

«Захватные устройства»

# Основные понятия и определения

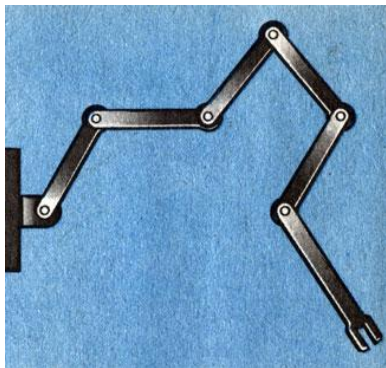
**Захватное устройство промышленного робота (ЗУ)** - рабочий орган промышленного робота (ПР) для захватывания и удерживания предмета производства и/или технологической оснастки (ГОСТ 26063-84).

**Вид захвата** определяется:

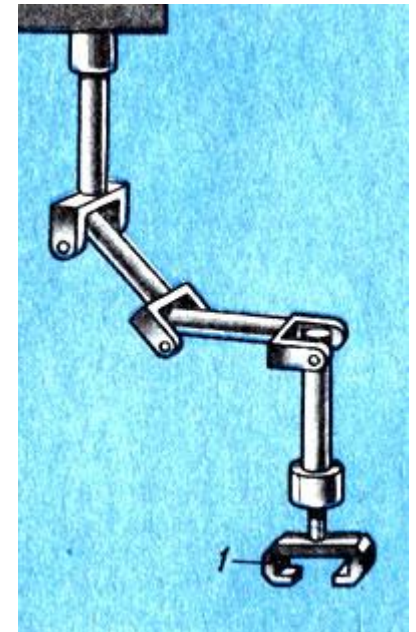
- формой, размером, массой и свойствами захватываемого предмета обработки;
- специфическими требованиями технологического процесса.

**Захватные устройства** являются рабочими органами промышленных роботов.

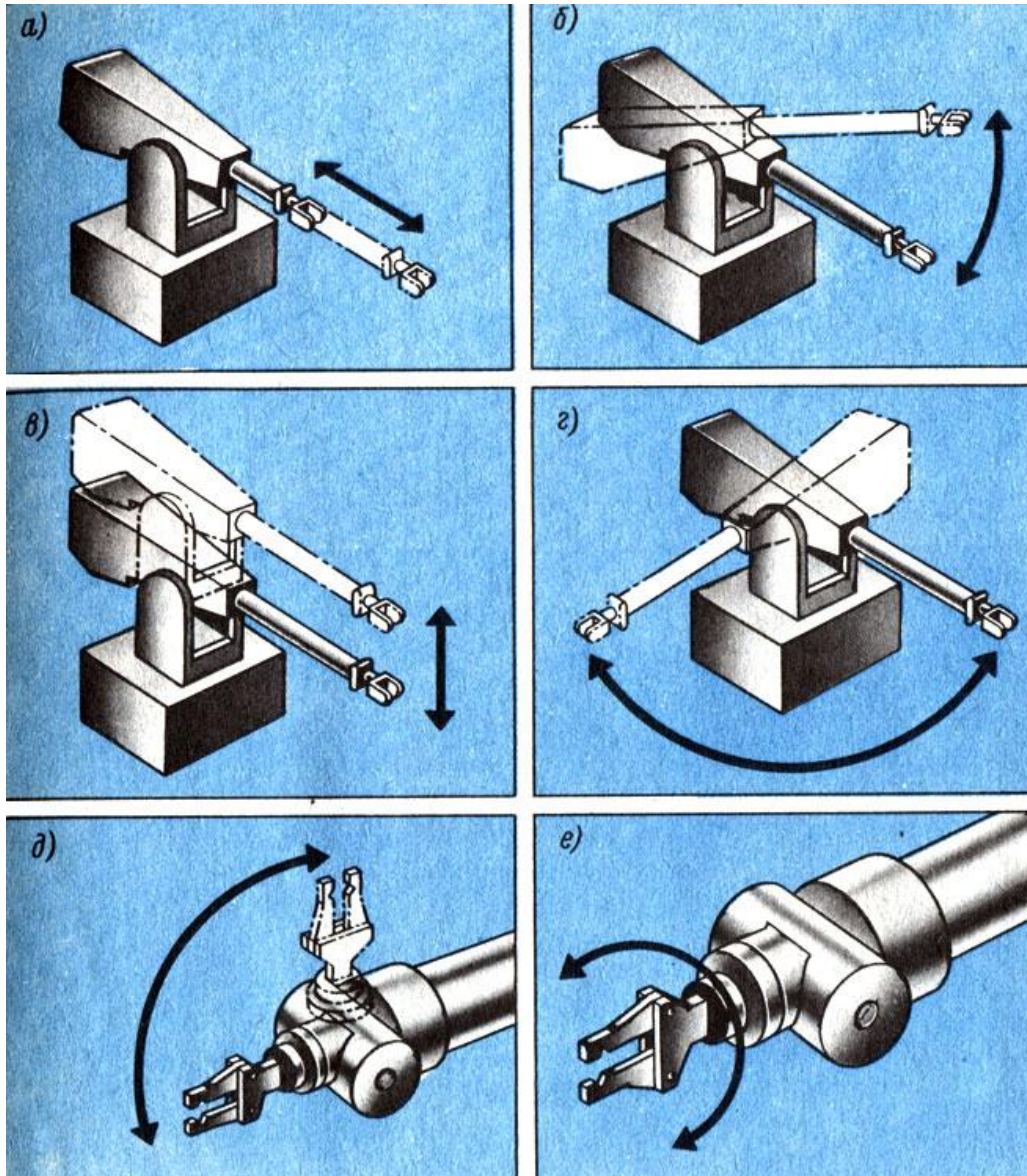
**Схват манипулятора** - последнее (рабочее) звено манипулятора, является аналогом кисти человеческой руки.



