

## Лекция № 1

- Основные понятия определения ;
- Роль автоматизации и механизации в народном хозяйстве в повышении производительности труда повышении качества производства . Некоторые экономические аспекты автоматизации в современных условиях .
- Идеальные автоматизированные производства .

Под механизацией производственных процессов понимают применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях , полностью управляемых людьми , осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат , улучшения условий труда , повышения объема выпуска ( производительности труда ) и качества продукции .

Механизация направлена на перевод отдельных ручных операций обработки или других операций на обслуживание устройствами , управляемых операторами ( в древности блоки , рогаля , катапульты ). При механизации функции рабочего сводятся только к управлению работой , контролю качества и регулированию машин .

Под автоматизацией технологических процессов следует понимать применение энергии неживой природы для выполнения этих процессов или их составных частей и управление ими без непосредственного участия людей , осуществляемая в целях сокращения трудовых затрат , улучшение условий труда , повышение объема выпуска , качества продукции .

Автоматизация представляет собой этап производства , при котором человек освобождается от непосредственного выполнения функций управления технологическими процессами . Функции передаются специальным управляющим устройством ( регулятором ) САУ , САР . Простейшие элементы автоматизации : отключение пресса в верхнем положении ползуна с помощью команд- аппарата , регулирование температуры нагрева печей .

Различают виды автоматизации и механизации : - первичная и вторичная ,  
- частная и полная ,  
- единичная и комплексная .

Первичная А. и М. - замена ручного труда .

Вторичная А. и М. - замена А. и М. применялась кроме ручного труда и машинная энергия .

Автоматика изучает общие закономерности и условия функционирования и алгоритм управления для различных технологических процессов с целью разработки принципов построения систем автоматизированного управления САУ .

Средства механизации - устройства , управляемые людьми ( включение и отключение ) .

Средства автоматизации - устройства , управление которыми производится без вмешательства в следствии САУ .

Роль автоматизации в Украине увеличивается . Техническая необходимость автоматизации - наличие все увеличивающегося противоречия между ограниченными возможностями оператора и все возрастающими основными параметрами оборудования .

Экономическая необходимость - изменение путей роста производительности труда , борьба за повышение эффективности производства , за снижение себестоимости .

Наше отставание легко объяснимо социально :

- низкая зарплата рабочего , высокая стоимость автоматизации : систем роботов ;
- невозможность рабочих требовать высокой заработной платы ( не было возможности бастовать ) ;
- не заинтересованность коллектива в качестве продукции ;
- существование убыточных производств , на дотациях .

В настоящий момент :

- требование повысить заработную плату ;
- забастовки ;
- налоговая политика ( на 1 рубль зарплаты --- 1 рубль в бюджет ) ;
- заинтересованность коллектива в результатах труда ( высокое качество , низкая стоимость ) , иначе банкротство , безработица .

Технологические предпосылки Автоматизации

Для внедрения средств А и М требуется определённая технологическая подготовка , которая включает унификацию и типизацию технологического процесса , технологической оснастки и оборудования , стандартизацию и нормализацию конструкций выпускаемых деталей с целью разработки групповых технологических процессов обработки , изменения конструкции детали для достижения более высокой ее технологичности .

Типизация и унификация технологического процесса и деталей позволяют значительно сократить номенклатуру КШО , упорядочить число технологических операций переходов .

Структура средств механизации и автоматизации .



УОЗ - устройство для загрузки и ориентации заготовок ( для создания запаса заготовок обеспечивающих непрерывную работу технологического оборудования в течение некоторого времени (бункерные разгрузочные устройства , разматывающие устройства ).

УПЗ - устройство подачи заготовок в штамп .

УМТ - устройство межоперационного транспортирования ( манипуляторы , грейферные передающие устройства )

УУД - устройство удаления отштампованной детали .

УУО - устройство удаления отходов .

УСП - устройство складирования (стапелирования) .

УСШ - устройство автоматизации и механизации смен штампа .

КБУ - контрольное блокирующее устройство ( надёжность , безаварийность )

Возможно объединение УПЗ , УМТ , УУД (роботы )

Сейчас всё больше применяется ЭВМ .

Проектирование тех. процесса ОШ включает в себя несколько основных этапов :

- анализ конструкции детали на технологичность
- проработка возможных конструктивных изменений форм деталей и возможность замены материала
- выбор технологической схемы штамповки
- разработка чертежа штампованной детали
- определение массы и формы заготовки и выбор метода её получения из исходного материала
- назначение технологических операций и переходов формоизменения
- определение удельных и полных усилий деформирования
- выбор основного штамповочного и вспомогательного оборудования , расчет потребного количества оборудования
- конструирование штамповой оснастки : выбор штамповочной схемы , рабочего инструмента средств механического и автоматизированного процесса
- экономический анализ и сопоставление нескольких альтернативных тех. процессов.

## Лекция 2

### Автоматизация и механизация штамповочного производства.

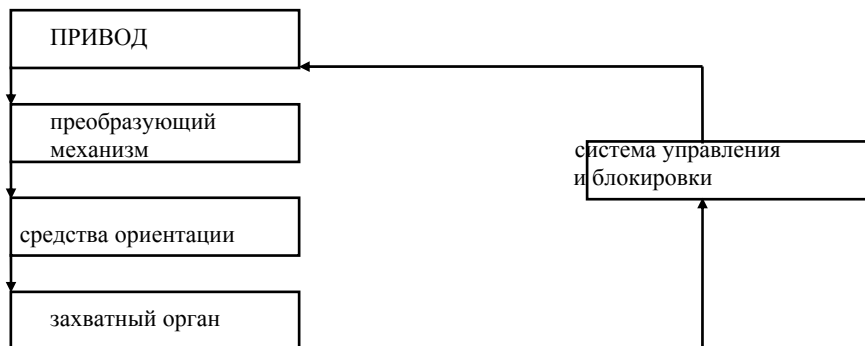
В холодной листовой штамповке автоматизируют и механизуют следующие элементы производственного процесса:

1. подачу полос , лент и штучных заготовок к прессу в процессе штамповки
2. смазку перед штамповкой и её удаление после штамповки
3. удаление деталей и отходов из штампов

4. подсчет и укладку отштампованных деталей
5. управление процессом штамповки , сортировку и выключение прессы при появлении брака
6. межоперационную транспортировку
7. удаление отходов из цеха .

Все средства автоматизации и механизации состоят из ряда узлов и механизмов , функционально связанных между собой .

Изобразим обобщенную структурную схему средств автоматизации , характерной особенностью которой является замкнутое строение , то есть наличие взаимосвязей между всеми механизмами , осуществляемые через систему управления и блокировки.



Классификация захватных органов :

1. Без управляемого силового устройства

- а) фрикционный
- б) клиновой
  - I. роликовый
  - II. шариковый
  - III. эксцентриковый
  - IV. цанговый
- в) ножевой
- г) крючковый
- д) толкающий
  - I. шиберный
  - II. иланочный
  - III. дисковый
- е) карманчиковый
- ж) гравитационный
  - I. открытый
  - II. закрытый

2. С управляемым силовым устройством

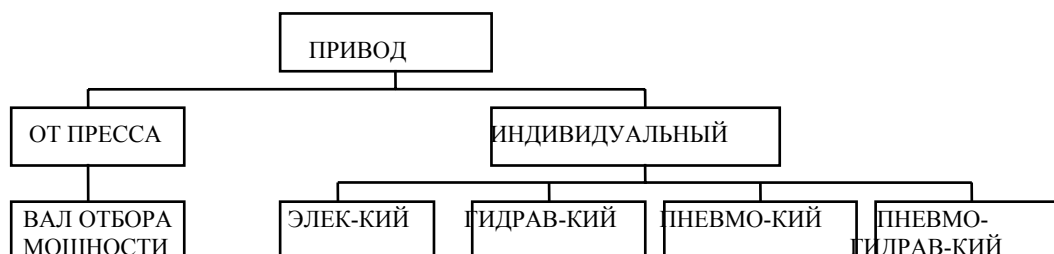
- а) фрикционный
  - I. механический
  - II. пневматический
- б) пневматический
- в) клещевой
  - I. пневматический
  - II. гидравлический
- г) гравитационный
- д) электромагнитный

Характерные особенности захватных органов.

тип органа	методы удержания и перемещения заготовки	характеристика заготовки	захватывание	освобождение заготовки в период раб. хода
фрикционный	трением	не прерывный материал	зависит от состояния заготовки и от плавности изменения	возможно только с управляе-

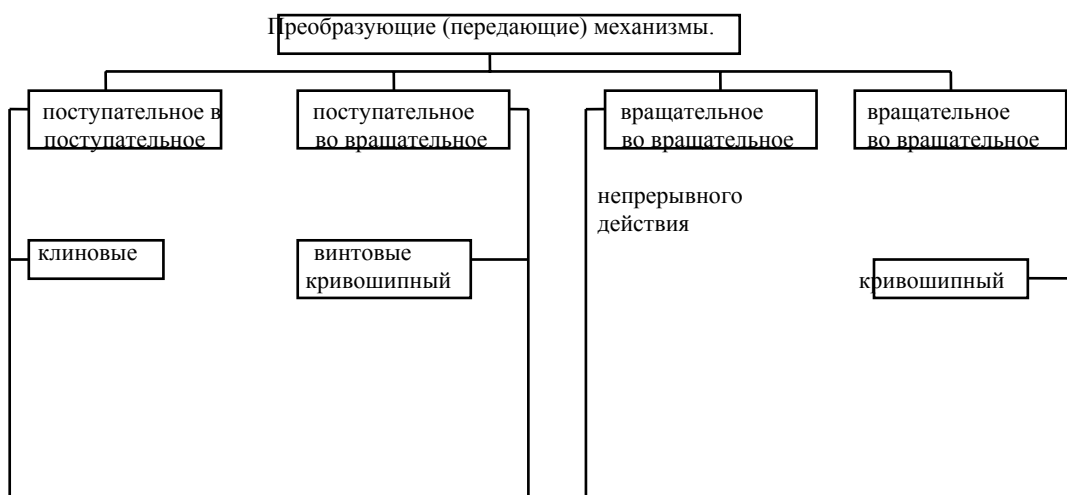
			скорости перемещения	МЫМ СИЛОВЫМ у-ВОМ.
пневматический	разрежением на внутренней полости захвата	плоская штучная с непрерывной поверхностью захвата	ухудшается без управляемого силового устройства по мере увеличения деятельности удержания заготовки	возможно
электромагнитный	магнитным притяжением	штучное любой формы из намагничиваемого материала	происходит со стуком, необходимо предварительное разделение со станиной	возможно
клиновой	упругим заклиниванием	не прерывный материал		не возможно
ножевой	внедрением в заготовку	не прерывный материал	зависит от состояния ножей неустойчивое для твёрдых материалов	не возможно
клещевой	трением и частичным внедрением в заготовку	непрерывный материал и штучный	устойчивое	возможно
толкающий	усилием в направлении движения	объемная, штучная	неустойчивое для заготовок	возможно
кармачиковый	транспортирование специальной полостью	объемная штучная	неустойчивое при больших скоростях	не возможно
крючковый	транспортировка за отверстие в заготовке	штучная и не прерывная с отверстием	устойчивое	возможно
гравитационная	силой тяжести	штучная	неустойчивая для лёгких	не возможно

