

«Захватные устройства»

Основные понятия и определения

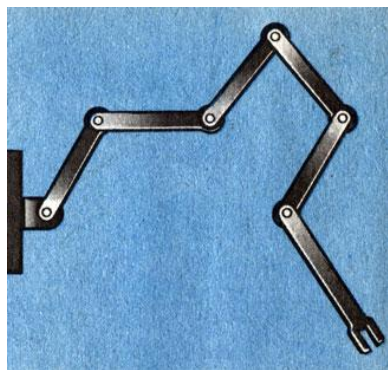
Захватное устройство промышленного робота (ЗУ) - рабочий орган промышленного робота (ПР) для захватывания и удерживания предмета производства и/или технологической оснастки (ГОСТ 26063-84).

Вид захвата определяется:

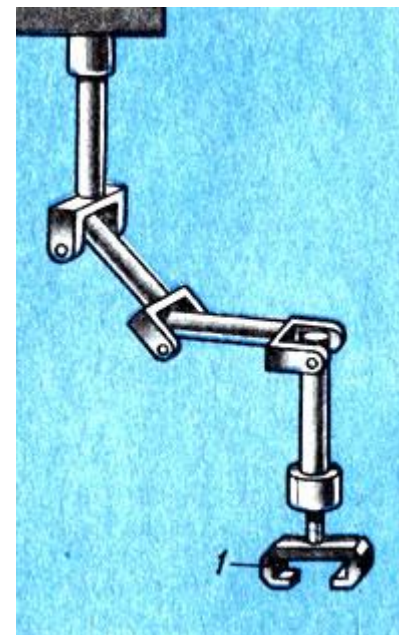
- формой, размером, массой и свойствами захватываемого предмета обработки;
- специфическими требованиями технологического процесса.

Захватные устройства являются рабочими органами промышленных роботов.

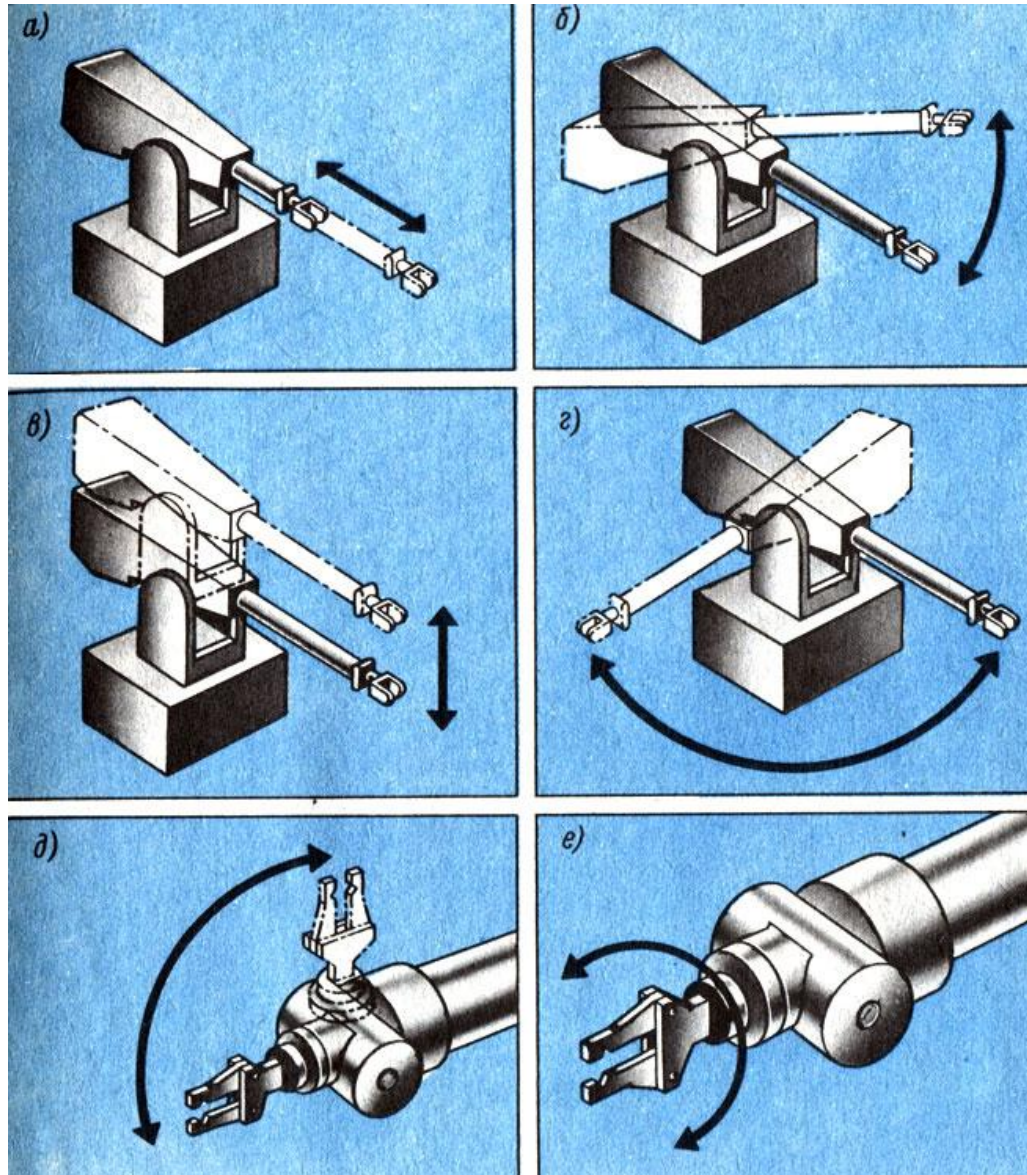
Схват манипулятора - последнее (рабочее) звено манипулятора, является аналогом кисти человеческой руки.