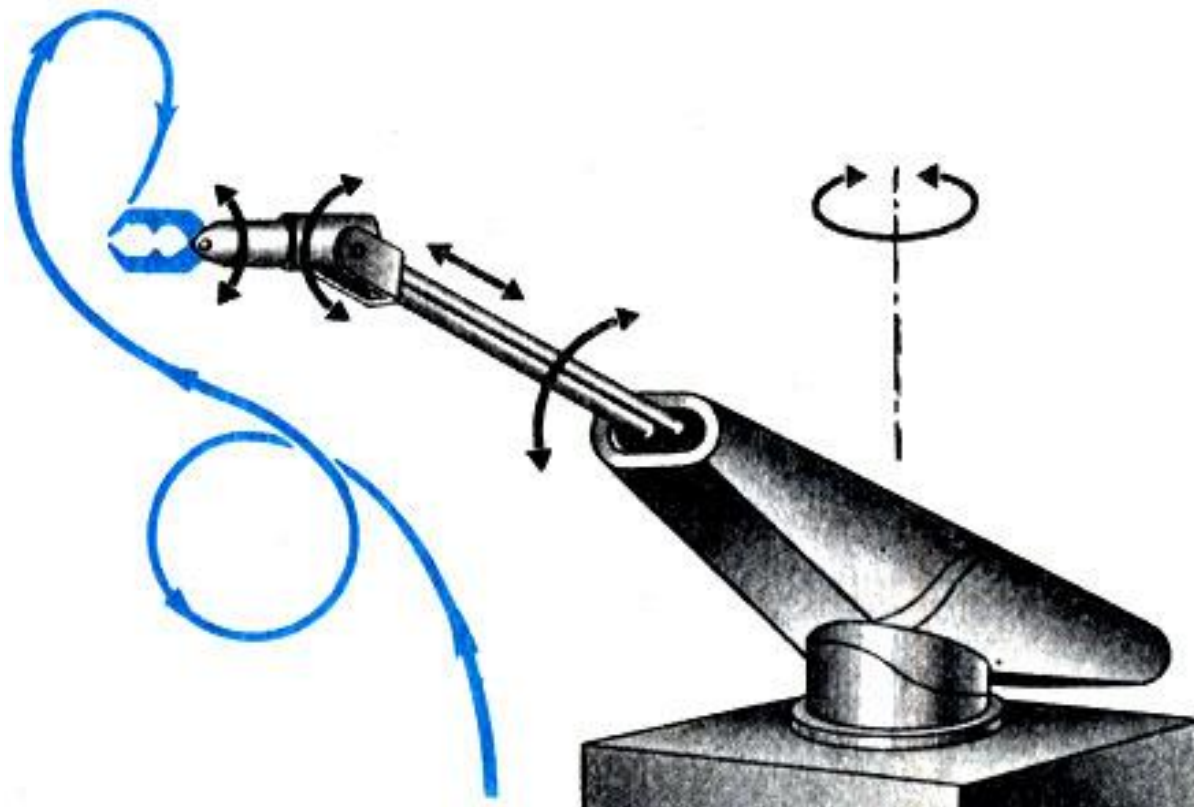
*1 - схват (рабочее звено)*



# Движения манипулятора



# Совместные перемещения звеньев манипулятора



Криволинейная пространственная траектория сложной формы,  
описываемая схватом

# Требования к захватным устройствам

К захватным устройствам ПР предъявляются требования **общего характера и специальные**, связанные с конкретными условиями.

## Общие требования:

- надежность захвата и удержание заготовки;
- стабильность базирования;
- универсальность (способность захватывать и удерживать заготовки в широком диапазоне типоразмеров);
- высокая гибкость — легкая и быстрая переналадка или смена захватного устройства;
- малые габариты и масса.

## Специальные требования:

- широкодиапазонность;
- обеспечение возможности захватывания близко расположенных деталей;
- легкость и быстрота смены захватного устройства;
- возможность изменения усилия удержания объекта манипулирования.

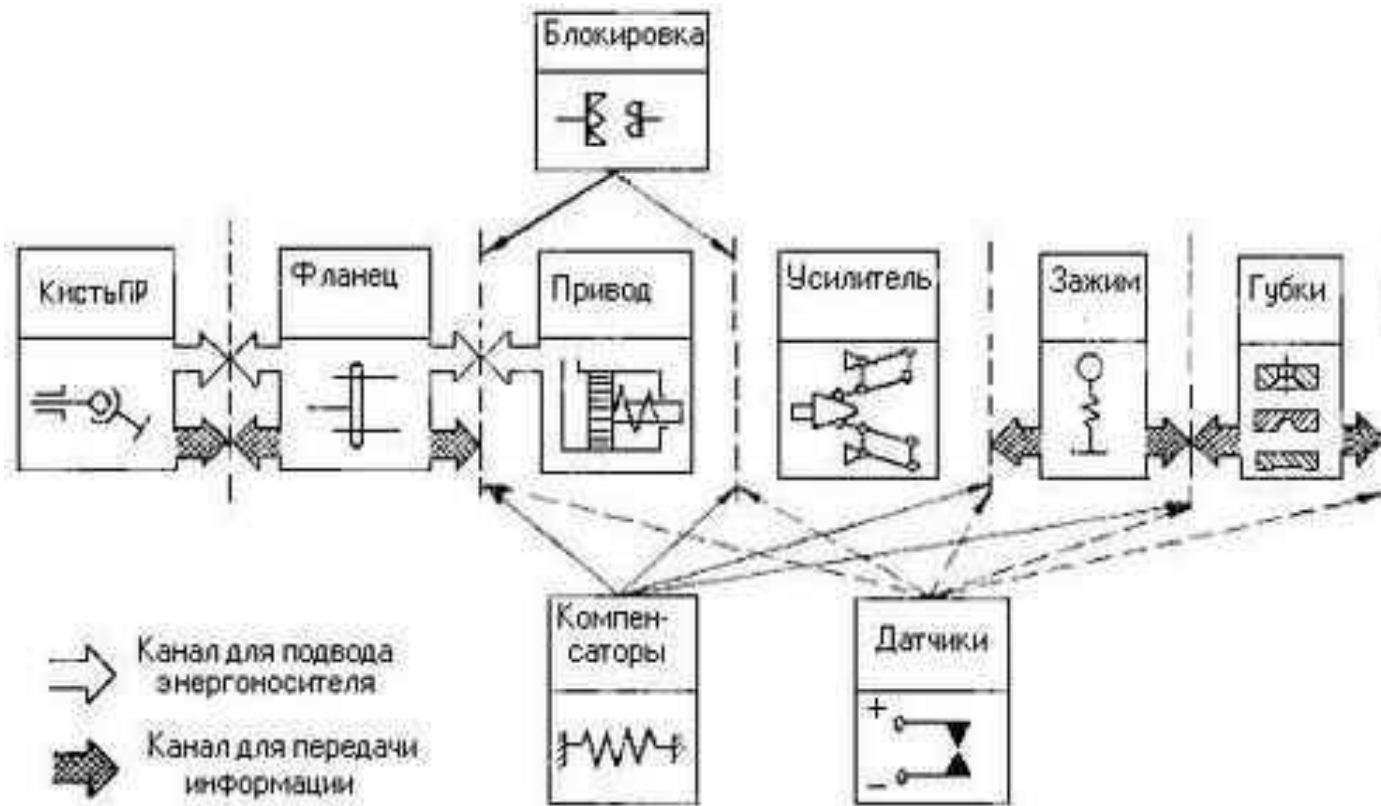
# Требования к захватным устройствам (продолжение)

**Стандарт СТ СЭВ 5460-85** «Роботы промышленные. Устройства захватные.

Типы, номенклатура основных параметров, присоединительные размеры» устанавливает следующие **эксплуатационные показатели** захватных устройств:

- номинальная сила захватывания;
- масса захватного устройства;
- время захватывания;
- время отпускания;
- средняя наработка на отказ и среднее время восстановления отказа;
- габаритные размеры захватного устройства;
- количество используемых пальцев;
- характерные размеры объекта манипулирования;
- условия эксплуатации;
- вид привода;
- энергетические показатели;
- максимальная масса объекта манипулирования.

# Структура захватных устройств



Общая структура захватных устройств

# Структура захватных устройств (продолжение)

## Основные элементы ЗУ:

- соединительные фланцы;
- силовые приводы или устройства преобразования энергии в механическую силу;
- передаточные механизмы;
- рабочие элементы захвата.