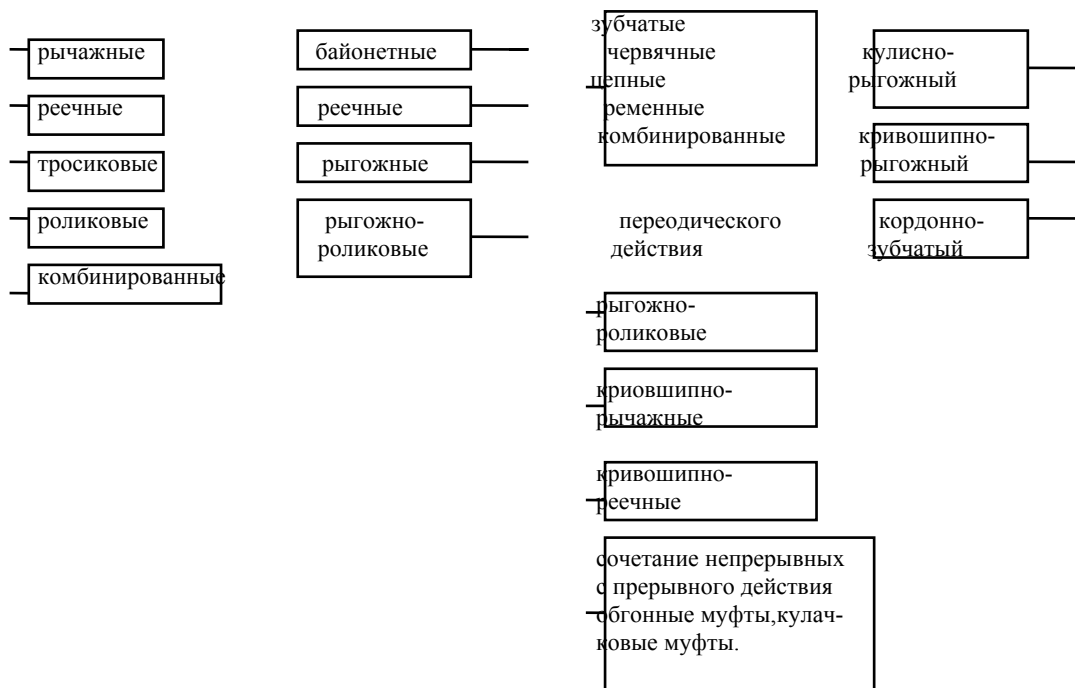
Привод средств автоматизации должен обеспечивать требуемое движение захватного органа с заготовкой или без неё



При эксплуатации приводов в условиях кузнечно-штамповочного производства решающее значение имеют их специфические особенности : составные элементы , тип привода , допускаемое число включений , точность останки и т.д.

Учитывая специфику производства , когда за одним прессом закреплено несколько деталей , необходимо предусматривать возможность быстрой переналадки . В этом случае более пригодны индивидуальные приводы .(но они менее долговечны).



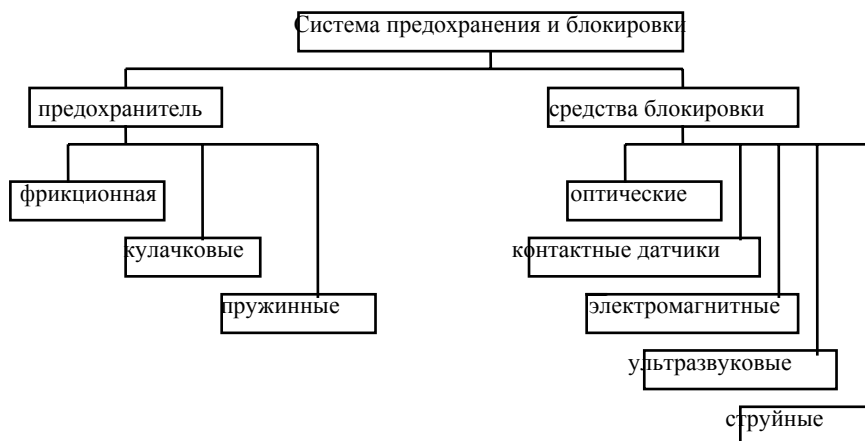


Введение средств ориентации и переориентации в автоматизирующие устройства вызвано необходимостью четкой ориентации заготовки в заданном положении при подаче её в рабочую зону .В основном применяют для транспортировки между переходами .

К средствам первичной ориентации относятся :лотки ,крючки , карманы и т. д.

Вторичная ориентация производится под действием сил тяжести , встряхивания , вибрации или под механическим воздействием .

Системы управления и блокировки средств автоматизации и механизации обеспечивают включение привода , связывают (согласуют ) работу захватного органа с работой привода , предотвращают поломки элементов средств автоматизации, штампов и оборудования при нечеткой или неправильной работе захватного органа в опасной зоне прессы.



### Лекция 3

Особенности автоматизации ,место штамповочного производства .

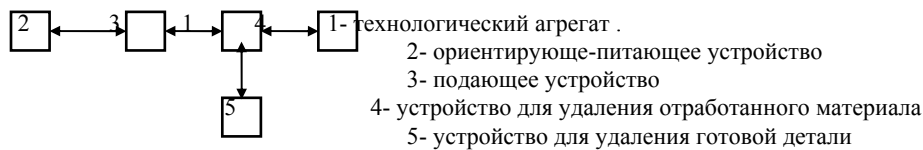
В качестве непрерывного материала используется : лента , полоса , ленты широкорулонной стали , проволока и т. д.

Исходный материал должен отвечать следующим требованиям :

1. Непрерывность подачи одной и той же заготовки к технологическому оборудованию в течении некоторого времени .
2. Ориентация заготовки относительно инструмента .
3. Возможность получения одновременно нескольких деталей в результате последовательно совершаемых ходов листоштамповочного прессы .

Структурная схема компоновки средств автоматизации для штамповки

из непрерывного материала .



С помощью ориентирующе-питающих устройств обеспечивается установка и подготовка исходного материала , обеспечивается ориентация относительно захватных органов .

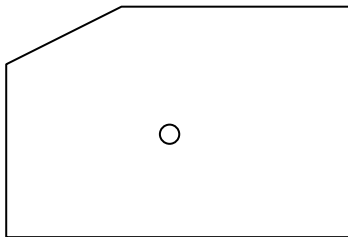
Подающие устройства обеспечивают подачу исходного материала непосредственно в рабочую зону технологического агрегата .

Ориентирующе-питающее устройство:

- 1) разматывающе-правильные устройства применяют при штамповке из ленты , широкорулонной стали и проволоки .  
Выбирают в зависимости от массы рулона [1]:  
до 100 кг - не приводные типа катушек  
до 150 кг - приводная типа катушек  
до 500 кг - приводные с установкой рулона на катки  
более 500 кг - приводные барабанного типа

В качестве привода - асинхронный многоскоростной двигатель или двигатель постоянного тока .

Схема приводного разматочного приспособления с автоматическим регулированием шага оборота .



Получение качественной детали зависит от применения правки материала : с помощью устройства , состоящего из правильных рулонов :  $S=0.4-1.5$ ; 1-4  
кол-во роликов 7-11 5-7  
при  $S>2$  - обязательно

2)полоса и листоукладчики

Если одна деталь выполняет функции подачи штучных заготовок , то укладчики выполняют следующие функции :

- отделяют полосы от стопы
- поднимают определенную полосу или лист на уровень нижнего штампа
- вводят заготовку в зону действия подающего устройства

Операции отделения осуществляются за счет специальных захватных устройств , магнитного разделителя .

магнитный разделитель , работающий с использованием отталкивающих сил при размещении одноименных полюсов магнитов один против другого (магнитный разделитель)

Листоукладчики и листоподаватели для крупногабаритных заготовок непосредственно в рабочую зону прессы .

### 3) Автоматизированные стеллажи .

Для автоматизирования сортового проката на крупных горячевысадочных автоматах, при отрезке заготовок на сортовых ножницах и т.д.

### Подающие устройства .

как правило являются дополнительными узлами к прессам (за исключением прессов автоматов ).

Одним из главных условий применения подач является обеспечение заданной точности подачи заготовок на рабочую позицию штамповки , которая зависит от величины ускорения , развиваемое захватным органом .

Тип подачи	Привод	Шаг,мм.	Толщина ленты	полоса	Точность подачи,мм	Допустимое число ходов	Максимальное ускорение ,м/с <sup>2</sup>
Волковая	ВАЛ	<400	<1-5	<5	-+0.2	<200	15
	ПОЛЗУН	<120	<0.8-3	<3	-+0.1	----	10
Роликово-клиновья	ВАЛ	<250	1.0	3	+0.1	<500	15
	ПОЛЗУН	<100	1.5	2	-+0.05		15
Крючковая	ВАЛ	<100	0.8	5	-+0.5	<200	5
	ПОЛЗУН	<60	0.5	3	-+0.3		5
Клещевая	ВАЛ	200	1.0	3	-+0.3	<300	20
	ПОЛЗУН	75	0.8	3	-+0.2		20

Волковые подачи : ( фрикционный захват роликами ) волков ) одностороннее (с одной стороны штампа) двухстороннее вращение волков производится храповым или фрикционным механизмом от кривошипного вала прессы с помощью рычагов , тяг , и реек. Для преобразования начального движения подающих волков используется храповое устройство , или роликовая муфта обгона .