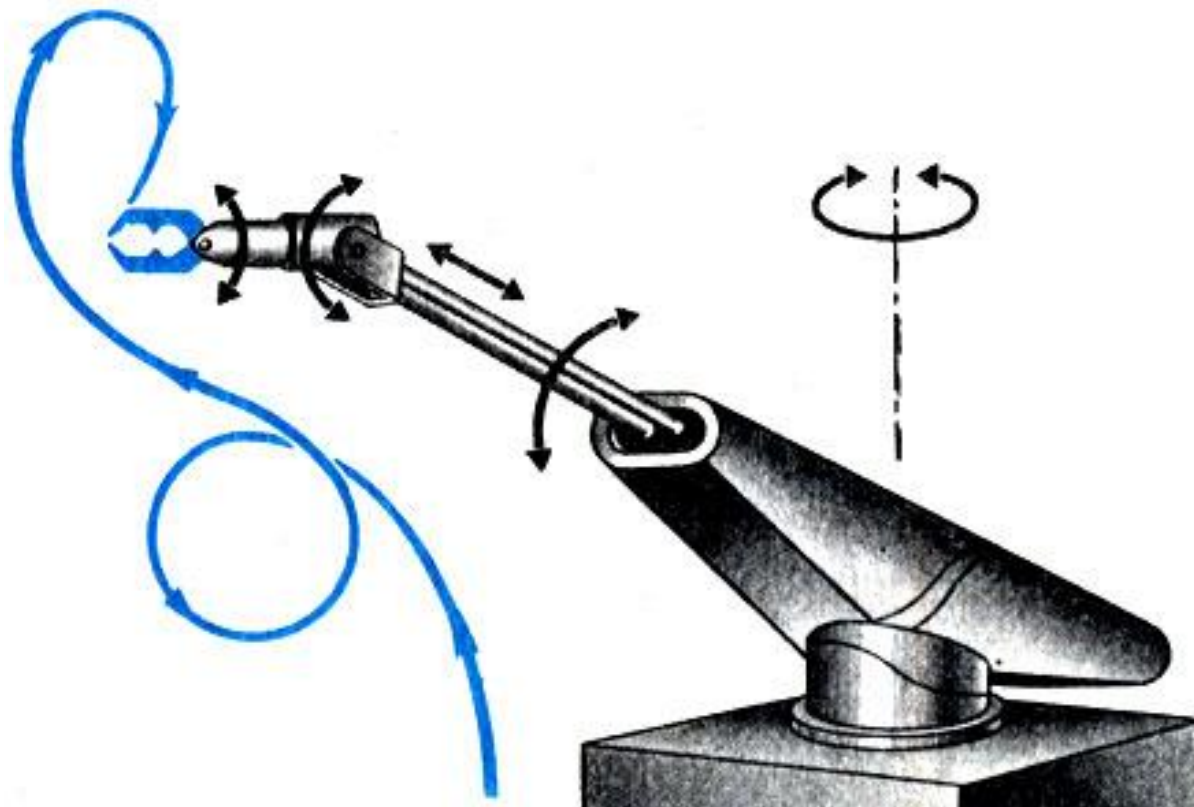
1 - схват (рабочее звено)



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.

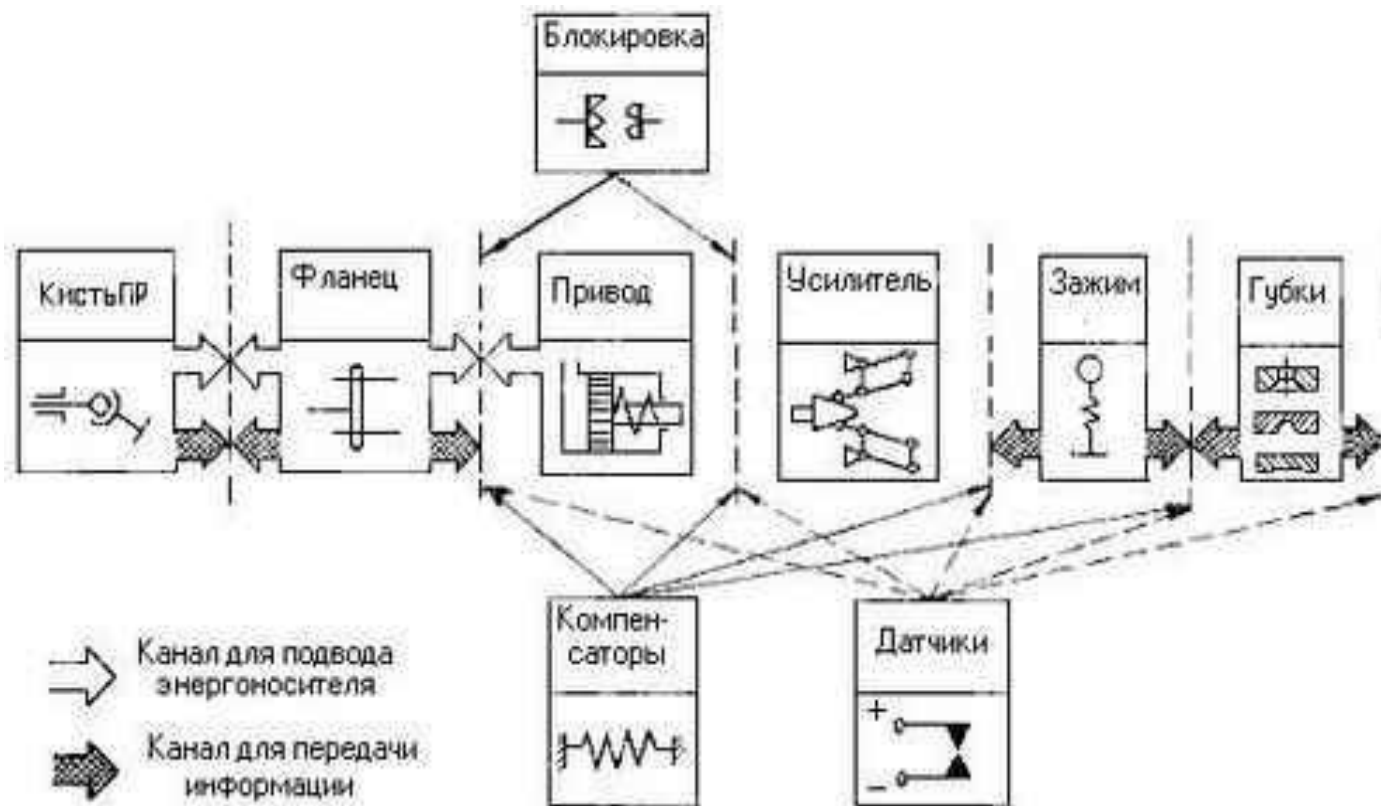
Требования к захватным устройствам (продолжение)

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.

