 – ролик**

# Виды кулачковых механизмов

## 4. Пространственный кулачковый механизм



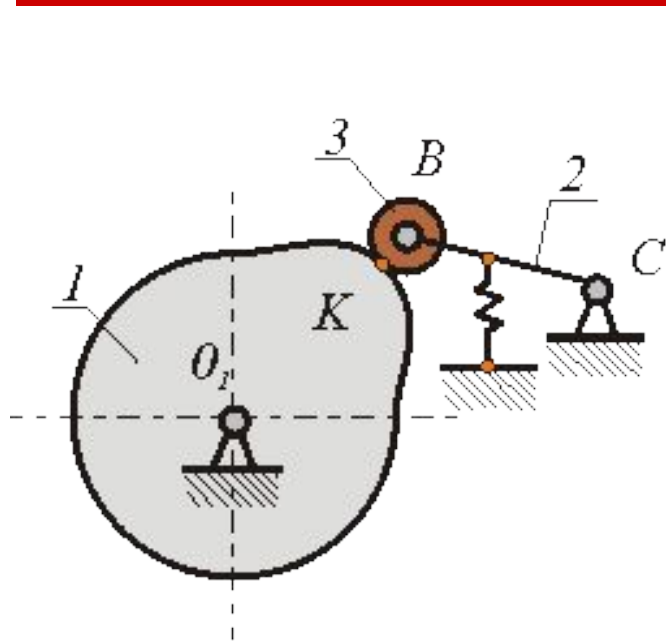
**1 – кулачок**  
вращательное  
движение

**2 – толкатель**  
возвратно-  
поступательное  
движение

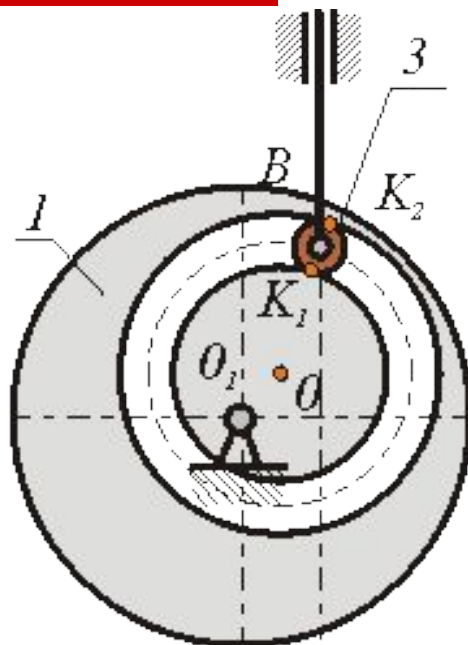
**3 – опора**

**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

---

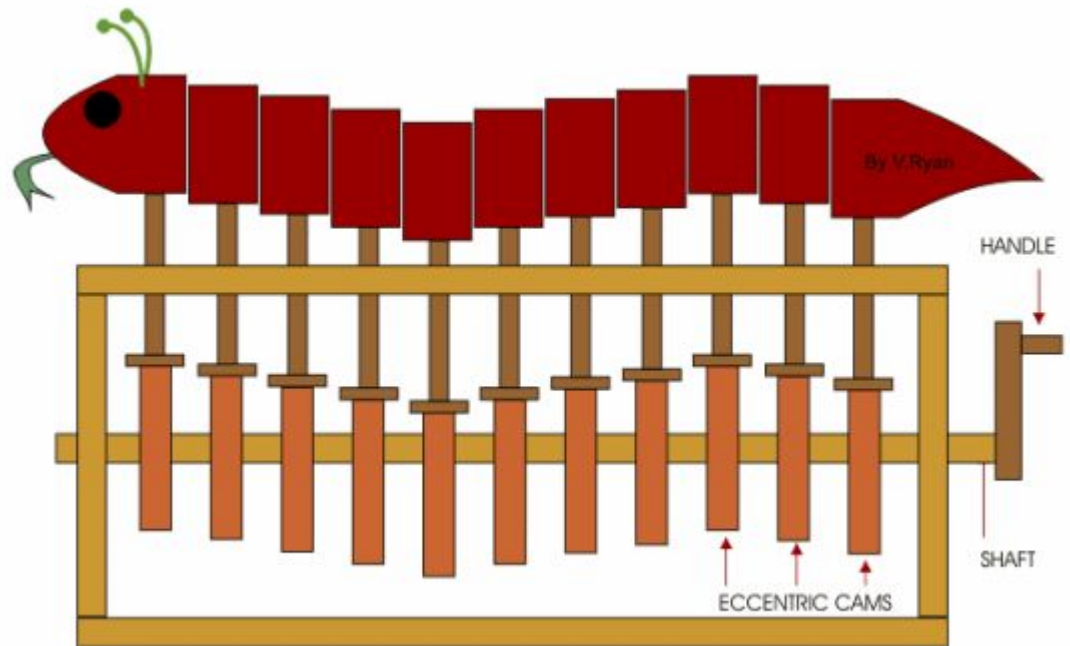
1. Механизмы с ВКП должны иметь силовое или геометрическое замыкание.
2. Контактные усилия в ВКП гораздо выше, чем в НКП, что приводит к износу, т.е. 2 профиля теряют свою форму и как следствие, свое главное достоинство.
3. Сложность обработки профиля кулачка.
4. Невозможность работы на больших оборотах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