## Передаточные механизмы в составе ЗУ:

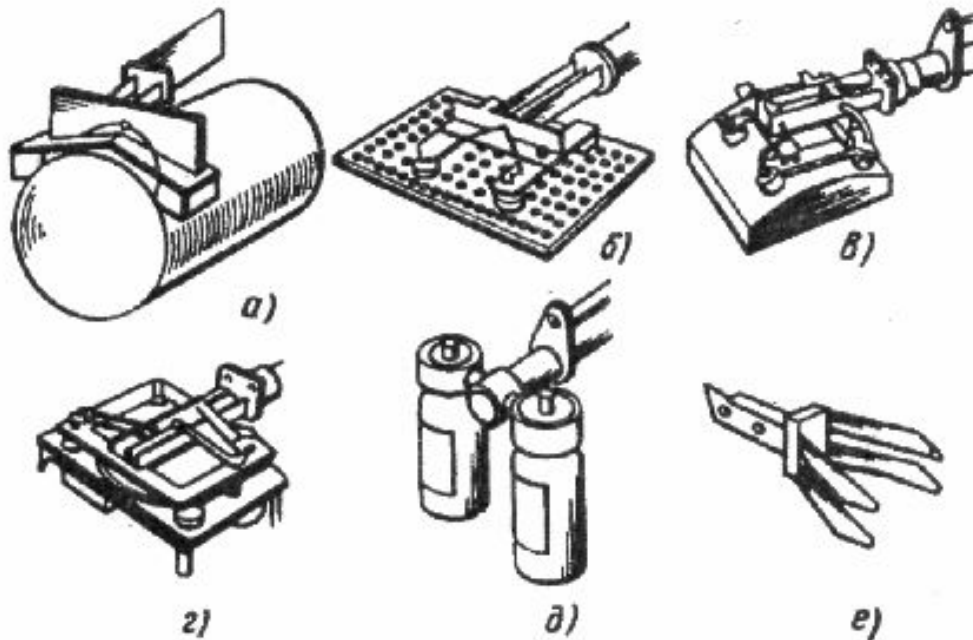
- рычажно-шарнирные;
- рычажно-кулисные;
- рычажно-зубчатые;
- рычажно-винтовые;
- рычажно-кулачковые;
- клиновые.



# Классификация захватных устройств

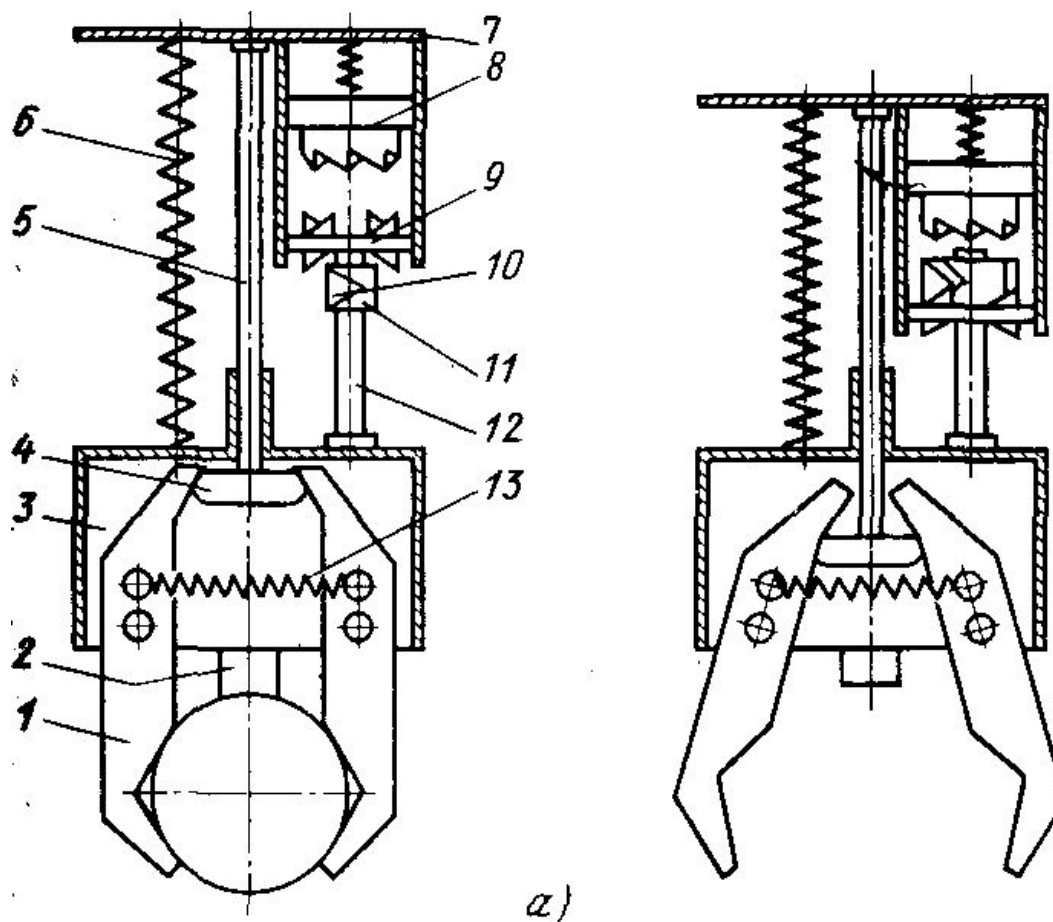
## 1. По взаимодействию с объектом манипулирования:

- механические;
- вакуумные;
- магнитные и др.



**Захватные устройства.** а и б – электромагнитные, в и г – вакуумные;  
д и е – с эластичными камерами

# Классификация захватных устройств (продолжение)



Неприводные механические ЗУ со стопорными механизмами

# Классификация захватных устройств (продолжение)

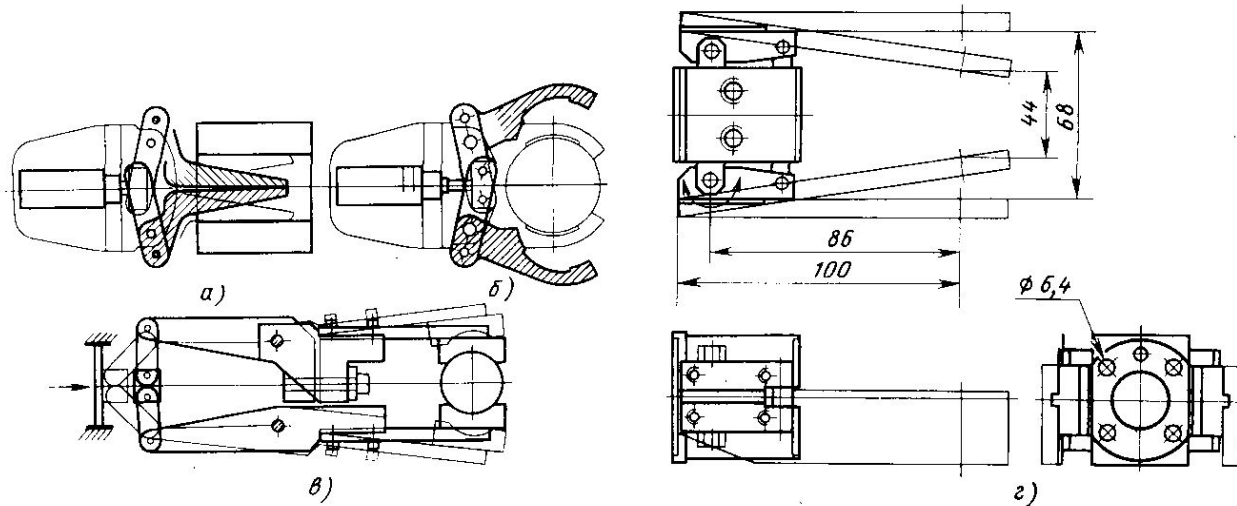
## Сравнительные характеристики электромагнитных и вакуумных ЗУ