валково секторные (преимущество - нет постоянного тормоза , низкие энергетические затраты)

Ролико-клиновые подачи.

состоит из подающей и блокирующей кареток ( чаще толкающего типа).Конструируется на плите.

Привод или от вала или штампа . Как правило в подвижной каретки 3 пары роликов .

Широта ползучести в серийном и массовом производстве (в следствии надежности , легкости наладки ). При увеличении числа ходов снижается точность в следствии инерционных сил .Рассчитывается по тяговому усилию  $Q_3$ .

Расчетное усилие

$$Q_p = Q_3 + Q_{ин} + T = Q_3 + G_{кар}(a/g + \mu)$$

$Q_3$  - тяговое усилие , создаваемое захватным органом

$T$  - сила трения в направляющих

$G_{кар}$  - сила тяжести подвижной каретки

$Q$  - максимальное ускорение перемещения ленты

$\mu$  - коэффициент трения = 0.1

3. Крючковые подачи .

Применяются при  $S = 0.3 - 5$  мм .

Применение возможно при наличие перемычек .

4. Клещевые подачи .

Используются там , где требуется подвижная точность подачи , применяется чаще всего ножевой захватный орган . Он выполняется с приводом от прессы или от пневмоцилиндра (при большом шаге подачи ) . Применяют 1 и 2-х стороннюю подачу .

Лекция 4.

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ ИЗ ШТУЧНЫХ ЗАГОТОВОК.

При штамповке изделий из штучной заготовки необходимо осуществить непрерывную ориентацию заготовок и периодическую подачу их в рабочую зону штампа .

Развивается по пути создания средств А. устанавливаемых на прессе , т. е. универсальных , и средств автоматизации , встраиваемых непосредственно в инструмент 9штамп 0.

#### Классификация загрузочных автоматических устройств

Загрузочные	Подающие	Удаляющие	Стапелирующие	Транспортирующие
бункера, магазины	питатели, шиберные	сбрасыватели выносящие	склизы, стержни	желоба, скаты



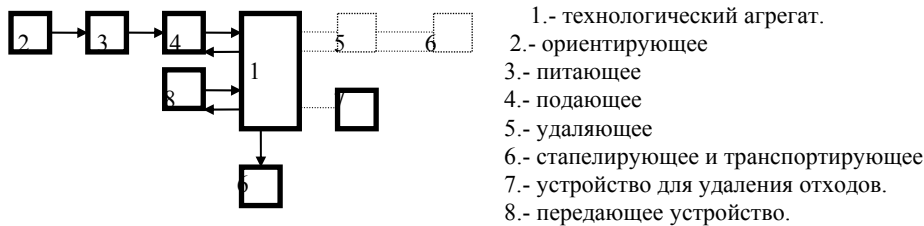
револьверные грейферные комбинированные механические руки	устройства	кассета с подъемным механизмом	транспортёры вибрационные лотки
---	------------	--------------------------------------	------------------------------------

Загрузочные устройства предназначены для загрузки питателя заготовками в ориентированном положении .

Подающие устройства - подача заготовок в рабочую зону штампа.

Транспортирующие устройства - для связи между автоматизированными устройствами и транспортирования отштампованных изделий из рабочей зоны штамповки .

#### Структурная схема автоматизированного много передаточного штампа.



#### **1.Загрузочные устройства.**

Разделяют на бункеры и магазины .

Бункеры обеспечивают захват заготовок из общей массы заготовок в бункере , ориентирование в пространстве и выдачу их по заданной программе : поштучно ,группами ,потоком .

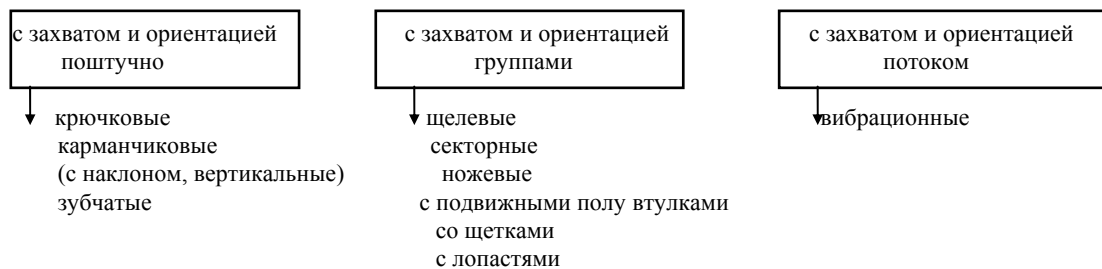
Бункеры называют автоматическими захватно-ориентирующими устройствами (АБЗОУ).

Бункеры в зависимости от конструкции подразделяются :

крючковые , карманчиковые-наклонные , карманчиковые-вертикальные, зубчатые, щелевые, секторные, ноже-

вые ,с подвижными полу втулками , со щетками , лопастями , вибрационные и др.

#### **БУНКЕРЫ**



Магазины предназначены для накопления в один ряд определённого количества заготовок , которые в ориентированном положении перемещаются к питателю под действием силы тяжести или принудительно. Под-

раз-деляем на трубчатые (прямые и изогнутые ) , лотковые , пас сетные.

Лотки бывают открытые , полу открытые , закрытые .

Производительность бункера (Q шт./мин) определяется по формуле :

$$Q=a_1*a_2*n*\eta$$

a1- количество параллельных рядов захватных узлов .

a2- количество заготовок , захватываемых за один рабочий цикл захватным узлом .

n- число рабочих циклов (оборотов , ходов ) в минуту .

$\eta$ - коэффициент отдачи буферного устройства .

при  $a_2=2\pi R/t$  и  $n=30V/\pi R$

получаем  $Q=a_1*60Vn/t$

R-радиус захватного узла

t-расстояние (шаг) между осями элементов захватного узла

V-окружная скорость захватных узлов ,мм/сек

$\eta=\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$  , где

$\eta_1 = Q_{\text{захв}} / Q_{\text{теор}}$  - вероятность захвата

$\eta_2 = Q_{\text{дп}} / Q_{\text{захв}}$  - эффективность процесса захвата и ориентации, зависящая от ориентирующих узлов  
 $Q_{\text{дп}}$  - количество заготовок, прошедших через приемник за один цикл

$\eta_4 = \frac{t_{\text{раб}} - t_{\text{ост}}}{t_{\text{раб}}}$  - потери на простой бункера  
 $Q_{\text{бункера}} > \text{производ. технологич. оборудования на } 5 \pm 25\%$

Рабочий объем  $V$ , обеспечивающий непрерывность работы в течении назначенного времени:

$$V = 1 / K_1 \cdot V_0 Q_{\text{траб}}$$

$K_1$  - коэффициент заполнения объема чаши бункера

$V_0$  - объем одной заготовки

$t_{\text{раб}}$  - время работы бункера без дополнительной загрузки

### Питающие устройства

Объясним подачу ориентированной заготовки с позиции загрузки на рабочую позицию штамповки.

#### Типы подающих устройств.

	характеристика заготовки	движение	привод	мех. перемещения
шиберная	плоские s>0.5	прямолинейное	ползун .	150
	полные >100 max 250		индивид.	300
грейферная	плоские s>0.5	прямолинейное	ползун	100
	объемные любые		вал	250
			индивид.	1000
револьверная	плоские s>0.5	по дуге окружности	ползун	100
	объемные <120		вал	200
			индивид	300
механическая	s>0.5	по сложн.транст.	ползун	150
ручка	любые	в одной плоскости	индивид.	200
манипулятор	любая	в любой пл-ти	индивид.	<500

#### Шиберные подачи

применяют в однопозиционной и комбинированной шт., когда направление перемещения заготовки совпадает с направлением движения захв. органа.

Обязательное условие - наличие плоскости, по которой перемещение заготовки регламентировано ГОСТ 15824-81.



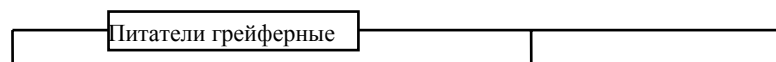
Работа шиберной подачи зависит от качества исходной заготовки (плоскостей, заусенцев).

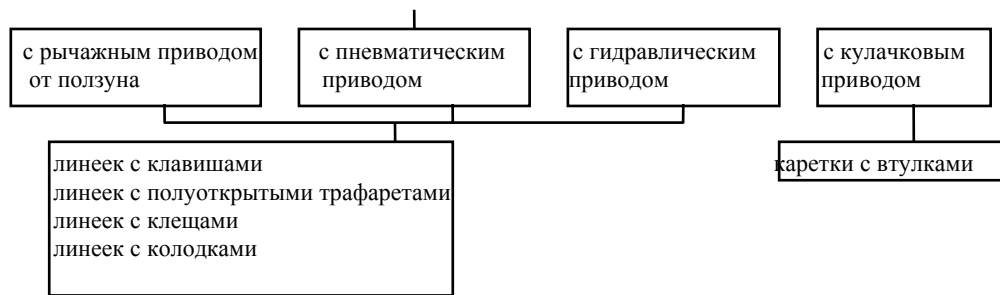
Вертикальный рабочий ход клина  $h_k$

$$h_k = S \sin \beta / \tan \beta + 2r \tan \beta / r_1 \quad \beta < 30^\circ$$

#### Грейферные подачи.

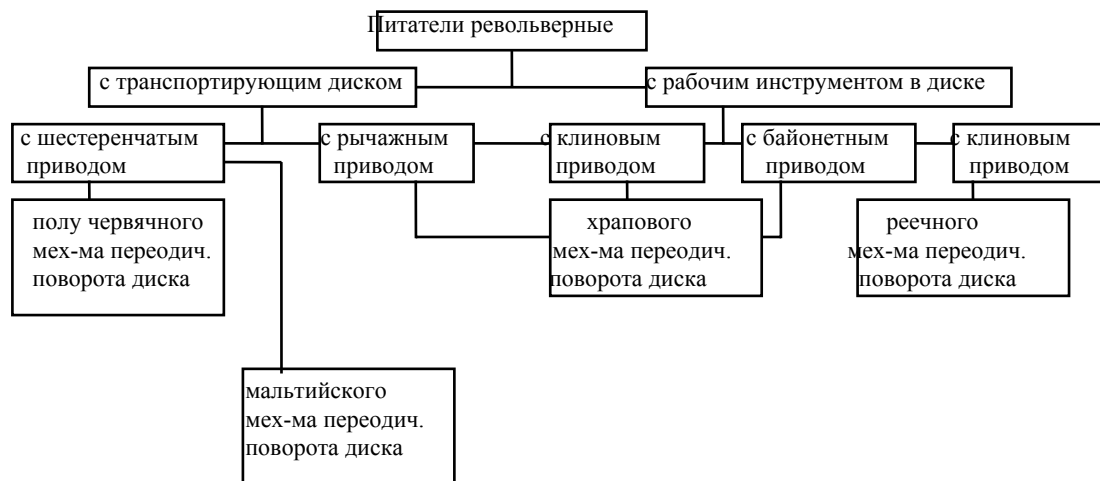
применяют в крупносерийном, массовом производстве в многопозиционных прессах.