# Применение кулачковых механизмов

Кулачки применялись при создании музыкальных шкатулок

А также при создании игрушек

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

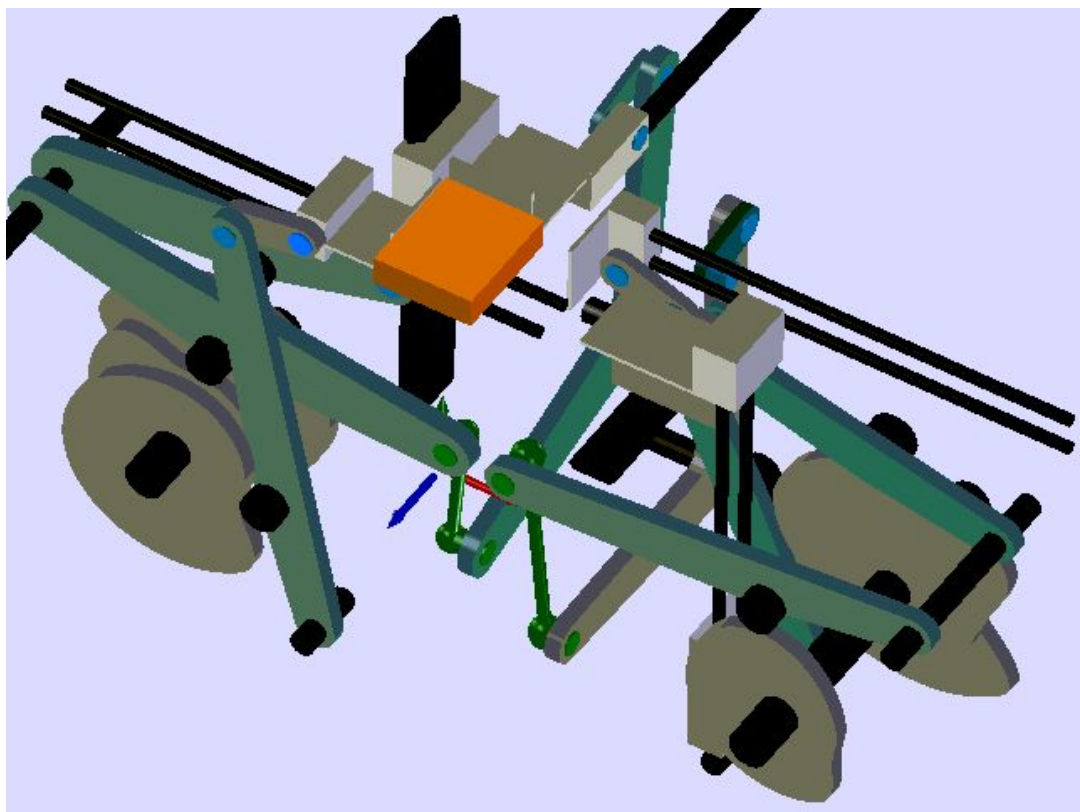


# Применение кулачковых механизмов

---

Кулачковые механизмы широко применяются в различных областях.