Электромагнитные ЗУ	Вакуумные ЗУ
Пригодны только для намагничивающихся материалов	Пригодны только для плоских и ровных поверхностей для всех материалов
Возможна большая сила притяжения на единицу поверхности	Обеспечивают ограниченную силу притяжения для данной площади
Высокая точность базирования благодаря жесткости сердечника	Пониженная точность базирования из-за эластичности присосок
Сопутствует остаточный магнетизм, вызывающий опасность загрязнения и повреждения поверхностей детали и захватного устройства	Необходимо отсутствие частиц между присосками и поверхностью детали
Быстрота захватывания детали	Требуется некоторое время для создания необходимого вакуума
Простота конструкции: катушки и сердечники могут быть легко изготовлены потребителем	Конструкция более сложная: необходима герметичность соединений, требуются присоски и трубопроводы
Катушки нагреваются, но конструкция долговечна	Срок работы конструкции ограничен

# Классификация захватных устройств (продолжение)

## 2. В зависимости от вида контакта рабочего элемента с объектом манипулирования:

- одностороннего действия (вакуумные, магнитные, струйные и т.п.);
- двухстороннего действия (подвижные губки, цанговые и рычажные устройства);
- многостороннего действия (механические, оболочковые, комбинированные).

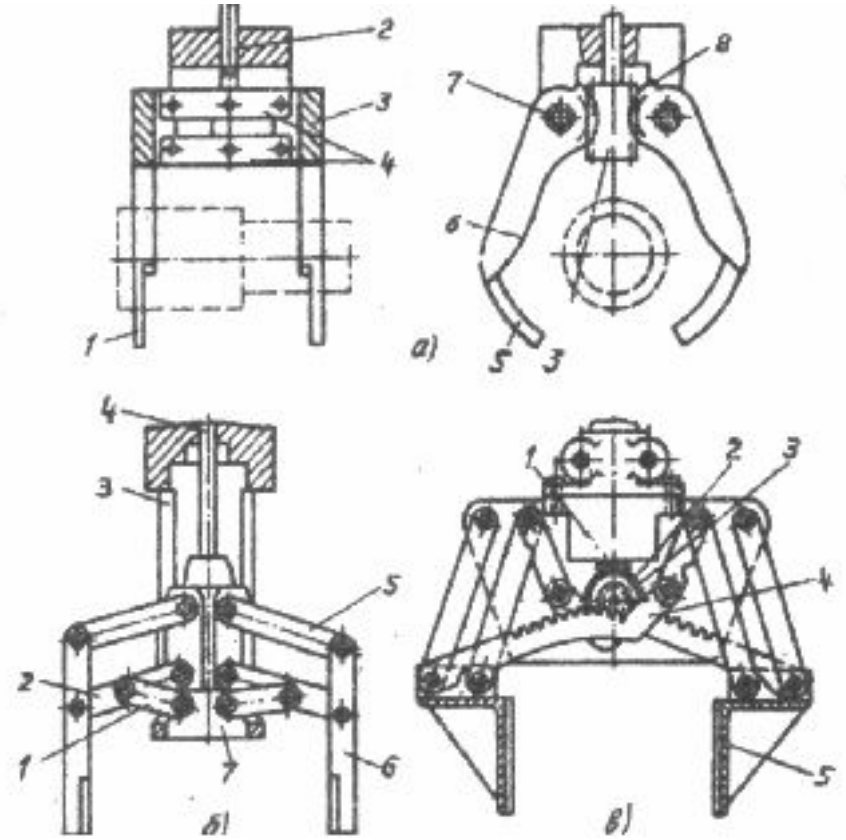


Клещевые механические ЗУ с рычажными передаточными механизмами

# Классификация захватных устройств (продолжение)

## 3. По способу ориентирования деталей:

- центрирующие;
- базирующие;
- фиксирующие;
- захватные устройства, способные к перебазированию детали.



Центрирующие широкодиапазонные ЗУ: а – с двумя поворотными губками; б и в – с параллельным перемещением губок

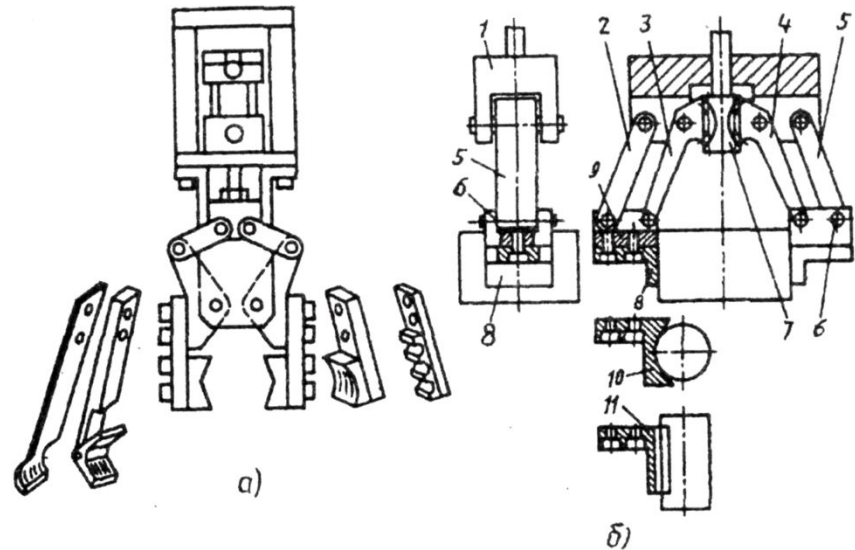
# Классификация захватных устройств (продолжение)

## 4. По числу рабочих позиций:

- однопозиционные;
- многопозиционные (параллельного действия, последовательного действия, комбинированные ЗУ).

## 5. В зависимости от характера крепления к манипуляторам:

- несменяемые;
- сменные;
- быстросменные (байонетные замки, кулачковые соединения и т.п.);
- автоматически сменяемые.