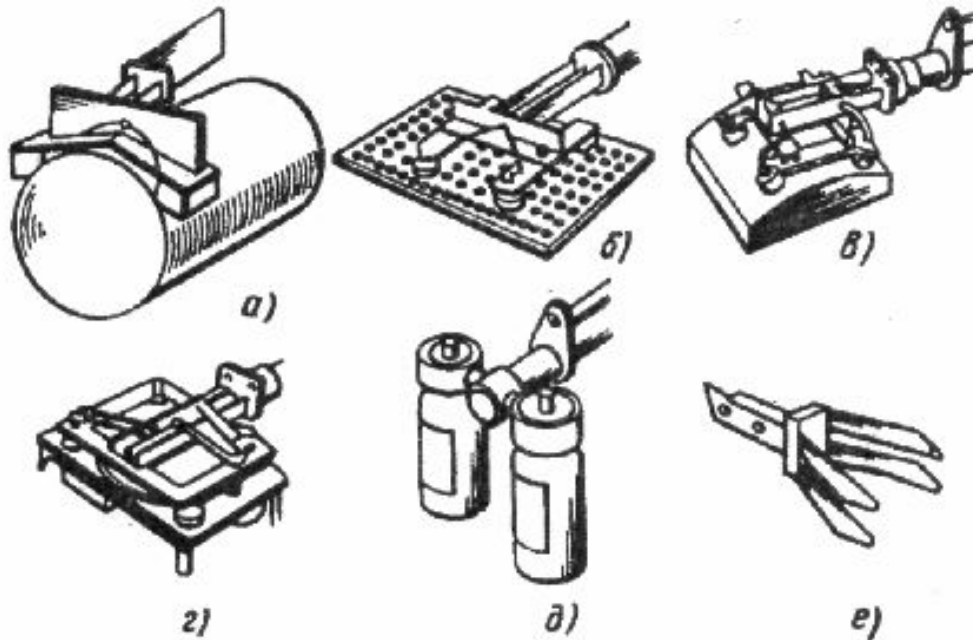
Передаточные механизмы в составе ЗУ:

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

Классификация захватных устройств

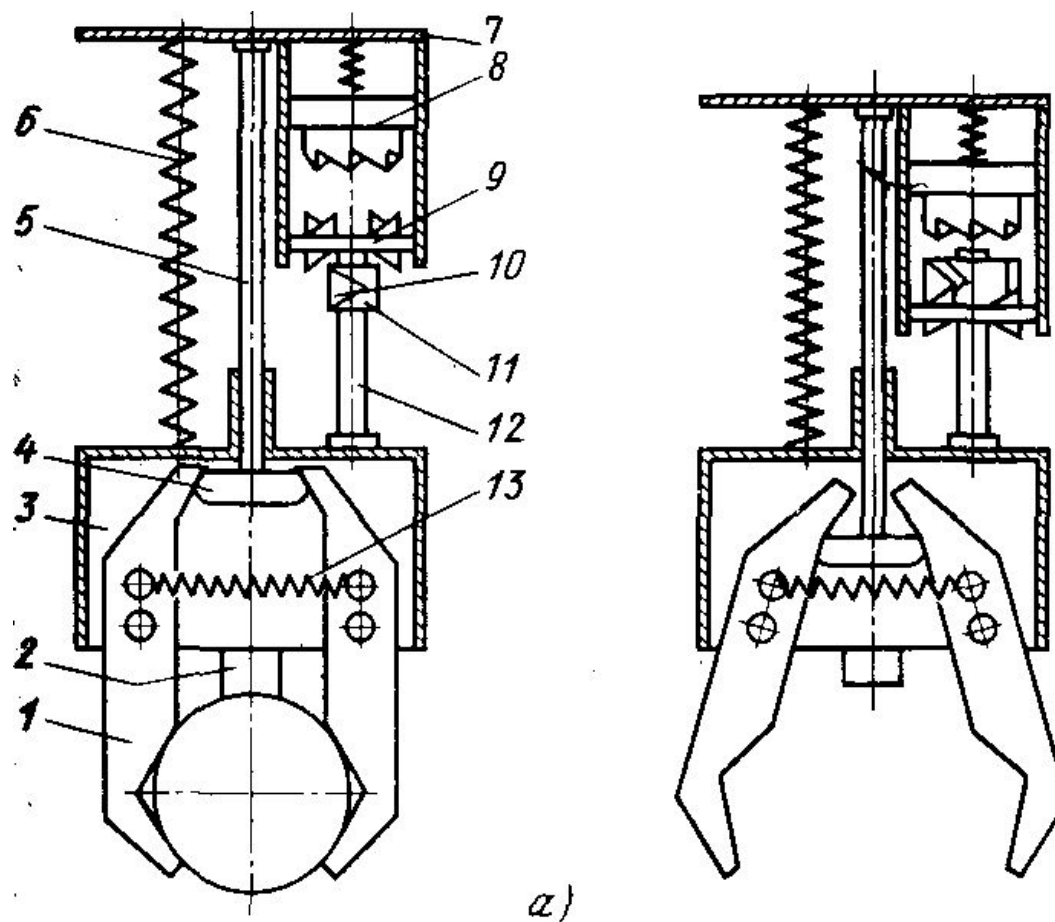
1. По взаимодействию с объектом манипулирования:

- 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)

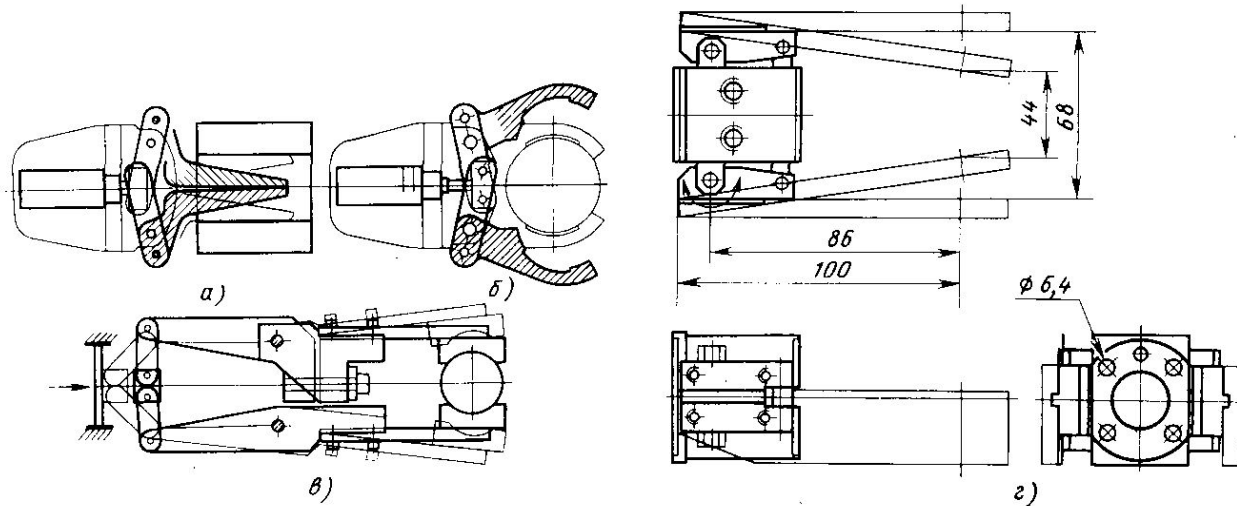
Сравнительные характеристики электромагнитных и вакуумных ЗУ

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).