### Револьверная подача.

применяется в однопозиционных и многопозиционных штампах для перемещения заготовок и удаления готовых деталей. Применяют в штамповочных и сборочных операциях .



### Механические руки ГОСТ 16558-80

для заготовок сложной конфигурации в случае невозможности их перемещения в одной плоскости. Обеспечивают перемещение захватного органа в 2-х взаимно перпендикулярных плоскостях .



$$P_n = (1/\beta) \cdot P_y \cdot (\pi \cdot D^2 / 4)$$

$\beta = 1.2 \div 1.3$  - коэффициент учитывающий возможные утечки .

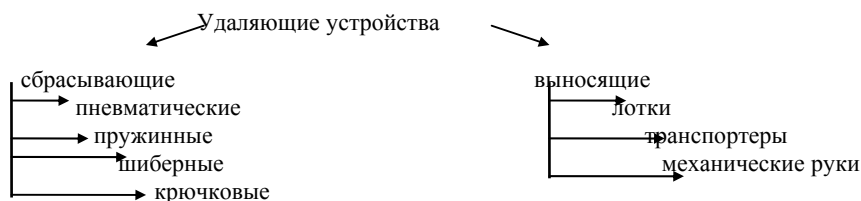
$P_y$  - удерживающая сила , относится к площади соприкосновения захвата с заготовкой  $= 0.03 \div 0.035$  МПа

$D$  - диаметр пятна контакта.

Манипуляторы - управляемое устройство для выполнения двигательных функций , аналогично функциям человека , оснащенное рабочим органом , например в виде захватного устройства.

В зависимости от суммы возможных координатных движений ( движений вдоль осей принятой системы координат ) , объекта манипулирования ( транспортируемой заготовки ) относительно опорной системы ( основания или стойки манипулятора ) манипулятор характеризуется числом степеней подвижности.

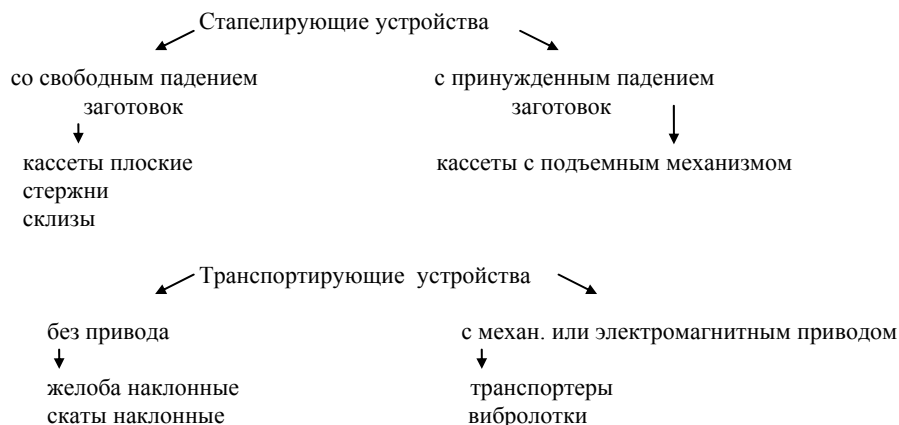
Манипулятор, имеющий несколько степеней подвижности и перепрограммируемое устройство программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций составляющих автоматическую машину называют - промышленным роботом.



Для легких деталей пневматические устройства (давление  $6 \div 4$  атм)

Для удаления среднегабаритных деталей, выталкиваемых из верхней части штампа применяются выносные устройства (число ходов пресса  $< 30 \div 40$ )

Выносное устройство с приводом от ползуна пресса или индивидуальный привод (пневматический)



## АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ.

В зависимости от вида оборудования кузнечно-прессовые цехи комплектуются автоматическими линиями созданными на базе:

- универсальных кузнечных прессов, автоматов и специальных агрегатов;
- однопозиционных автоматов и специальных агрегатов;
- многопозиционных и однопозиционных высадочных автоматов;
- многопозиционных высадочных автоматов и специальных агрегатов;
- автоматов комбайнов и специальных агрегатов;
- роторно-автоматических комплексов (одно- и многономенклатурного профиля)
- прессов-автоматов и промышленных роботов.

Целевое назначение автоматических линий различно: оно предназначено для производства штуцеров, колпачков и крепежных изделий.

Авт. линии могут быть спроектированы с учетом создания отдельных производств изделий с законченным циклом обработки, включающем оборудование:

- заготовительное, формообразующее, для разделительных операций, накатывающее (т. е. для изготовления изделий)
- термическое и оборудование для создания покрытий (т. е. оборудование для придания изделиям определенных свойств соответствии техническими требованиями заказчика)
- для сборки изделий (например: болт-гайка, винт-шайба), а также для консервации, взвешивания, упаковки изделий (т. е. оборудования для придания изделиям товарного вида и возможностям транспортирования).

Расположение оборудования в автоматических линиях и комплексах должно отвечать следующим условиям: удобству обслуживания и ремонта, возможности многостаночного обслуживания, простоте вспомогательных транспортных устройств, соблюдению безопасности труда и санитарно-гигиенических требований, сокращению производственных площадей.

Проанализируем основные типы планировки автоматических линий.

- Наиболее распространена последовательная планировка. Для нее характерно последовательное размещение (друг за другом) автоматического оборудования, что обеспечивает наименьшее использование производственной площади, удобство наладки и переналадки, обслуживания и ремонта, максимальное соблюдение

норм безопасности труда). Однако данная линия очень растянута и не позволяет осуществлять многостаночное обслуживание.

- Линия с Г-образным размещением оборудования менее растянута, однако она не отвечает требованиям удобства обслуживания транспортными средствами цеха. Линия с Г-образным размещением оборудования позволяет осуществлять многостаночное обслуживание, но затрудняет доступ к отдельным агрегатам.

- П-образное размещение практически имеет те же недостатки, что и Г-образное.

При данной планировке возникают затруднения с соблюдением норм безопасности труда из-за близкого расположения оборудования друг к другу.

По виду транспортировки заготовки от одного автомата к другому автоматические линии разделяются на последовательные и параллельные.

Последовательные авт. линии в свою очередь разделяются на линии с жесткой связью между оборудованием с межоперационным запасом заготовок и без него и линии с гибкой связью. Параллельные автомат. линии обязательно имеют гибкую связь и обладают межоперационным запасом заготовок.

В настоящее время последовательность передачи заготовок на линиях с жесткой связью при отсутствии межоперационного запаса заготовок свойственна только собственно высадочным автоматам, механизм переноса которых передает заготовку с позиции на позицию.

При передаче заготовок с одного автомата на другой, выполняющий технологические функции, последовательная связь с помощью конвейера дополняется наличием межоперационного запаса заготовок.

Если межоперационный запас обеспечивается только конвейером, не обладающим возможностью накапливать заготовки, то между автоматами устанавливается жесткая связь. Когда запас обеспечивается накоплением их в бункере, связь становится гибкой.

#### Функциональные элементы автоматических линий и комплексов.

Автоматические линии состоят из оборудования для объемной холодной штамповки, функциональных элементов, объединяющих оборудование в линию и вспомогательное оборудование.

При штучных заготовках функциональные элементы состоят из следующих устройств:

- транспортирующих
- накопительно-ориентирующие
- правильно-задающие - позволяют передний дефектный конец материала и править его через подачу в автомат
- встроенные в оборудование (для отключения подачи металла, захват полуфабрикатов и их перенос, заталкивание (вталкивание) заготовок в технологический инструмент).

### АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

#### Элементы автоматизации горячей штамповки.

В зоне штамповки:

- укладка заготовок и полуфабрикатов в ручьи штампа
- выполнение операций штамповки
- выталкивание из штампа и ориентация поковки
- захват и транспортирование полуфабрикатов по ручьям штампов
- смазывание и охлаждение штампов.

Вне зоны штампа:

- удаление поковок из зоны штамповки
- ориентация штучных заготовок
- загрузка нагревательного устройства
- выдача заготовок из нагревательного устройства с отбраковкой перегретых и недогретых
- передача поковок к агрегату обрезки облоя
- регулирование режима работы нагревательного устройства.

Комплексные автоматические линии, обычно выполняющие все или большинство элементов технологического процесса горячей штамповки, являются одним из главных направлений развития КШП.

Большинство существующих линий предназначено для изготовления узкой номенклатуры массовых однотипных деталей.

Автоматизация заготовительных операций:

Наиболее производительным и распространенным способом разделки исходного проката сечением до 250 мм является отрезка его на пресс-ножницах. В условиях массового производства часто встраиваются в основной штамповочный агрегат, где производят отрезку мерных заготовок от предварительно нагретой заготовки малоуглеродистой стали - в холодном, высокоуглеродистой (700°C). Объемная точность заготовок на пресс-ножницах 3%.

При оснащении ножниц устройствами, обеспечивающих контроль разрезаемого проката, автоматическое регулирование заднего упора, прижим штанки и отрезаемой заготовки с целью получения реза, перпендикулярно образующей и др. точность 0.5%.