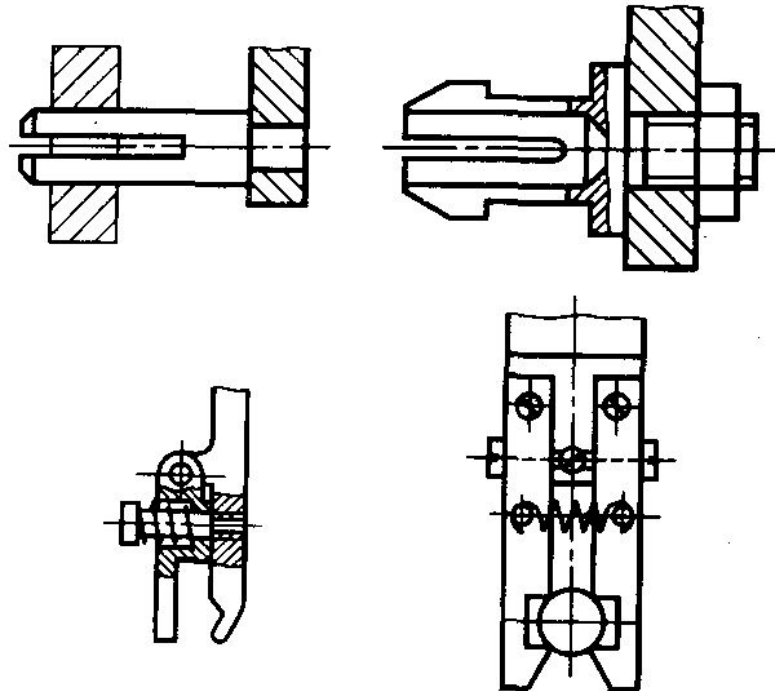


Захватные устройства со сменными гюками. а – с шарнирно-рычажным механизмом; б – с зубчатым и рычажным механизмами

# Классификация захватных устройств (продолжение)

## 6. По виду управления:

- неуправляемые;
- командные;
- жесткопрограммируемые;
- адаптивные.



неуправляемые механические зу

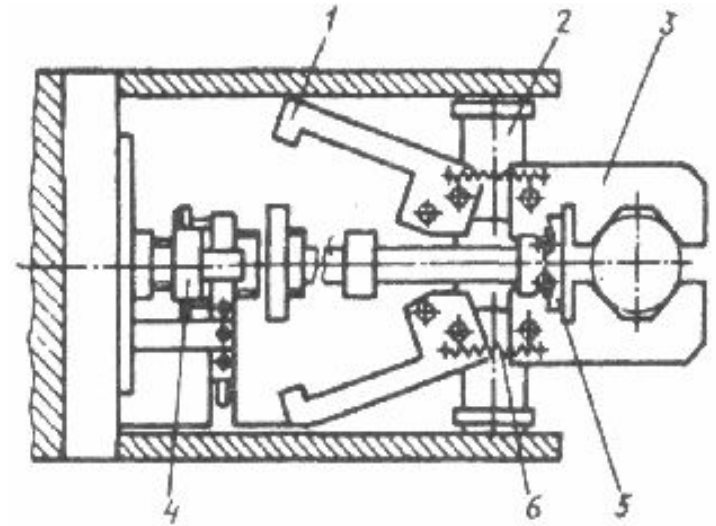
# Классификация захватных устройств (продолжение)

## 7. В зависимости от степени специализации:

- специализированные;
- специальные;
- универсальные.

## 8. По числу выполняемых функций:

- однофункциональные;
- многофункциональные.



ЗУ с рычажным механизмом

## 9. По виду преобразователей энергии:

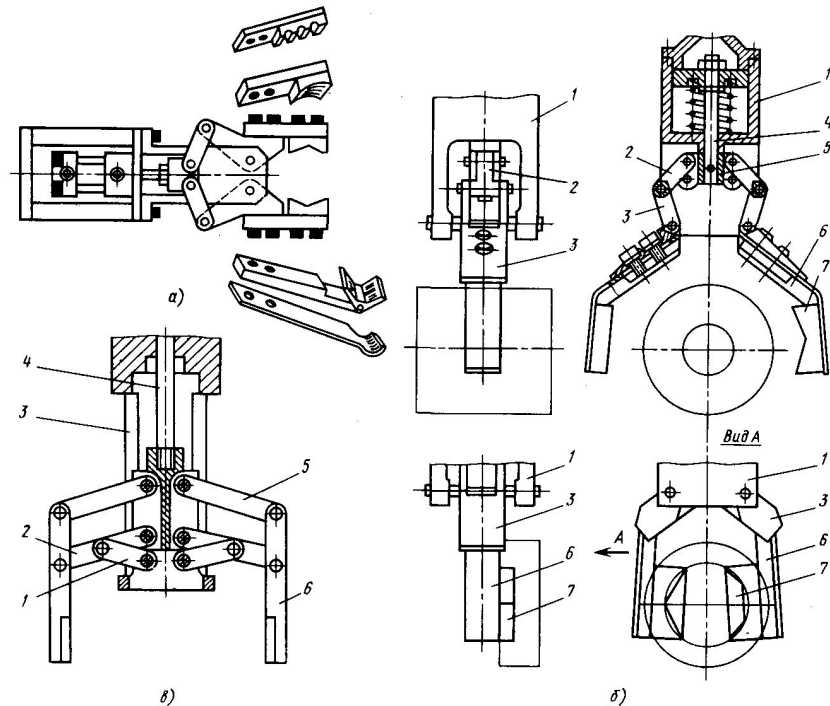
- силовые приводы;
- сила упругости;
- сила тяжести самого объекта манипулирования;
- усилия пружин.



# Механические хватные устройства ПР

Механические ЗУ классифицируют:

1. По типу привода (пружинные, пневматические, гидравлические, электромеханические).
2. По типу губок (жесткие, регулируемые, гибкие или пружинящие).
3. По виду передаточного механизма (рычажные, реечные, клиновые).



Широкодиапазонные механические ЗУ с рычажными передаточными механизмами и пневматическим приводом

# Расчёт механических захватных устройств

Соотношение между силой  $P$  привода, силами  $F$  на губках или моментом  $M$  на губках захватного устройства определяют из условий статического равновесия.

Так, для захвата с рычажным механизмом, показанным  $\Sigma F = 0$  в точке С имеем

$$2 \sin \gamma F_{23} \sim P = 0, \text{ откуда } F_{23} = \frac{P}{2 \sin \gamma}$$

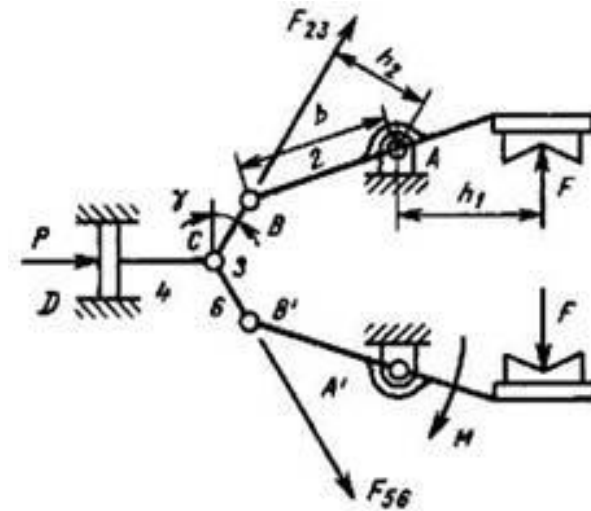
Из условия  $\Sigma M = 0$  относительно точки А следует

$$\frac{P}{F} \eta = \frac{h_1}{h_2} 2 \sin \gamma$$

где  $\eta$  — КПД механизма.