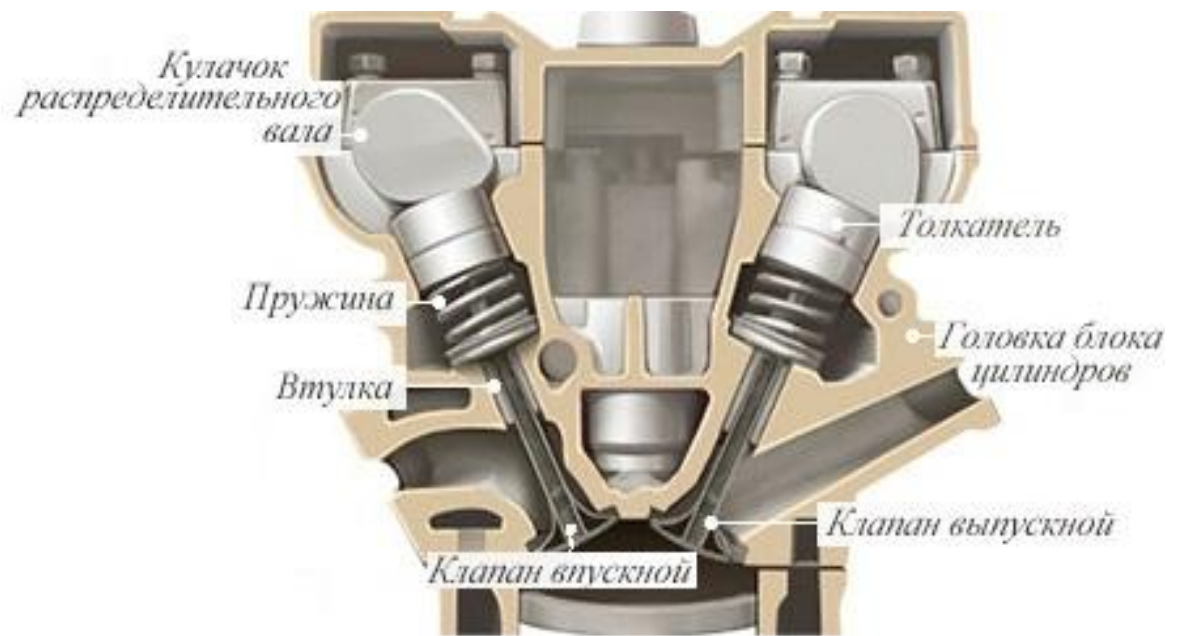
Например, в загрузочных устройствах и устройствах подачи.