#### Технологические данные оборудования отрезки проката.

Наименование	Производительность, шт/ч		Модуль
Пресс ножницы, стелаж роликовый конвейер	3-1		АКН1830-АКН1838
Пресс ножницы, печь газового нагрева, стелаж, роликовый конвейер	300-500		НБ1425-1431
Универсальный пресс, индукт.нагреватель	0.4-2.5	12-40	5-2
Холоднолом	<20		<200

#### Автоматизация нагрева заготовок.

В условиях поточного, крупносерийного и массового производства нагрев штучных заготовок под штамповку осуществляется в мех. и автом. печах типа карусельных, с вращающимся подом, методических и полуметодических и т. п. с различного рода толкателями и загрузчиками, а также в индукционных нагревателях и установках для нагрева методом электросопротивления.

Основные операции, подлежащие автоматизации:

- подача и укладка заготовок в ориентированном положении на порог загрузочного окна или сток нагревательного устройства
- загрузка заготовок и перемещение их в нагревательном устройстве
- выдача заготовок из нагревательного устройства с контролем их температуры и отбраковкой недогретых и перегретых заготовок.

Применяют различные толкающие и выносящие устройства: шибберные, , роликовые подачи с пневмо- и электроприводами.

Для транспортировки нагретых заготовок применяют склизы, лотки, конвейеры. Крупные заготовки - с помощью посадочных машин и крановых клещей. Лотки изготавливают из чугуновых плит (угол наклона 14÷40°). Конвейеры в основном цепные, траковые со скоростью перемещения 1 м/с.

Для механической механооперационной транспортировки (с одного ручья к другому и т. д.) толкающие подачи, шибберы, подъемники, контователи, грейферные и револьверные подачи, роботы и манипуляторы. (с индивид. и завис. приводом).

#### Смазывание и охлаждение штампов.

На штамп наносят смазочный материал, который позволяет уменьшить теплообмен между деформируемым металлом и штампом, создает гидродинамическое условие течения металла, обеспечивает уменьшение износа штампа и заполнение его объема. При нанесении смазки охлаждается штамп. Наиболее часто применяют суспензии коллоидального графита в масле или в воде. Масляные применяют при  $t > 250^{\circ}\text{C}$ . водяные при  $t < 250^{\circ}\text{C}$  (соотношение 1:10, 1:40).

Установки для смазывания штампов состоят из емкости для смазочного материала, в которой поддерживается равномерное распределение графита по всему объему, системы сопел с трубопроводами и системы управления.

При смазывании неглубоких полостей штампов (до 50 мм) сопла могут стационарно крепиться на штампе. При механизированном смазывании штамповщик включает установку педалью. При автоматической сопла крепятся на захватных органах средств автоматизации. Перед нанесением смазочного материала производится сдув окалины сжатием воздуха.

#### Горяче-штамповочные автоматы.

Наибольшее распространение получили многопозиционные кривошипные пресс-автоматы, предназначенные для штамповки осимметричных поковок типа колец подшипников, шестерен, фланцев и т. п. Прессы бывают с горизонтально и вертикально расположенными позициями.

Технические характеристики горяче-штамповочных автоматов . "Хотсбург" (Швейцария)			
Показатели	AMP 80	AMP 70	A0339
Ном. усилие	1600	12000	8000
Макс. масса поковки, мм	0.6	3	1.7
Макс. диаметр , мм	60	120	60-100
Производительность	70-100	35-70	60-100
Масса, т	27	100	82

Исходный материал прутки (4-6 мм).

$t^{\circ}$  - 1100-1200 $^{\circ}$ : нагрев индукционный, четырехпозиционный. Привод автомата регулируется безступенчато , что позволяет подобрать оптимальный режим работы в зависимости от размеров и формы поковки, материала,  $t^{\circ}$  нагрева.

Допуски на поковки колеблются от  $\pm 0.2$  до  $\pm 0.6$  мм на диаметр , а припуски на механическую обработку составляют  $0.5 \div 0.75$  мм.

## Лекция 6.

### ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ.

В настоящее время происходит в экономике развитых стран интенсивный процесс становления робототехники, целью которой является создание и внедрение в производство роботов и основанных на них робототехнических схем различного назначения . Вникнув на основе механики, кибернетики, электроники и вычислительной техники , робототехника стимулировала новые направления их развития. Для механики это многозвенный механизм, кибернетико-искусственный интеллект, электронико-миниатюрные интегральные схемы и датчики, для выч. техники - микропроцессорные схемы управления.

Робот - универсальный автомат для осуществления механических действий подобных человеку. призван заменить человека, где тяж. , труд, опасность для здоровья, в экстремальных средах (высокое давление, температура, токсичность, низкая температура). Наибольшее внедрение робот получил в промышленности при массовом производстве деталей.

Промыш. робот- стационарная или передвижная автоматич. машина, состоящая из дополнит. устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

### Общая функциональная схема ПР.

Манипулятор- управляемое устройство или машина, для выполнения двигательных функций , аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве , оснащенное рабочим органом.

Манипулятор М пром. робота содержит рабочий орган в виде захватного устройства УЗ , а также механизм (устройство) для выполнения всех его двигательных функций (подъем, поворот и др.). Исполнительный механизм ПР с приводом и захватным устройством называется рукой манипулятора Р.

Для перемещения манипулятора относительно технологического оборудования применяют устройства передвижения УП.

Устройство управления УУ предназначено для формирования и выдачи управляющих воздействий. манипулятора в соответствии с управляющей программой.

Под перепрограммируемым устройством ПР.У понимают такие, которые обеспечивают изменение последовательности и (или) значений перемещений по степеням подвижности и управляющих функций с помощью средств управления на пульте устройства управления. Это изменение управляющей программы может быть выполнено автоматически или при помощи человека оператора.

Устройство управления содержит: пульт управления ПУ, с помощью которого оператор осуществляет ввод и контроль задачи; запоминающее устройство ЗУ; вычислительное устройство ВУ, реализующее алгоритм управления манипулятором; блок управления приводами БУП механизмов манипулятора.

Возможны 2 режима: режим программирования (режим обучения), при котором в ЗУ вводится управляемая программа и режим выполнения технологич. операций (режим работы). Для сбора, первоначальной переработки и передачи в УУ данных о функционировании узлов и механизмов ПР предусмотрены информационно-измерительные средства.

#### Классификация ПР.

1. Поколения: 1) жестко-программируемые (первое поколение)
  - 2) адаптивные (второе поколение)
  - 3) интеллектуальные (третье поколение)
  - 4) комбинированные.
2. Степень специализации:
  - 1) универсальные (многоцелевые)
  - 2) специальные (для выполнения одной определенной операции)
  - 3) специализированные (целевые) - для технологически однородных или обслуживания широкой номенклатуры оборудования.
3. Выполняемые функции:
  - вспомогательная
  - основная
  - подъемно-транспортная
  - комбинированная
4. Назначение (область применения по виду производства)  
линейное, сварочное, кузнечное, штамповочное, механообрабатывающее, сборочное, окрасочное, паяльное и т. д.
5. Способ установки:
  - стационарное (встроенные, самостоятельные)
  - подвижные напольные
  - подвижные подвесные
6. Грузоподъемность (-до 1 т., 1-10т., 10-200т., >200т.)
7. Система координат : - прямоугольная, плоская, пространственная  
- полярная, цилиндрическая, сферическая.
8. Вид привода: - электромеханический, гидравлический, пневматический,
9. Число степеней подвижности: 2,3,4,>4.

Классифицируют также по характеристикам рабочей зоны скорости перемещения, погрешности позиционирования, вид рабочего схвата (механич. , электромех. , вакуумный, ). Вид управления (цикловой, позиционный, контурный, адаптивный).

Рабочая зона манипулятора (ПР) - пространство, в котором находится его рабочий орган при всех возможных положениях звеньев. форма рабочей зоны зависит от числа степеней подвижности манипулятора и



используемой системы координат, в которой осуществляется движение рабочего органа. Размер рабочей зоны обусловлен диапазоном поступательных и угловых перемещений звеньев манипулятора по отдельным степеням подвижности.

Компоновка и конструктивные особенности манипуляторов зависят от их назначения определяемые по следующим признакам: мобильностью, конструкцией опорной системы, числом рук, числом степеней свободы и т.д. Для универсальных манипуляторов число степеней свободы - 5-6.

Малое время цикла обработки деталей штамповкой предъявляют повышенные требования к быстродействию и универсальности ПР.

#### Лекция 7.

#### СХЕМА ПР "РИТМ-05.01".

Рука ПР состоит из следующих блоков: основание 19, устройство выдвижения 17, корпус 3.

Устройство выдвижения: 10-пневмоцилиндр, блок направляющей качения с полкой скалки 16 квадратного сечения. На переднем скалке закреплен корпус 3 и шток пневмоцилиндра 10, в скалке проходят трубопровод и кабель. 15-скалка со шкалой и регулируемые опоры 14, взаимодействуют с датчиками положения 11. 12-тормозные устройства в перемещения (регулируемые). 13- дроссель для регулировки скорости перемещения.

Узел захвата, механизм поворота и подъема захвата расположены в корпусе 3, укрепленном на подвижной скалке 6. 8 - вилка с датчиком 9 (регулируется верхнее положение упором 7).

В корпусе расположены: пневмопривод 4, гидравлический демпфер 5. Ось пневмопривода снабжена зубчатым колесом, взаимодействующей с рейкой. Гидравлический демпфер регулирует скорость перемещения механизма.

Механизм зажима имеет привод поворота вокруг горизонтальной оси, с помощью пневмопривода 20 и гидродемпфера.

Захватное устройство приводится в действие пневмоцилиндром 1 одностороннего действия (обратно возврат пружины).

Основание манипулятора содержит механизм сдвига 29 и установочного перемещения 27 в вертикальной плоскости. Механизм перемещения состоит из неподвижной каретки 28, переналаживаемых упоров 34, пневмоцилиндра 33, направляющие колес 31. Торможение - гидродемпферами 36.

Установочное движение каретки производят винтовыми передачами 26, связанных зубчатыми передачами 24. Винты передач жестко связаны со станиной, а гайка соединена с траверсой. Фиксация оси зажимами 25.