При известном моменте  $M$  сила привода:

$$P \eta = \frac{\sum_{j=1}^n M_j \sin \gamma}{h_2}$$



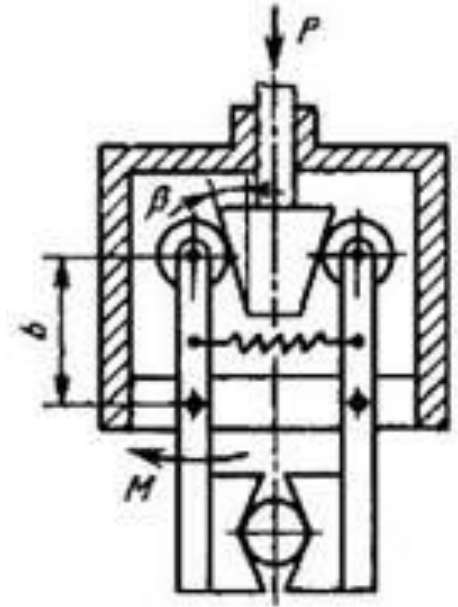
# Расчёт механических захватных устройств (продолжение)

Для захватного устройства с клиновым механизмом сила привода:

$$P\eta = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^n M_j \operatorname{tg}(\beta + \rho)$$

Для захватов с симметричным расположением губок при  $M_1 = M_2 = M$  сила привода:

$$P\eta = \frac{1}{b} 2M \operatorname{tg}(\beta + \rho)$$

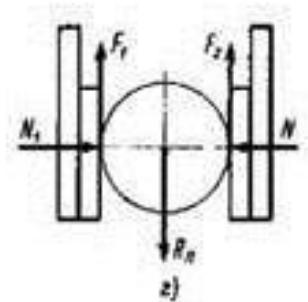


Силы захватывания, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения :

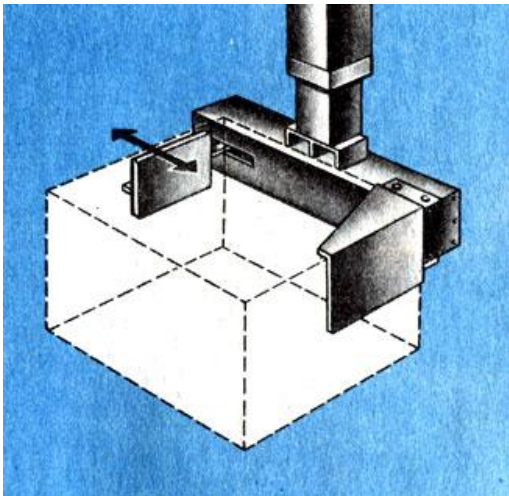
$$F = K_1 K_2 K_3 m g$$

Например, для плоских губок силы захватывания:

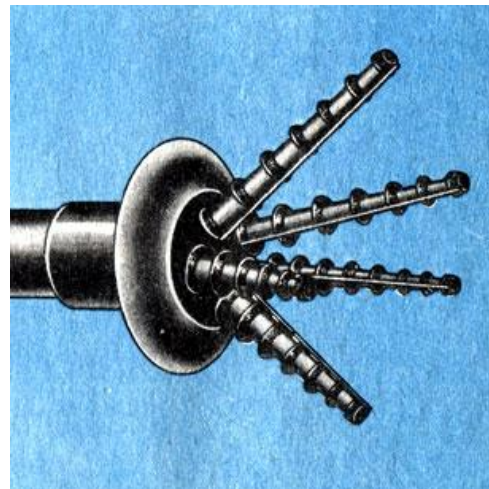
$$N_1 = N_2 = \frac{R_n}{2\mu} \quad F_1 = F_2 = \mu N_1 = \mu N_2$$



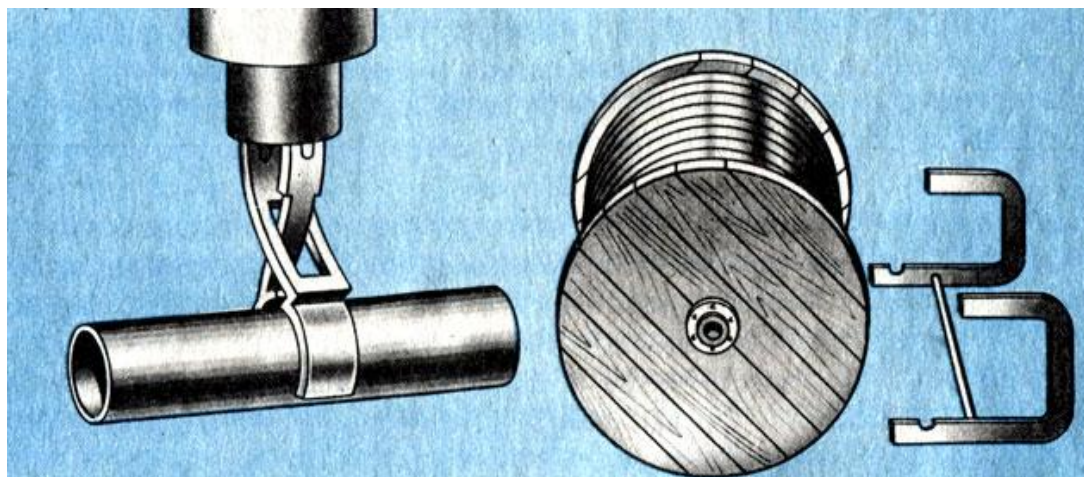
# Схваты манипуляторов



Схват клешнеобразной формы

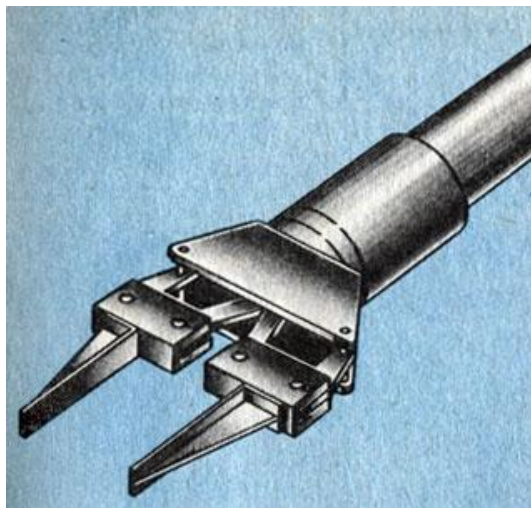


Надувной схват с пятью гибкими резиновыми пальцами

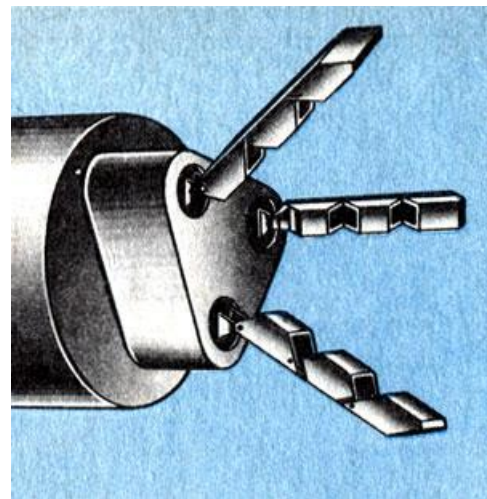


Схваты, предназначенные для переноса труб (слева) и барабанов с кабелем (справа)