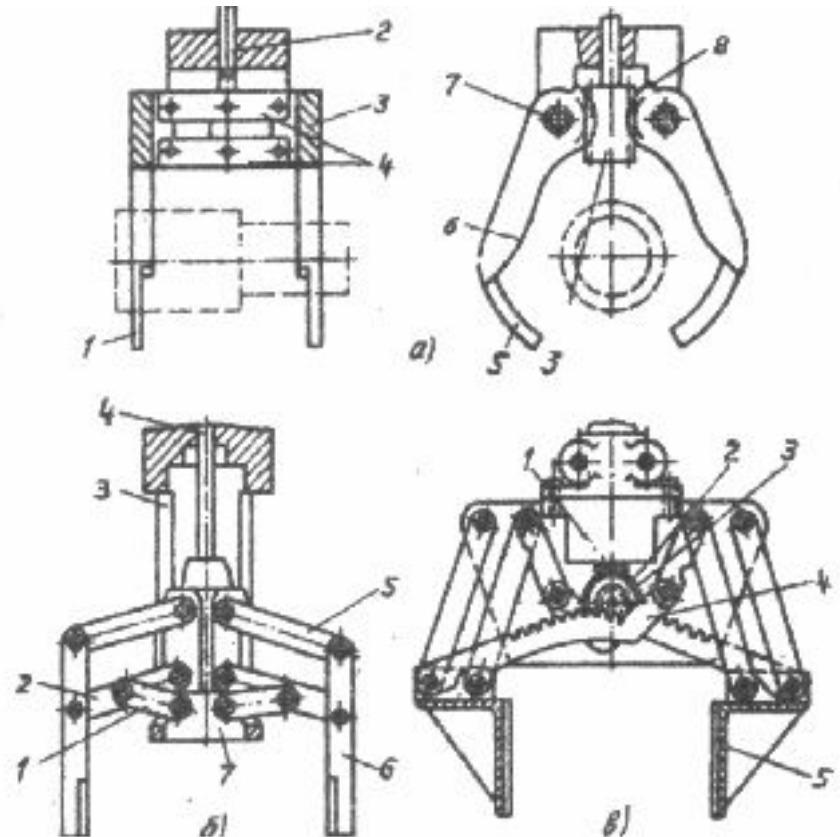


Клещевые механические ЗУ с рычажными передаточными механизмами

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

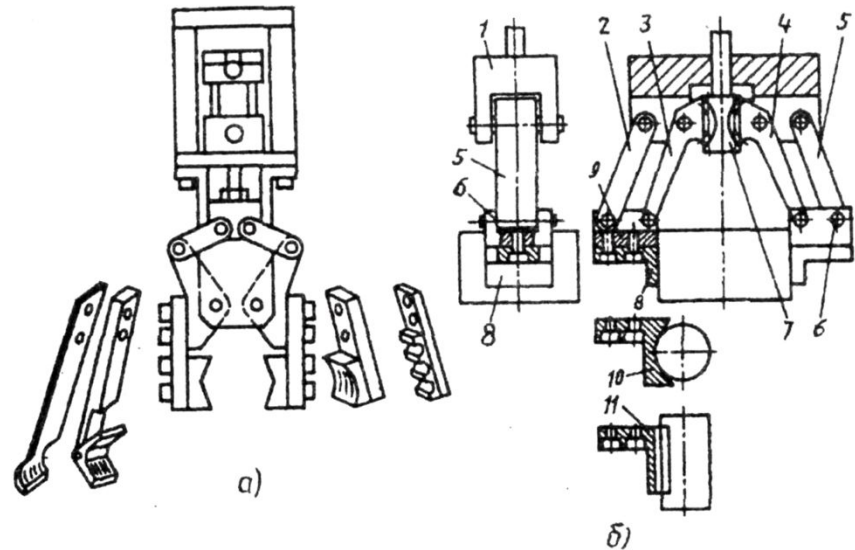
Классификация захватных устройств (продолжение)

4. По числу рабочих позиций:

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

5. В зависимости от характера крепления к манипуляторам:

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

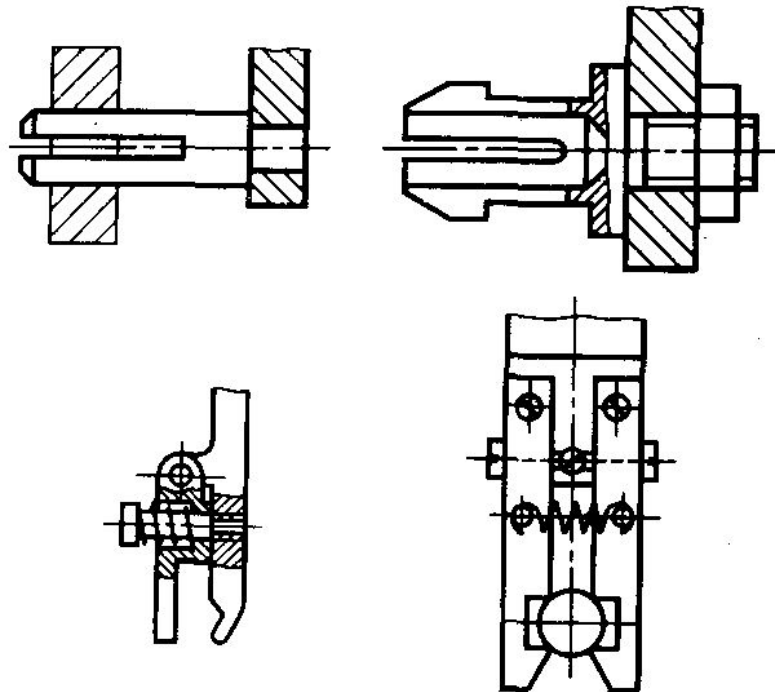


Захватные устройства со сменными инструментами. а – с шарнирно-рычажным механизмом; б – с зубчатым и рычажным механизмами

Классификация захватных устройств (продолжение)