# Применение кулачковых механизмов

Для обеспечения своевременного срабатывания какой-либо части механизма

Например, в газораспределительном механизме ДВС



# Применение кулачковых механизмов

---



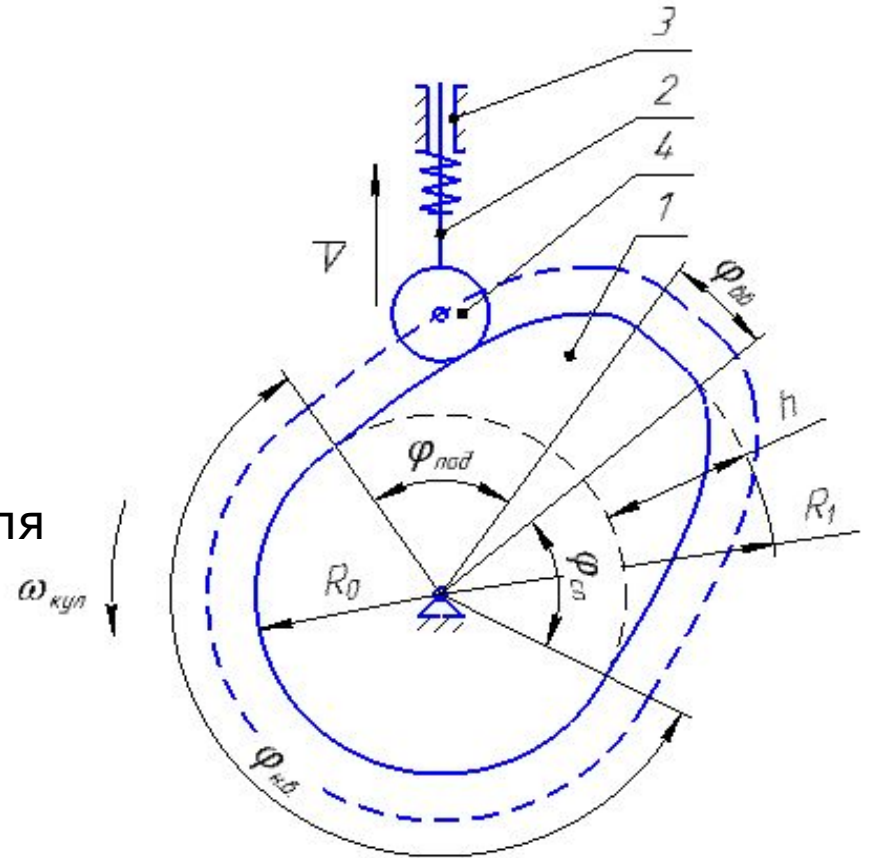
# Параметры кулачковых механизмов

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) -  $\varphi_{\text{с}}$ .