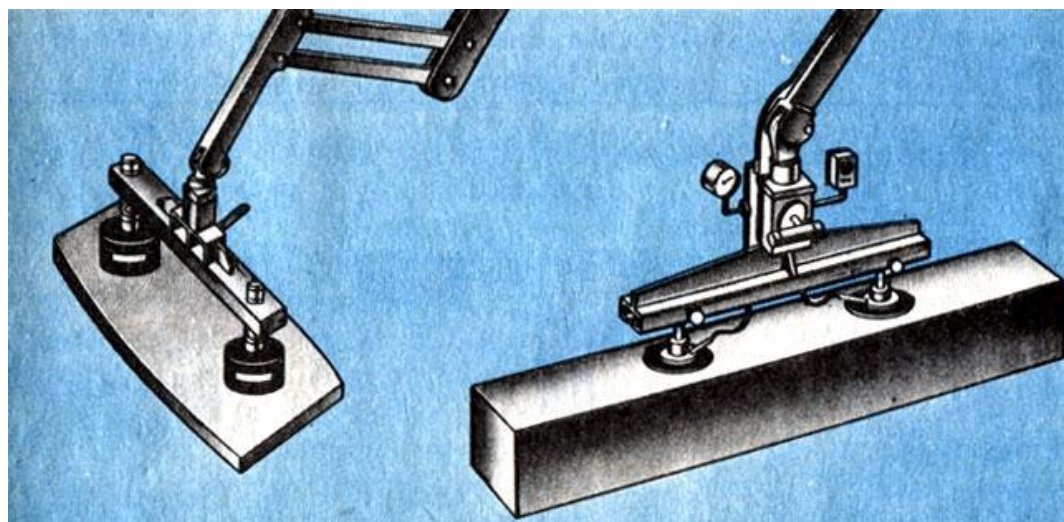
## Схваты манипуляторов (продолжение)



Двухпальцевый схват

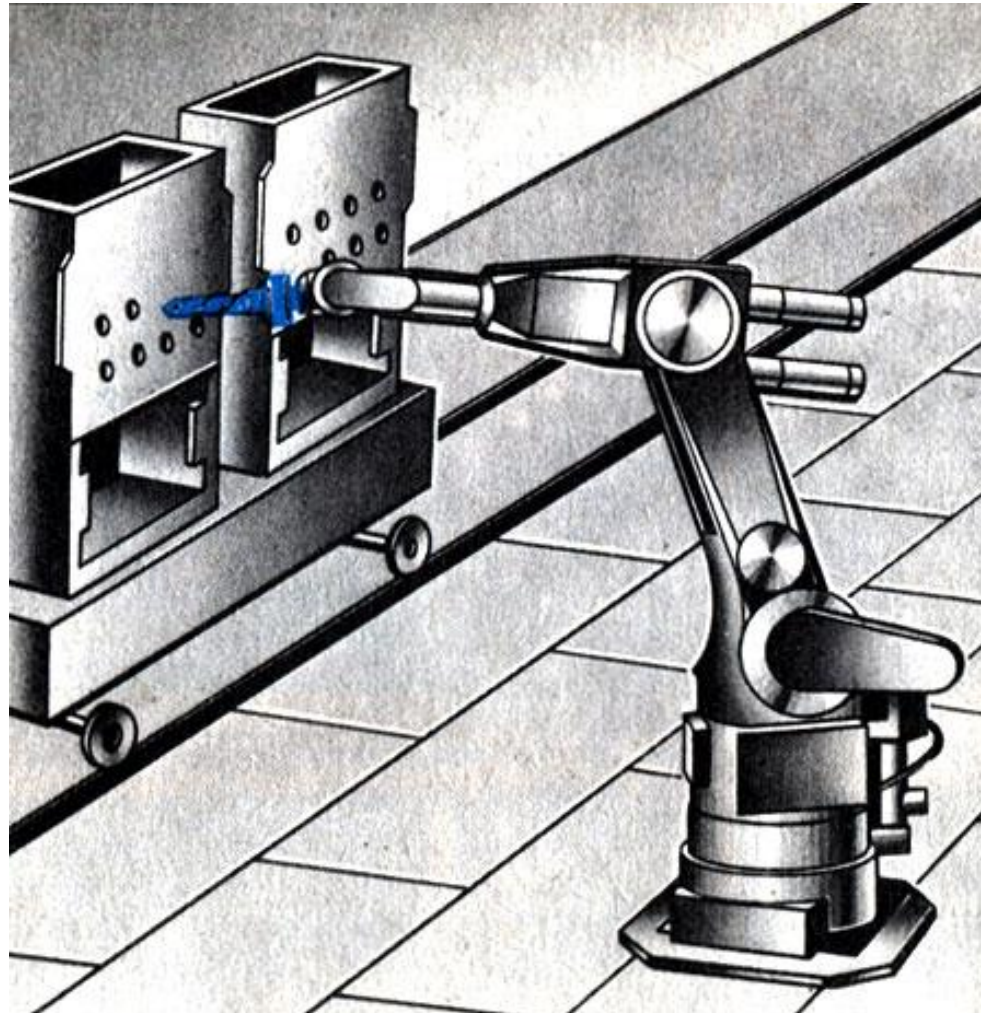


Трехпальцевый схват со сложной формой пальцев



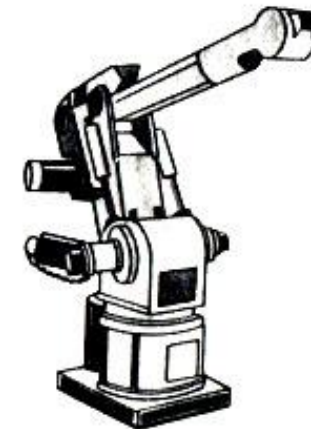
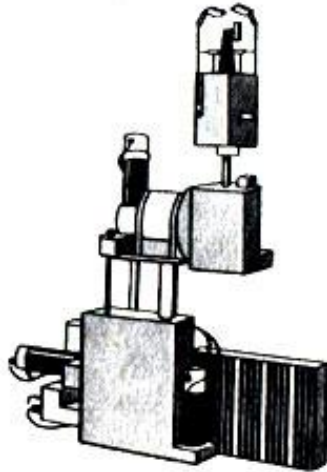
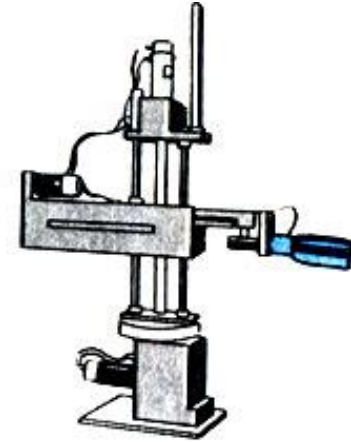
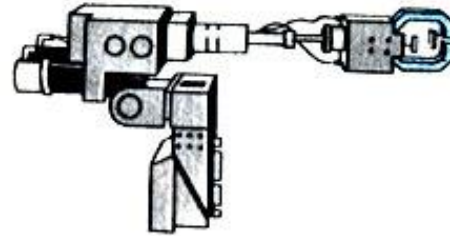
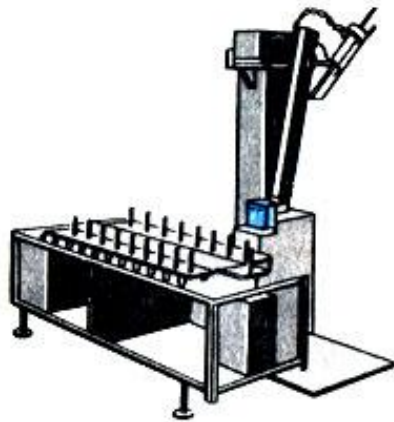
Немеханические схваты: магнитный (слева), с присосками (справа)