6. По виду управления:

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



неуправляемые механические зу

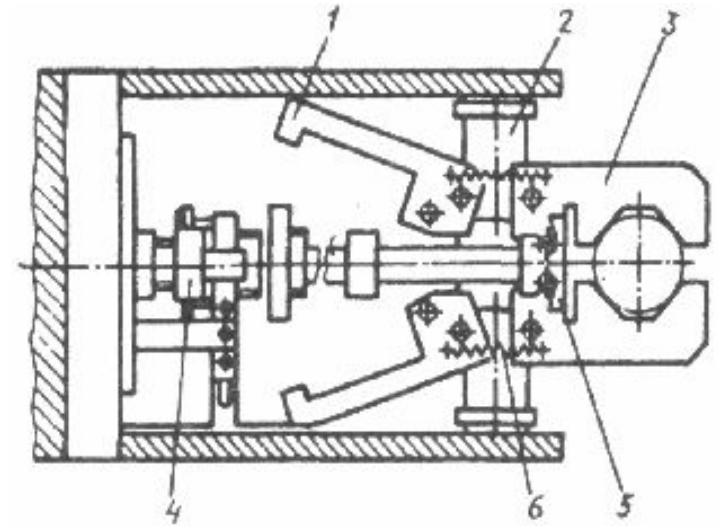
Классификация захватных устройств (продолжение)

7. В зависимости от степени специализации:

- специализированные;
- специальные;
- универсальные.

8. По числу выполняемых функций:

- однофункциональные;
- многофункциональные.



ЗУ с рычажным механизмом

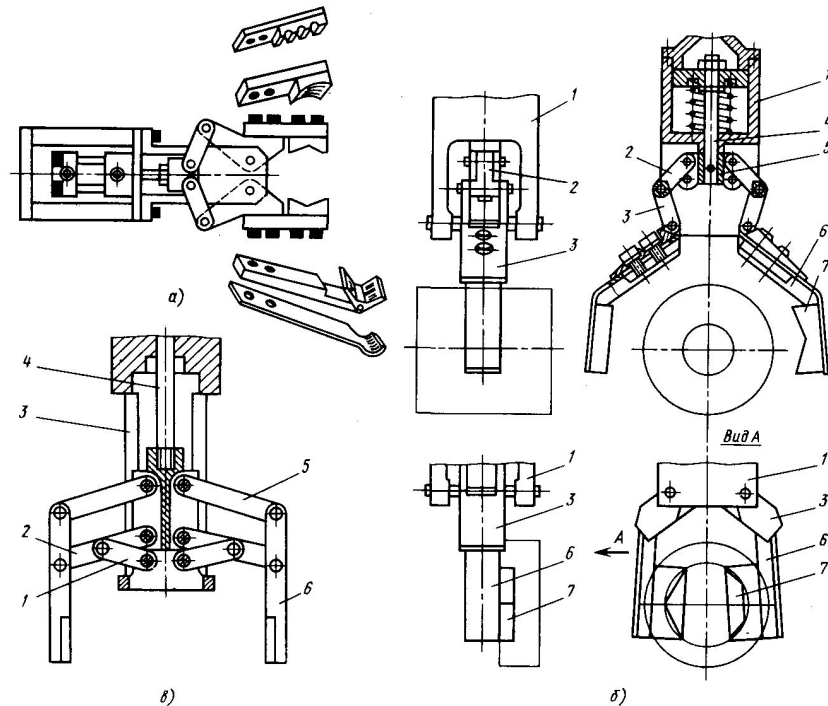
9. По виду преобразователей энергии:

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

Механические захватные 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

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

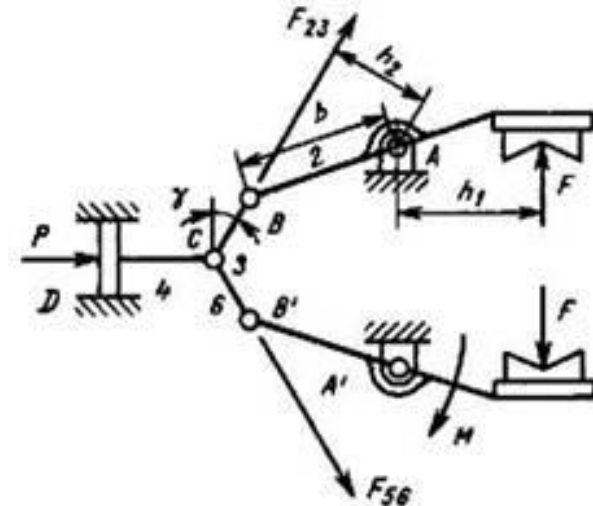
Из условия $\Sigma M = 0$ относительно точки А следует

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

где η — КПД механизма.

При известном моменте M сила привода:

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



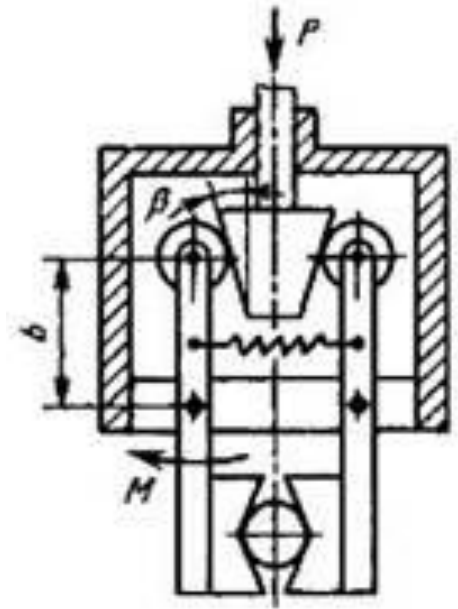
Расчёт механических захватных устройств (продолжение)

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:

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

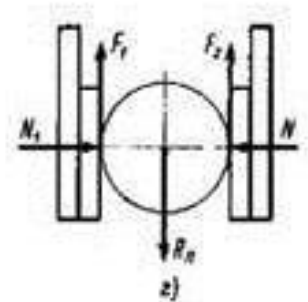


Силы захватывания, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения :