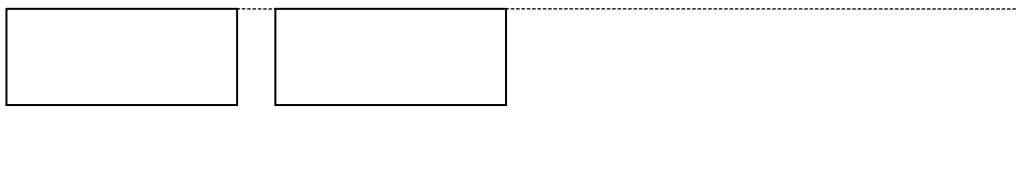
#### Приводы ПР.

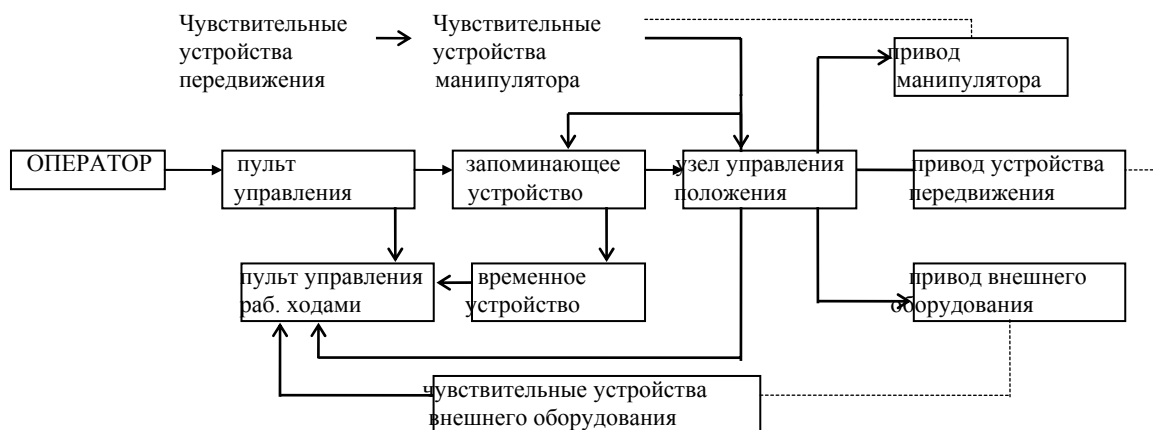
Большинство используют пневматический привод, главным образом в виде пневмоцилиндров. Мощность  $60 \div 800$  Вт (одной степени подвижности). Гидравлический привод используется когда необходимо обеспечить требуемый закон движения рабочих органов от точки к точке и мощность привода превышает 1 кВт. В электроприводах применяют двигатели постоянного тока, шаговые и высокомоментные двигатели. Двигатели постоянного тока с гладким ротором из-за малой инерционности отличаются высоким быстродействием (имеют малую электромагнитную постоянную времени) и применяются в ПР при работе в повторно-кратковременном режиме.

#### СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПР.

В промышленности чаще всего используют ПР с программным управлением, для которых жестко задается программа действий с анализом и в основном в аварийных ситуациях.

Схема аппаратного устройства программного управления ПР.





На пульте управления задаются режимы работы, индуцируется состояние ПР и устройства управления. В запоминающем устройстве находятся одна или несколько управляющих программ. узел управления положением обеспечивает обработку заданных точек и траекторий приводами рабочих органов ПР и функционирование вместе с ним внешнего оборудования. Узел управления рабочими ходами контролирует окончание отработки предыдущего шага программы, хранит номер обрабатываемого шага и выдает сигнал на обработку следующего шага. Временное устройство формирует необходимые по технологическому процессу выдержки времени.

Распространено как наиболее эффективное и простое программирование методом обучения, при котором ввод управляемой программы осуществляется путем однократного (образцового) выполнения всех требующихся действий в режиме ручного управления с пульта. Программа формируется в запоминающем устройстве с помощью чувствительных устройств (датчиков). В режиме воспроизведения программы при автоматическом роботе сигнал с выхода узла управления поступают на приводы манипулятора, устройства передвижения и всего оборудования.

Управляющая программа содержит информацию: о позициях для каждой степени подвижности, последовательности позиций, времени, скорости. Каждой команде соответствует единичная операция. Ее кодируют либо в дискретной форме (1-14 бит) либо в аналоговой. В результате поступления сигналов от устройств внешнего оборудования ПР может переходить на другую программу (реагирует на изменение в технологическом процессе).

#### Цикловое программное управление.

Применяют в ПР, выполняющих вспомогательные операции при небольшом шаге точек позиционирования (<3) и при простых повторяющихся циклах движения. Информация задается вручную жестких упоров, путевых переключателей и датчиков. Последовательность выполнения движений рабочими органами ПР программируется с помощью штекерных панелей, многопозиционных переключателей, программных барабанов, режме времени.

Для ПР с ЦПУ характерны высокая точность позиционирования, простые алгоритмы управления, низкая стоимость, но малый объем информации управления программами и низкие функциональные возможности. Узел управления может быть настроен на дискретных релейных инструментах, интегральных микросхемах, базе микропрограммных автоматов микропроцессорах.

Типичным примером микропроцессорной системы позиционно-контурного типа служит модель УКМ-772, предназначенная для ПР со следящими и дискретными приводами, в которых в качестве центрального вычислителя используется микроЭВМ "Электроника-60".

ПР с адаптивным управлением и с искусственным интеллектом - дальнейшая ступень развития роботехники.

Частью управления таких ПР являются модули технического зрения (МТЗ), куда входят видеокамеры и ЭВМ. При обучении каждый объект помещают в рабочее поле в более 20 различных положениях. В результате МТЗ формируют каталог эталонов рабочих объектов. Затем МТЗ при работе геометрич. параметры, определяют их положение и ориентацию и выдает управление воздействия на привод манипулятора.

ПР с "интеллектом" выполняют анализ производственной обстановки, моделируют внешнюю среду, идентифицируют целевые объекты.

Основная причина возникновения аварийных ситуаций - непредусмотренные движения ПР во время обучения и автомат. работа, неопытность действий оператора.

ПОЭТОМУ - ДОСТУП ЧЕЛОВЕКА В РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО ЗАПРЕЩЕН.

#### Автоматические роторные линии.

Большой вклад в развитие АРЛ внес академик Л. Н. Кошкин. Первая линия в 1938-43 гг. позволила увеличить производительность в сотни раз.

Роторные линии характеризуются непрерывным движением предметов обработки совместно с обрабатывающим инструментом. Роторно-конвейерные машины, - инструмент отделен от исполнительных органов и размещен в габриках транспортных конвейерах.

Технологическая машина в процессе изготовления изделий совершает 2 основные и противоположные функции: технологическое движение (обработку) и транспортное (подвод предмета в зону обработки).

Машины 1 класса: технологич. обработка после завершения транспортировки и наоборот.

почти все пресса и их оборудование  
 $P = t_{загр} + t_{тех} + t_{выгр} + t_{тр}$

Машины 2 класса: совпадение транспортного и технологического движения.

станок для накатки монет  
 $P = t_{тр} + t_{тех}$ .

Машины 3 класса: обработка осуществляется в процессе транспортировки.

Роторная машина представляет собой : технологический ротор с инструментальными блоками и транспортные роторы для загрузки и выгрузки. Шаг между захватными органами транспортных роторов равен шагу между позициями технологического ротора.

Транспортные роторы образуют с технологическим ротором жесткую кинематическую связь.

Производительность:

$$Q = V_{тр}/h;$$

$V_{тр}$  - транспортная скорость, м/с

$h$  - шаг между рабочими позициями.

Требуемая длительность технологического цикла обработки получается за счет выбора числа рабочих позиций и величины транспортной скорости.

$$T_t = L_p/V_{тр} = U h / V_{тр}; \quad U - \text{число рабочих позиций}; \quad Q = U_p / T_p$$

Переход к автоматическим машинам невозможен без обеспечения автоматич. машины, т.е. их способности обрабатывать предметы разнообразных форм. Это достигается применением многономенклатурных роторных машин и линий.

#### Роторно-конвейерные линии.

Если в роторной машине обрабатываемый инструмент смонтирован непосредственно на технологическом роторе (в виде инструментального блока) и каждый комплект инструмента постоянно структурно и кинематически связан с соответствующим ему и только ему исполнительным органом ротора, то в роторно-конвейерной линии такие связи временные.

В роторно-конвейерных машинах исполнительный орган определенного вида монтируется также в соответствующих обслуживающих роторах, а инструменты, скомпонованные в инструментальные блоки, монтируются в гнездах гибкого цепного конвейера, который огибает на определенных участках роторы.

РШ - ротор штамповки  
РВ - ротор выталкивания  
КБ - конвейер блоков  
РВИ - ротор выдачи изделий  
РПП - ротор приема предмета обработки  
ЗН - затяжная звездочка  
ИБ - инструментальный блок  
РО - ротор обслуживания инструмента

#### Лекция 9.

##### СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ (САР) (УПРАВЛЕНИЯ) И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ.

Автоматическое регулирование (у) представляет собой процесс поддержания или изменения управляемых величин по заданному режиму с помощью специальных устройств, называемых автоматическими регуляторами или АУУ (автоматическими управляющими устройствами).

Система автоматического регулирования (САР) является совокупностью взаимодействующих друг с другом объектов управления и устройств автоматического регулирования.

По принципу действия САР подразделяются на разомкнутые системы жесткого управления и замкнутые системы регулирования.

X - входная величина объекта  
Y-выходная величина объекта

В разомкнутых системах жесткого управления регулирующее воздействие вводится в заранее заданные моменты времени без проведения контроля выходных величин объекта. Такая связь может несколько нарушаться по мере износа деталей и узлов механизма объекта и системы управления.

В замкнутой системе регулирующее воздействие вводится по определенному закону при отклонении выходных величин от их заданного значения (регулятор воздействует на объект, а объект - на регулятор).

Объект (пресс, печь) регулируют скорость перемещения траверсы, температуру печи.

Обобщенная схема системы автоматического регулятора (САУ).

Чувствительный элемент преобразует регулируемый параметр в какую-либо электрическую характеристику, удобную для передачи.

Регулятор сравнивает преобразованную характеристику с заданной величиной, установленной датчиками и в зависимости от результатов сравнения подает определенную команду исполнительному механизму, взаимодействующему на регулирующий орган, позволяющий изменять приток от источника к объекту регулирования.