## Схваты манипуляторов (продолжение)



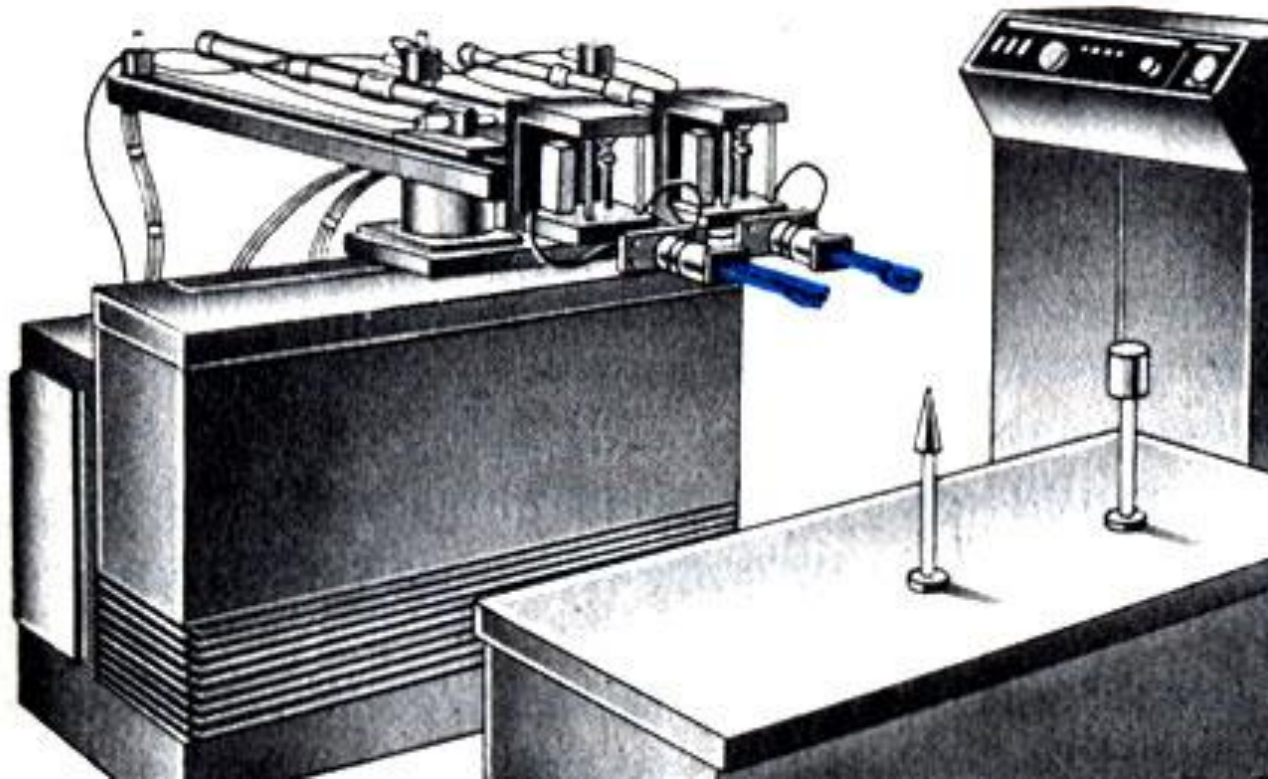
Робот-манипулятор с рабочим инструментом в качестве выходного звена

# Схваты манипуляторов (продолжение)



Разнообразные конструкции манипуляторов, обусловленные особенностями их применения

## Схваты манипуляторов (продолжение)



Робот с двумя одинаковыми манипуляторами

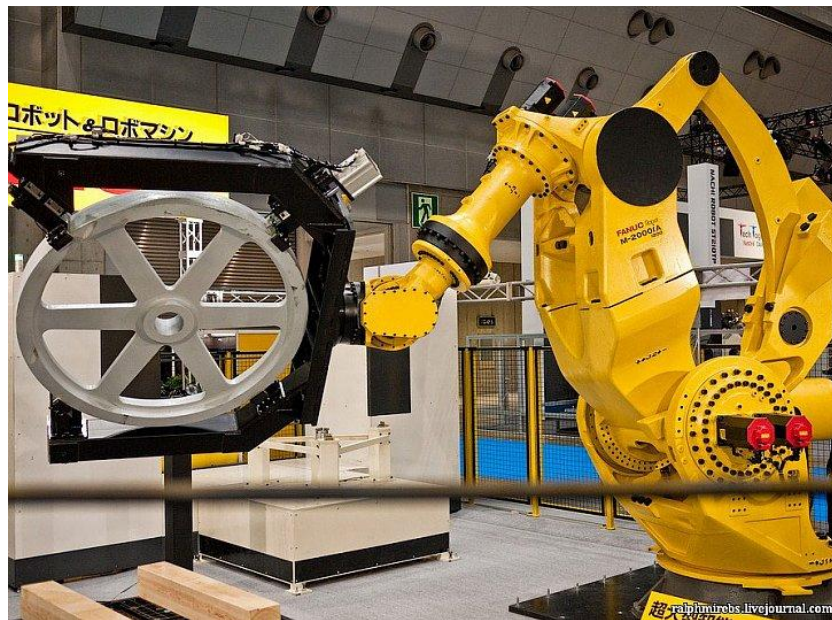


# Рабочие органы современных мехатронных модулей

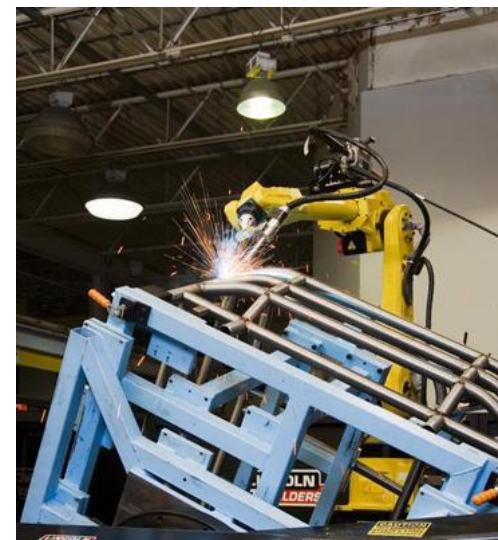


spot welding gun

Робот АБВ с пистолетом  
для точечной сварки



Роботы Fanuc (Япония)



# Заключение

- **Захватное устройство промышленного робота (ЗУ)** - рабочий орган промышленного робота (ПР) для захватывания и удерживания предмета производства и/или технологической оснастки.
- В качестве рабочего органа ПР чаще всего применяется **схват**.
- Схват манипулятора описывает траекторию, которая зависит от назначения схвата (типа ПР), числа и геометрии звеньев, кинематических характеристик робота.
  
- К захватным устройствам ПР предъявляются требования **общего характера** и **специальные**, связанные с конкретными условиями.
- **Классификация захватных устройств ПР** наглядно демонстрирует их многообразие по различным классификационным признакам.
  
- Рабочие органы современных ПР в наибольшей степени отражают области применения ПР, их характеристики и особенности эксплуатации, учитывая современные тенденции развития как робототехники, так и мехатроники в целом.