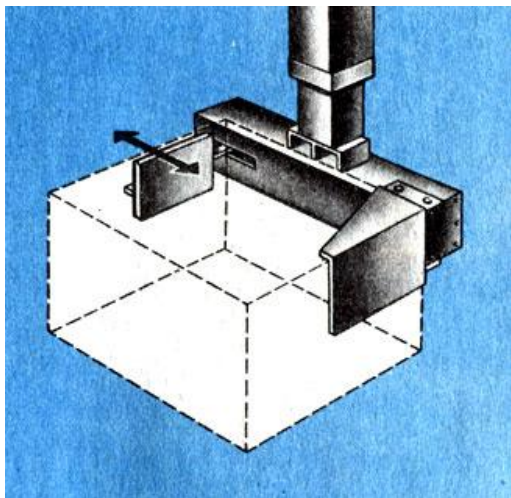
$$F = K_1 K_2 K_3 mg$$

Например, для плоских губок силы захватывания:

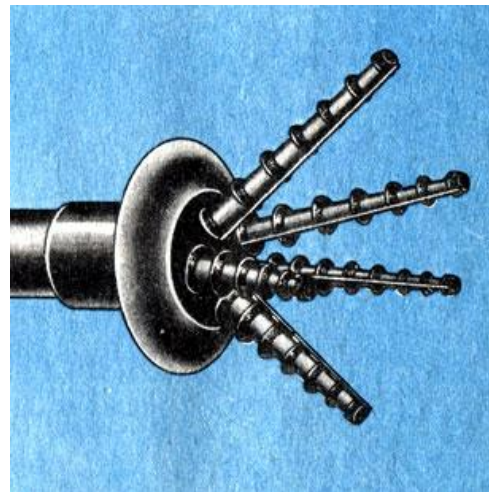
$$N_1 = N_2 = \frac{R_n}{2\mu} \quad F_1 = F_2 = \mu N_1 = \mu N_2$$



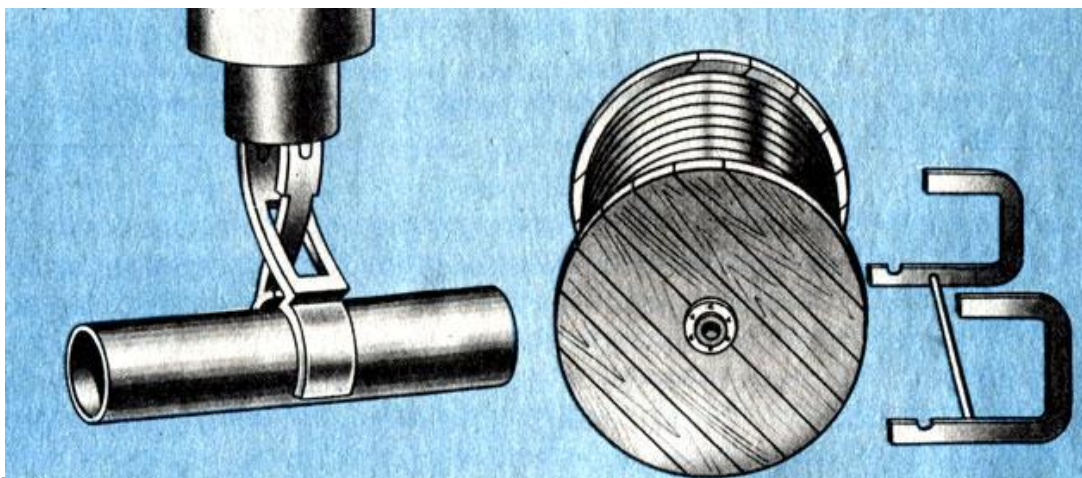
Схваты манипуляторов



Схват клешнеобразной формы

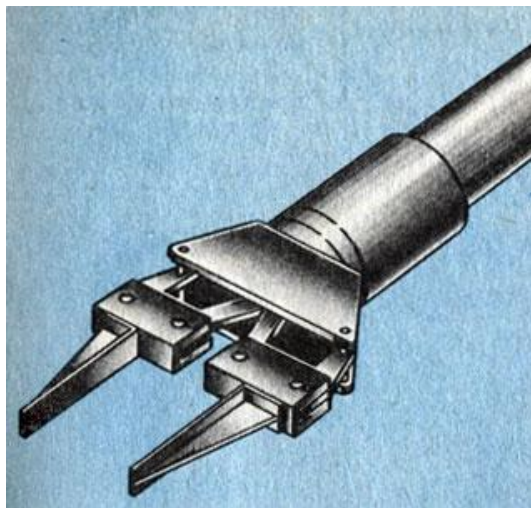


Надувной схват с пятью гибкими
резиновыми пальцами

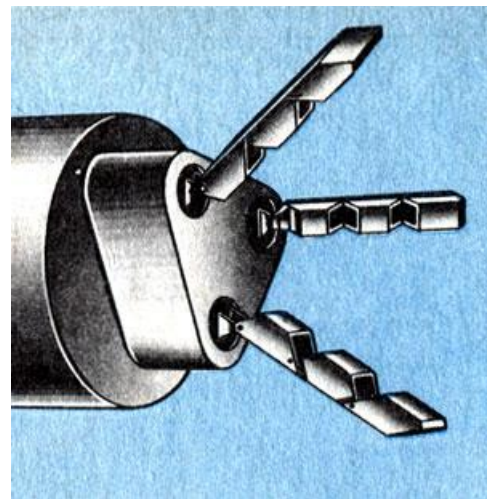


Схваты, предназначенные для переноса труб (слева) и барабанов с кабелем (справа)

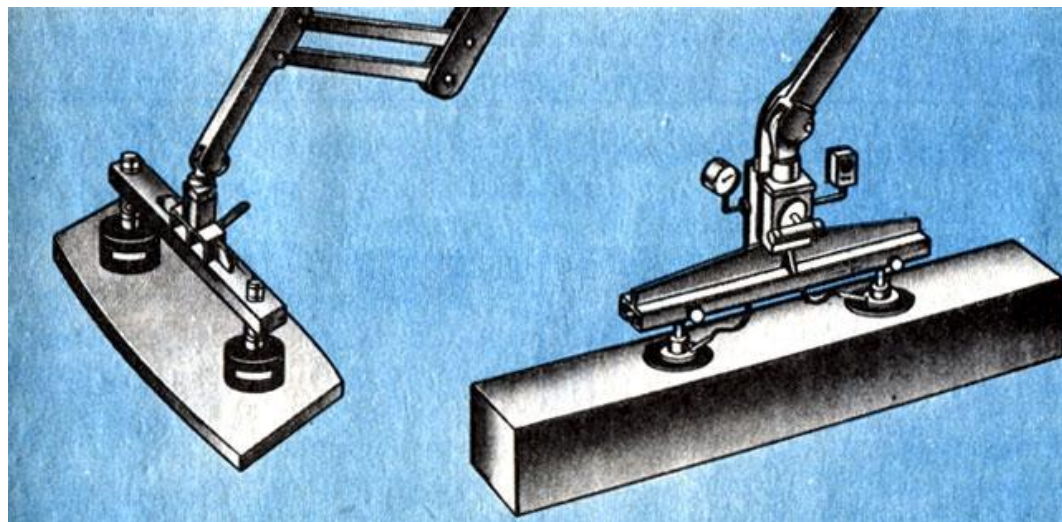
Схваты манипуляторов (продолжение)