В случае малой величины регулирующего импульса необходимы высокочувствительные измерительные приборы и усилители.

Позиционное регулирование и позиционные регуляторы относятся к регуляторам релейного действия.

У таких регуляторов исполнительный механизм может занимать лишь два положения (переключение из одного положения в другое), когда регулируемая величина проходит через заданное значение. Режим работы системы с позиционным регулированием - автоколебательный.

Регулирующее воздействие позиционных регуляторов всегда одинаково и не зависит от величины отклонения параметров объекта регулировки.

Схема и график двухпозиционной регулировки уровня воды.

Недостаток 2-х позиционной регулировки состоит в изменении регулируемого параметра от минимального до максимального значения; частые включения исполнительного механизма.

Позиционные регуляторы целесообразно применять в тех условиях, когда разница между заданным верхним и нижним пределом регулируемая величина.

В случае необходимости поддержания заданной величины регулируемого параметра с высокой точностью необходимо использовать регуляторы с управляемым воздействием, зависящем от величины и характера отклонения регулируемого параметра. Эти регуляторы пропорционального действия (П- регуляторы) или статические, пропорционально-интегрального действия (ПИ-регуляторы) - изодромные, пропорционально-интегрально-дифференциального действия (ПИД- регуляторы).

Статические регуляторы (П- регуляторы).

или регуляторы с жесткой образующей связью создает регулирующее воздействие пропорциональное отклонению регулируемого параметра.

Выходная величина с входной связью:

$Y = K_p X$ ;  $K_p$ -коэффициент передачи регулятора, настраивается с помощью приспособлений.

Схема статического регулятора.

Рп - реостатный задатчик потенциометра ЭП включен в мостовую схему реостатным датчиком Ри, обеспечивающим связь от исполнительного механизма. Наличие жесткой связи ползуна датчика Ри с валом двигателя М обеспечивает соответствие каждого положения регулирующего канала К вполне определенному положению ползуна датчика Ри. Статический регулятор обеспечивает устойчивость и необходимое быстрое действие при регулировании объектов, но с некоторой погрешностью.

Имеются также программные регуляторы (по заданной программе). Система программного управления (СПУ) разделяется на программно-путевое управление (ППУ) и цифровое программное управление (ЦПУ).

Устройства и аппаратура автоматического регулирования.

САР включает в себя:

1. Измерительное звено - различные типы датчиков, которые дают информацию о достижении заданного значения контролируемого параметра.
2. Промежуточное звено - для усиления и преобразования сигнала в удобный вид управления.
3. Исполнительное звено - комплекс механизмов, непосредственно осуществляющих процесс управления.

Датчик (или первичный преобразователь) - устройство, воспринимающее контролируемые величины и преобразующие их в величины, удобные для передачи по линиям связи или дальнейшего преобразования.

Основные характеристики датчиков.

1. Входная величина, т.е. величина воспринимаемая и преобразуемая датчиком.  
Подразделяются на 2 типа:  
а) группа энергетических величин, характеризующих интенсивность протекания процессов или параметры источников энергии (напряжения, перемещения, скорости)  
б) группа параметрических величин, характеризующих нагрузку (массу, упругость, сопротивление). Характеризуют свойства и состав объектов.
2. Выходной сигнал - изменение несущей величины (силы тока, давления), используемой в дальнейшем для передачи информации.
3. Статическая характеристика представляет собой функциональную зависимость вида  $Y = SX$  между измерениями входной и выходной  $Y$  величин.
4. Чувствительность датчика  $S = y/x$   
при  $S \rightarrow \infty$  характеристика принимает релейный характер. Реле - частный вид датчика, статическая характеристика которого скачкообразна по изменению выходной величины  $y$ .
5. Порог чувствительности - минимальное значение входной величины, вызывающее изменение выходного сигнала.

Требование к датчикам: соответствие  $y$  от  $x$ , избирательность, высокая чувствительность, стабильность, перегрузочная способность, малая инерционность, устойчивость против посторонних воздействий, простота, удобство монтажа и обслуживания.

## Лекция 10.

### ПУТЕВЫЕ ДАТЧИКИ.

сигнал управления возникает в результате воздействия на них движущихся деталей или частей технологического агрегата.

Простейший пример - датчики механического типа, которые изготавливаются в виде жестких и подвижных упоров или кулачков.

Электрические путевые датчики контактного типа (путевые выключатели, переключатели) предназначены для замыкания и размыкания электрической цепи управления в зависимости от пройденного пути.

Схема простого переключателя  
с самовозвратом

Датчик моментного действия с самовозвратом

Недостатком электронного датчика является быстрый износ контактов или образование на них оксидных пленок, плохопроводимых электрический ток, что приводит к потере стабильности и снижению точности САУ.

### Электрические бесконтактные датчики.

Наибольшее распространение получили индуктивные датчики. Их используют как путевые и конечные выключатели, так датчики счета, усилия, давления и толщины. Индуктивные датчики работают на переменном токе промышленной частоты, обеспечивают на выходе относительно большую управляемую мощность и могут быть соединены с логическим элементом без промышленного усилителя. Принцип действия индуктивных датчиков основан на изменении индуктивности системы под действием входной величины (перемещения, усилия).

Индуктивные датчики бывают:

1. Д. с переменным циклом витков  $w$
2. Д. с магнитной проницаемостью, изменяемой с помощью деформации
3. Д. с переменным сопротивлением воздушного зазора  $R\delta$



4. Д. с сопротивлением магнитопровода, изменяемым с помощью перемещения экрана или короткозамкнутого витка

Схема включения последовательная

Основные части индукционного датчика:  
магнитопровод 2 с катушкой 3 и якорь 1.

Величина индуктивности системы L без учета моментного сопротивления сердечника выражается как

$$L = w^2 \cdot s \cdot \mu_0 / \delta;$$

$w$  - число витков,     $\delta$  - зазор, см;     $s$  - площадь сечения сердечника, см<sup>2</sup>

Недостаток - остался механический контакт при  $\mu \rightarrow 0$ . Этого недостатка лишен БВК - 24, работа которого основана на использовании генератора релаксационных колебаний с трансформаторной обратной связью, собранного на трансформаторе Т.

W1 - первичная обмотка

W2 - положительная обратная связь

W3 - отрицательная обратная связь

Радиационные датчики.

Радиационные (изотропные) датчики применяют как д. положения, толщины, счета заготовок и т.д. Используют:  $\beta$  излучение (поток электронов или позитронов) пробег в воздухе 2 - 5 м., в металле несколько мм.

$\gamma$  излучение (поток квантов электромагнитной энергии)

Основные элементы:

- источник излучения (искусственные изотопы стронция, кобальта, цезия, таллия)
- приемник, измеряющий интенсивность излучения и преобразующая в электрический ток (ионизационные камеры, пропорциональные счетчики, счетчики Гейгера - Мюллера)
- усилители

Принцип действия приемника основан на ионизации газа (неон с аргоном или хлором, бромом, йодом) внутри счетчика под действием зарождающихся частиц от излучателя.

Фотоэлектрические датчики.

Они преобразуют изменение светового потока в изменение электрического тока или напряжения. Применяются в роли датчиков положения, счета, наличия или величины обрабатываемых заготовок и изделий, а также для автоматической защиты обслуживающего персонала.

Схема фотоэлектрического датчика перемещения.

- 1- осветитель
- 2- неподвижная диафрагма
- 3- подвижная диафрагма
- 4- фотоэлемент

Принципиальная схема с электровакуумным фотоэлементом

## Принципиальная схема с полупроводниковым элементом

### Размерные датчики.

одним из видов являются индуктивные датчики. К относятся поворотные трансформаторы, сельсины, индуктосинн, редусинн. Сельсинн используется в качестве датчиков угла поворота и представляют собой малогабаритные самоиндуцирующие электрические машины переменного тока, сходные по конструкции с синхронными машинами. Бывают контактные (на статоре однофазная обмотка, на роторе 3-х фазная), бесконтактные (обе обмотки находятся на статоре).

Используют также 2 сельсина не связанные между собой механически.

## Лекция 11.

Реостатные датчики - представляют собой регулируемые омические сопротивления.

Основными элементом реостатного датчика являются каркас с размещенным на нем сопротивлением в виде намотки проволоки и подвижная тонкосъемная щетка, скользящая непосредственно по поверхности сопротивления или по ряду соединенных с ним контактов. Габариты датчика определяются потребляемой им мощностью.

Допустимый по температурным условиям ток находится из выражения:

$$I \cdot R / \mu \cdot S_{\text{охл}} < (t_{\text{p max}} - t_{\text{0 max}})$$

$\mu$  - коэффициент теплоотдачи

$t_{\text{p max}}$  - максимальная температура, допускаемая применяемым материалом

$t_{\text{0 max}}$  - максимальная температура окружающей среды

$S_{\text{охл}}$  - поверхность охлаждения.

Характеристика линейного реостатного датчика выражается:

$R_x = R/L \cdot X = r_0 \cdot X$ ,  $L$  - полная длина обмотки,  $r_0$  - сопротивление приходящееся на единицу длины каркаса,  $X$  - перемещение щетки.

Для получения нелинейной характеристики  $R_x = f(x)$  используют фигурные каркасы  $h = \varphi(x)$ .

Измерение температур осуществлять контактным и бесконтактным методами.

### Термометры сопротивления

используется свойство металлов изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры. Эти термометры используются для измерения температуры воды, пара, газа в нагревательных и термических печах.

В качестве чувствительного элемента термометра сопротивления применяют медь и платину, а также железо и платину.

Pt - (-200 ÷ 500 C°), Cu - (-50 ÷ 100 C°), Ni - (-50 ÷ 200 ÷ 250 C°)

В последнее время используют полупроводниковые термометры сопротивления (термисторы) (материал - окислы или сульфиды различных металлов или редкоземельных элементов).

Термоэлектрические пирометры.  
(это термопара с измерительным прибором)

Работа основана на возникновении термоэлектродвижущих сил в месте скольжения, получаемого в результате соединения концов двух разнородных металлов.

Термопары выбирают с учетом диапазона измеряемых температур в зависимости от их чувствительности, определяемой значением термо Э.Д.С., развиваемой при разности температур холодного и горячего концов в 1°C.