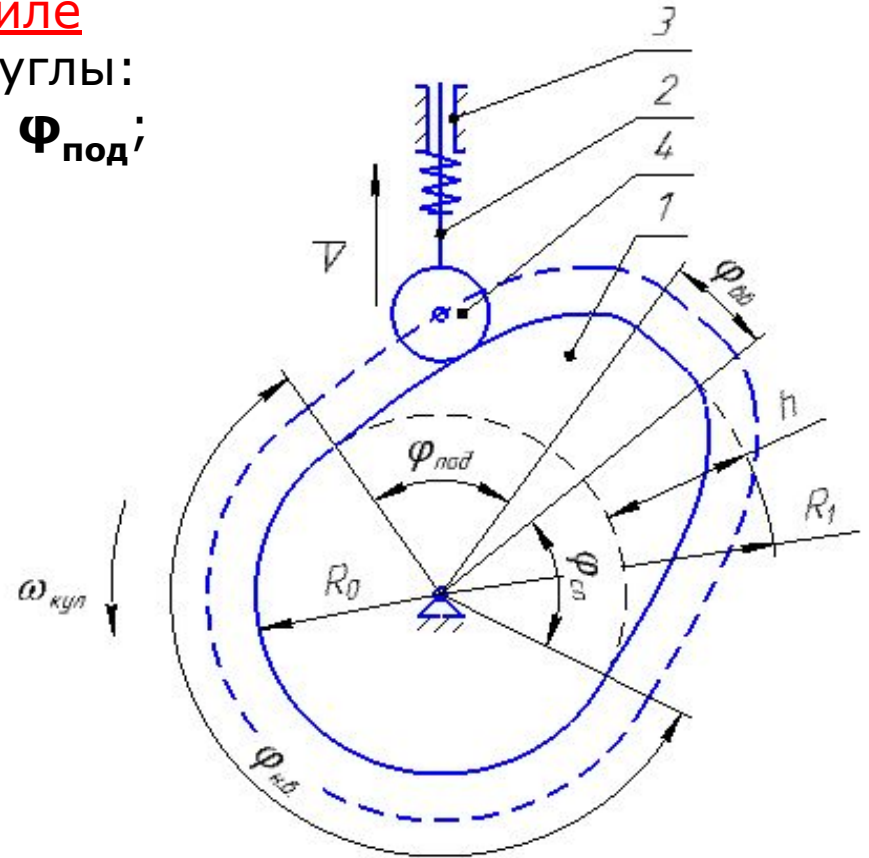
**Рабочий угол профиля кулачка**

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

**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.

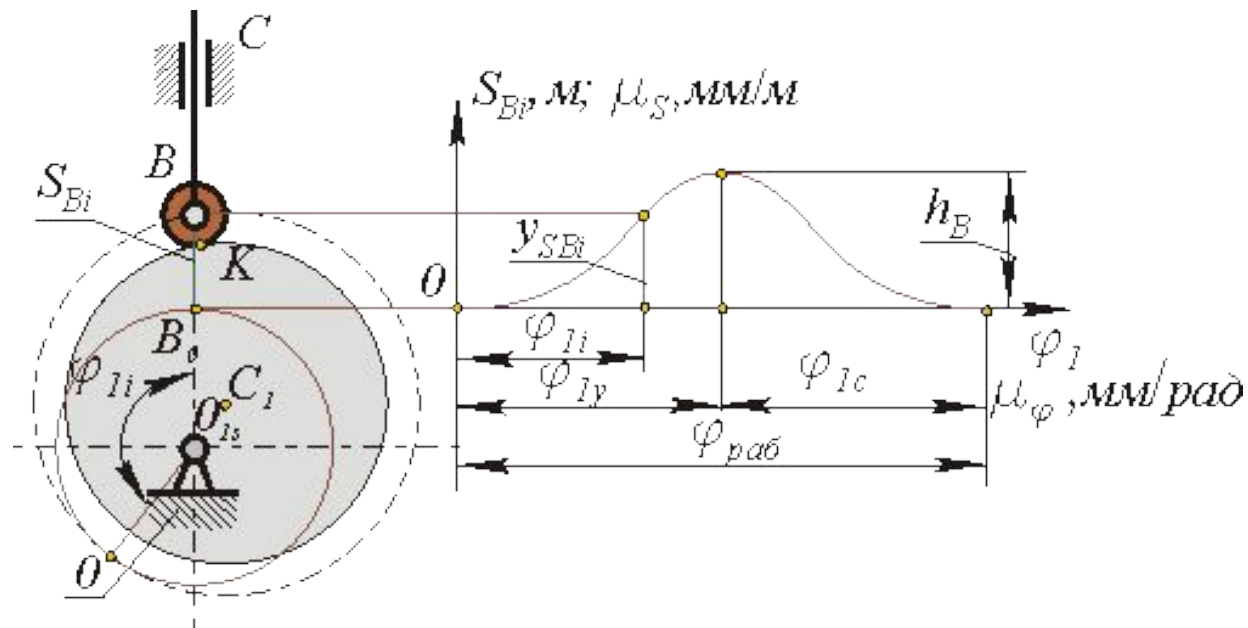


График перемещений толкателя в функции от угла поворота кулачка

# Угол давления в кулачковом механизме

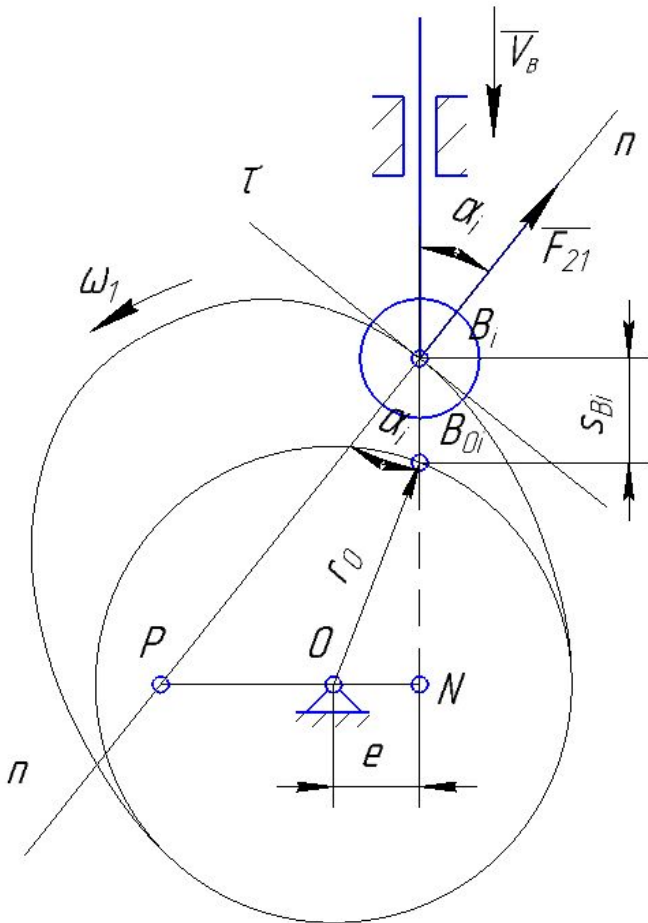
**Угол давления** – это угол между скоростью в точке контакта и нормалью к профилю (т.е. направление силы).

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

*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  $35^\circ \div 40^\circ$ .





# 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**