Двухпальцевый схват

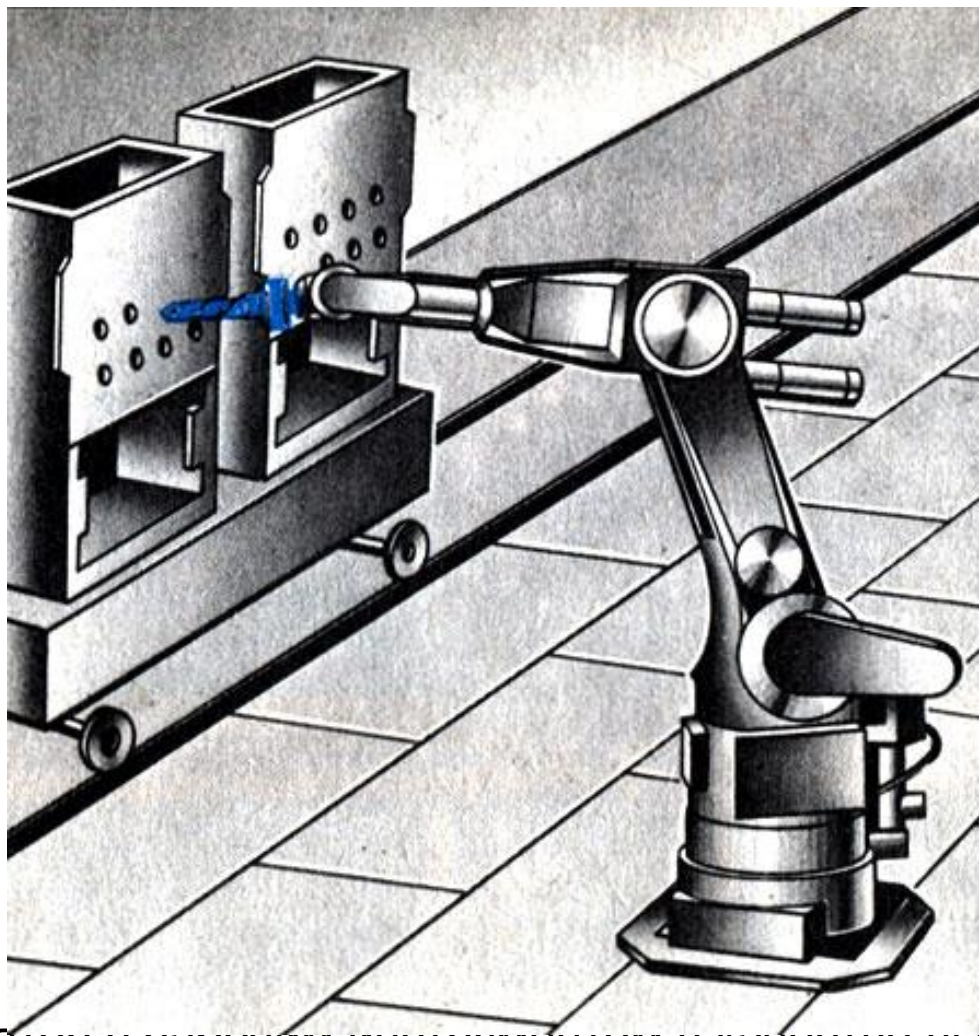


Трехпальцевый схват со сложной формой пальцев



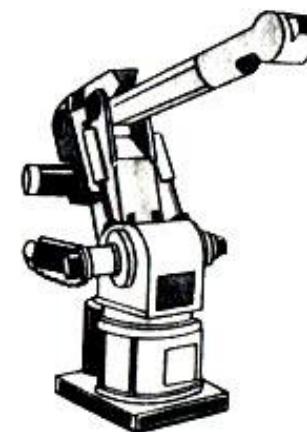
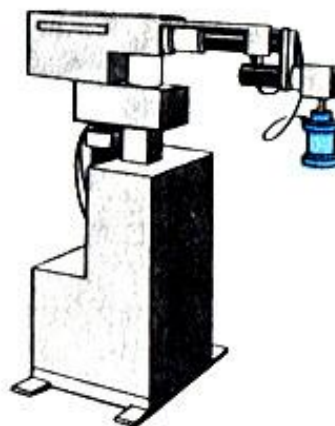
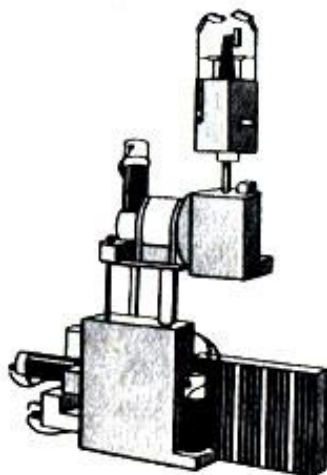
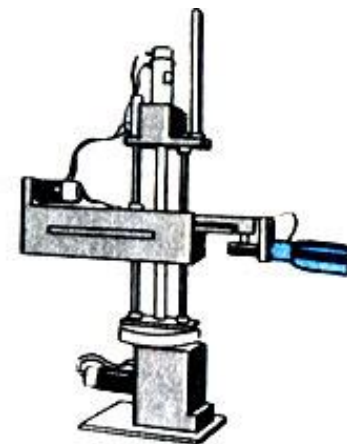
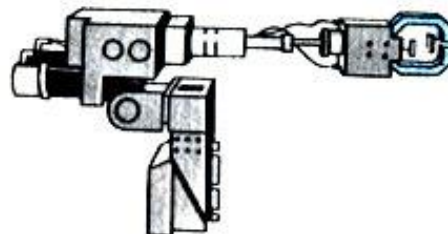
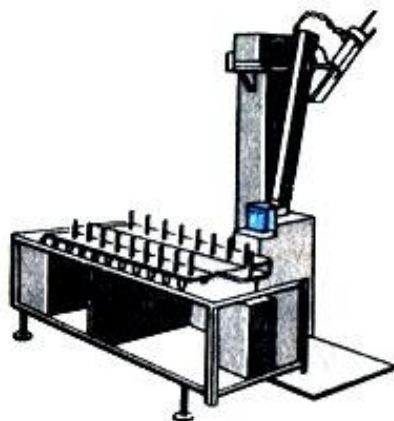
Немеханические схваты: магнитный (слева), с присосками (справа)