$E = S_t (t_1 - t_2)$ ,  $S_t$  - чувствительность термопары,  $t_1$  - измеряемая температура,  $t_2$  - температура окружающей среды  
хромель - копель ( $t^\circ 200 \div 600^\circ 0$ )  
платина - платинородий (<1600°)  
молибден - графитовые (<2000°)

Пирометры излучения работают с использованием функциональной зависимости яркости, теплового излучения энергии по спектру излучения от температуры тела. Законы излучения установлены для абстрактного тела, называемого абсолютно черным, коэффициент поглощения которого = 1. Все реальные имеют коэффициент поглощения < 1.

Все пирометры измеряют псевдотемпературу, отличающуюся от истинных температур реальных тел, чем больше отличие интенсивности излучения абсолютно черного тела. При переходе от псевдотемператур к реальным необходимо вводить поправки на степень черноты тела, для чего надо знать коэффициент черноты нагреваемого тела.

Метод яркостной пирометрии основан на измерении яркости свечения тела при данной длине волны в зависимости от температуры.

Метод радиационной пирометрии основан на использовании зависимости общего количества энергии, излучаемой телом в широком спектральном интервале, от температуры тела.

Метод цветовой пирометрии основан на измерении распределения энергии внутри данного участка спектра излучения тела от температуры нагрева тела.

#### Датчики измерения давления.

Измерение давлений и действующих сил называют тензометрией. Силоизмерительные установки в случае автоматизации оборудования являются неотъемлемой частью систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами.

О величине силового параметра судят или по линейному перемещению, или по изменению напряженного состояния специального элемента, воспринимающего силовой параметр.

Схема силоизмерительной установки:

- 1 - 1-й преобразователь (упругий элемент)
- 2 - 2-й преобразователь ( датчик)
- 3 - 3-й преобразователь
- 4 - усилитель
- 5 - указатель

Датчики - ( тензодатчики - изменение сопротивления при упругих деформациях)

Изменение сопротивления характеризуется чувствительностью

$$S = (R/R)/(l/l) = E \cdot (R/R)/\sigma = (1 + 2\mu) + (\rho/\rho)/(l/l)?$$

R и l - сопротивление и длина проводника  
 $\sigma$  - механическое напряжение в материале  
E - модуль упругости  
 $\rho$  - удельное сопротивление  
 $\mu$  - коэффициент Пуансона

Общим недостатком проводниковых тензодатчиков является небольшая величина их коэффициента чувствительности, не превышающая 3,6 (поэтому применяют датчики из монокристаллов > 10 - 50 раз).

Для определения давления при ОМД используют также индуктивные датчики (за счет изменения воздушного зазора).

дифференциальная схема позволяет получить  
линейную зависимость

Для определения напряженного состояния упругого элемента в датчиков используют магнитоупругие и магнитоанизотропные датчики. принцип работы этих датчиков основан на использовании эффекта измерения магнитной проницаемости ферромагнетического материала под действием механических напряжений.

Магнитоупругие датчики.

дроссельного типа

трансформаторного типа

1 - первичная обмотка  
2 - вторичная обмотка

Имеют высокую чувствительность

$K = \Delta U_2 / \Delta P$

$\Delta U_2$ - приращение погрешности в измерительной обмотке .

$\Delta P$ -приращение усилия

Определение магнитными свойствами магнитопровода, его размерами .

Могут применяться без усилителей .

Отличаются высокой надёжностью.

Лекция 12

#### Регулировочная аппаратура.

Основными аппаратами схем автоматического управления являются контакторы и различные реле, предназначенные для частых включений и отключений силовых цепей и цепей управления .

Выпускаются переменного и постоянного тока .

Контакторы имеют главные (силовые) контакты, при замыкании которых подаётся напряжение на приводной двигатель. Главные контакты рассчитаны на большие токи (до 1000 А). Кроме главных контактов имеются блок контакты, которые включаются в цепь управления .

Принцип действия : при подаче напряжения на катушку электромагнита последний притягивает якорь, который замыкает (или размыкает) силовые контакты .(распределяет сигнал по другим цепям )

Электромагнитные реле по устройству аналогичны контакторам, но с большим числом контактов и на небольшие токи .(предназначены для работы в цепях управления ).

—

#### Реле с магнитоуправляемыми контактами .

Магнитоуправляемые контакты (мк) - герконы получили широкое распространение в концевых и кнопочных выключателях, шаговых переключателях и искателях, датчиках положений и других конструкциях без якорных электромагнитных реле.

Герконы конкурируют с полупроводниковыми приборами в области низких частот. Позволяют производить более 1000 операций в секунду, их срок службы достигает  $10^8$ - $10^{12}$  циклов, а их сопротивление кон-

тактного перехода в замкнутом состоянии может быть снижено до 0.001 Ом при высоком сопротивлении ( $10^9$ - $10^{11}$  Ом) в разомкнутом состоянии .

Действие МК основано на использовании сил взаимодействия , возникающих в магнитном поле между ферромагнитными телами . Эти силы вызывают деформацию и перемещение ферромагнитных токопроводящих электродов, что используется для коммутации электрических цепей .

$F_m = \Phi^2 / 2\mu S_n$  - сила притяжения электродов .

$\mu_0$  - магнитная проницаемость фокуса

$S_n$  - площадь перекрытия электродов в рабочем зазоре.

Колбы могут быть стеклянные , керамические , металлические. Принципиально возможны следующие способы управления работой МК : перемещение постоянного магнита и геркона , изменение намагничивающей силы управляющей катушки , изменение параметров магнитной цепи переменного экрана или сочетанием всех способов.

На МК промышленностью выпускаются путевые переключатели. Их достоинство : возможность работы с бесконтактным воздействием , высокое быстродействие и большая допускаемая частота обрабатывания, высокая износоустойчивость и надежность, возможность дистанционной регулировки точки срабатывания, без промежуточных усилителей , малая стоимость и габариты, работа в любой атмосфере. Недостатки: малая величина контролируемой мощности, малая перегрузочная способность, зависимость контактного давления от величины ф.

#### Усилители

предназначены для усиления мощности сигнала, поступающих от датчиков. Работают за счет дополнительных источников энергии. Подразделяются : механические, магнитные, электронные.

Простейший магнитный усилитель - дроссельный. Благодаря переменному входному сигналу  $U_{вх}$  магнитное сопротивление сердечника меняется и ток на выходе катушки 2. Коэффициент усиления до 100.

Электронные усилители содержат электронный или полупроводниковый прибор, позволяющий существенно изменять входной сигнал. Увеличение мощности происходит за счет энергии питания усилителя.

Простейшая схема лампового усилителя.

Изменение сеточного напряжения  $\Delta U_c$  сильно влияет на изменение анодного тока. Коэффициент усиления лампы  $\mu = \Delta U_a / \Delta U_c = 4 \div 100$ .

Схема полупроводникового каскада усиления с общим эмитером.

Увеличение усиления можно достигнуть за счет применения нескольких каскадов усиления  $K = n \cdot K_1$ .  
Бывают низкочастотные (8-10 кГц) и высокочастотные (35-50 кГц)

Указатели.

Указатели при измерении различных параметров процессов ОМД для визуального отсчета и записи являются обычные стандартные стрелочные приборы (вольтметры, амперметры), катодные и светолучевые осциллографы.

К стрелочным указателям относятся магнитоэлектрические, электродинамические, электромагнитные и др. приборы. Принцип действия этих приборов основан на преобразовании электрических величин в механические перемещения стрелок указателя. Недостатком стрелочных приборов является их большая инерционность, поэтому их целесообразно применять для записи процессов с длительным циклом. Для измерения быстропеременных величин рекомендуется применять светолучевые осциллографы.

Лекция 13.

#### СИСТЕМА БЛОКИРОВКИ И УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ КШП.

Эта система обеспечивает включение привода оборудования, связывает работу захватного органа подающего устройства с работой привода, предотвращает поломки элементов средств автоматизации при нечеткой и неправильной работе захватного органа в опасной зоне пресса.

По принципу действия и характеру системы блокировки подразделяются:

1. Предохранители (фрикционные, кулачковые, пружинные, электрические) исключают поломку различных элементов.
2. Средства блокировки  
- обеспечивает отключение привода в случае неправильного положения захватного органа относительно детали или инструмента, в случае отсутствия детали.
3. Средства управления - обеспечивает включение и выключение привода или силового устройства захватного органа (механические, электрические, электро- пневмо- гидравлический)

Защитные предохранительные устройства.

1) Неподвижные ограждения  
обеспечивают защиту рук работающих от попадания в опасную зону. Устанавливают на штамп или пресс. Применяют при штамповке из полосы, листа, штучных заготовок, когда не требуется ввода рук в опасную зону.

Часто неподвижные ограждения блокированы с механизмом включения пресса (с помощью конечных выключателей) необходимо при наладке штампа.

2) Подвижные защитные устройства (ограждения)  
обеспечивают закрытие опасной зоны в процессе рабочего цикла.

Бывают:

- ограждающие опасную зону

- отводящие руки из опасной зоны  
(например: маятниковый тип)

3) Закрытые устройства, действующие через систему управления.  
Двухручное управление прессом (расстояние > 500 мм)

Схема двухручного управления муфты пресса

#### Средства блокировки

служат для автоматической остановки пресса или иного оборудования при отсутствии или неправильном положении заготовки, или в рабочее пространство попали руки рабочего.

Применяются контактные (электрические, гидравлические, пневматические, механические) устройства, а также бесконтактные с использованием радиактивных, фотоэлектрических датчиков.

Для примера схема электроблокирующего устройства, применяемая на многопозиционном прессе для автоматической остановки пресса в случае отсутствия или неправильного положения заготовки в рабочей зоне штампа.

- 1 - рейферные линейки
- 2 - колодки
- 3- заготовка
- 4 - контакты
- 5 - изолятор
- 6 - контактная пластина

K1 и K2 - реле с нормально разомкнутыми контактами соединенные по специально следящим устройствам: линейки изолированы и движутся по направлениям 1,2,3,4 и замыкают цепь кроме, в 4 положениях, когда замкнуты контакты 4 через заготовку 3. В случае отсутствия заготовки (или неправильной установки) цепь разрывается, K1 и K2 замыкаются и включают тормоз.