Схваты манипуляторов (продолжение)



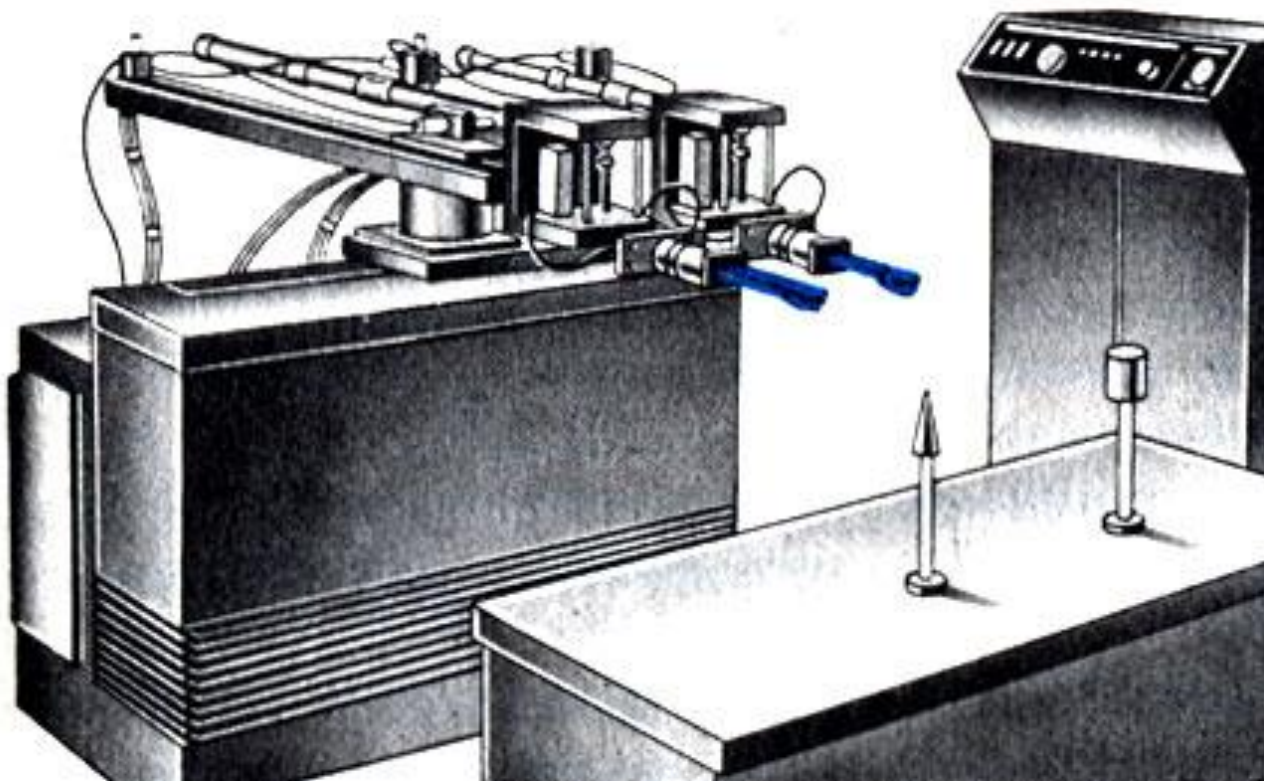
Робот-манипулятор с рабочим инструментом в качестве выходного звена

Схваты манипуляторов (продолжение)



Разнообразные конструкции манипуляторов, обусловленные особенностями их применения

Схваты манипуляторов (продолжение)

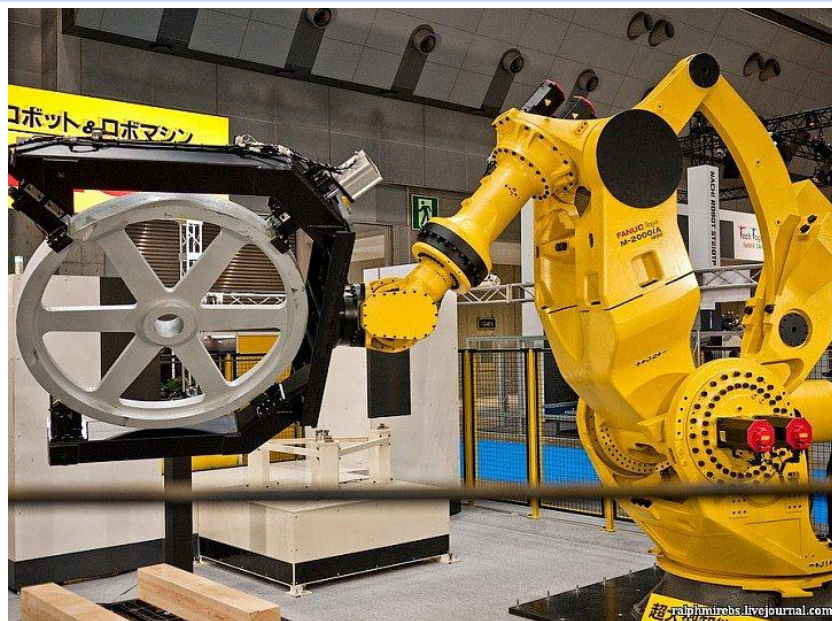


Робот с двумя одинаковыми манипуляторами

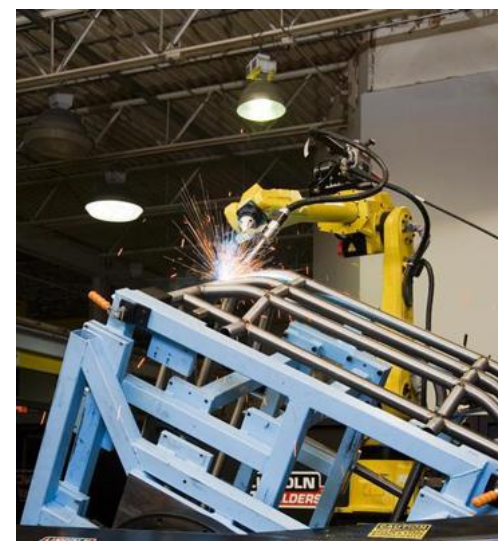
Рабочие органы современных мехатронных модулей



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.