

АППП

Автоматизация производственных процессов

(лекции)

1.1. Основы, терминология и направления АПП.

Одним из основных направлений деятельности человека является совершенствование процессов производства с целью облегчения тяжёлого физического труда и повышение эффективности процесса в целом – это направление может реализоваться через автоматизацию производственных процессов.

Итак, целью АПП является:

- повышение производительности;
- повышение качества;
- улучшение условий труда.

Цель рождает вопросы, что и как автоматизировать, целесообразность и необходимость автоматизации и др. задачи.

Как известно технологический процесс состоит из трёх основных частей:

- рабочего цикла, - основной тех. процесс;
- холостых ходов, - вспомогательных операций;
- транспортно – накопительных операций.

Основной тех. процесс тесно связан с СПИД. Рассмотрим СПИД:

С – это автоматизация рабочих и холостых ходов всех механизмов станка (авт.гл. движ., подач и вспом. операций).

П – автоматизация установки, фиксации деталей на станке.

И – требования АПП к инструменту.

Д – технологические требования АПП к детали.

Кроме того,

Вспомогательных операций – это автоматизация загрузки, разгрузки, установки, ориентации, фиксации, транспортировки, накоплению и контролю детали.

Из всего выше сказанного видно, что АПП имеет комплексный подход и, не решив одну задачу, можем не достигнуть необходимого эффекта.

Автоматизация – направление развития производства, характеризуемое освобождением человека не только от мускульных усилий, для выполнения тех или иных движений, но и от оперативного управления механизмами выполняющими эти движения.

Автоматизация может быть частичной или полной.

Частичная автоматизация – автоматизация части операции по управлению производственным процессом при условии, что остальная часть всех операций выполняется автоматически (управление и контроль человеком).

Примером может служить – автом. линия (АЛ), состоящая из нескольких станков автоматов и имеющих автоматическую межоперационную транспортную систему. Управление линии осуществляется одним процессором.

Полная автоматизация – характеризуется автоматическим выполнением всех функций для осуществления производственного процесса без непосредственного вмешательства человека в работу оборудования. В обязанности человека входят настройка машины или группы машин, включение и контроль.

Пример: автоматический участок или цех.

1.2. Организационно – технические особенности автоматизации.

Анализируя тенденцию и историю развития автоматизации произв. процессов, можно отметить четыре основных этапа, на которых решались различные по своей сложности задачи.

- Это:
1. Автоматизация рабочего цикла создание машин автоматов и полуавтоматов.
 2. Автоматизация систем машин, создание АЛ, комплексов и модулей.
 3. Комплексы автоматизации производ. процессов с созданием автоматических цехов и заводов.
 4. Создание гибкого автоматизированного производства с автоматизацией серийного и мелкосерийного производства, инженерного и управленческого труда.

1 **На первом этапе** – модернизировалось универсальное оборудование.

Как известно время обработки одного изделия опре-ся по формуле:

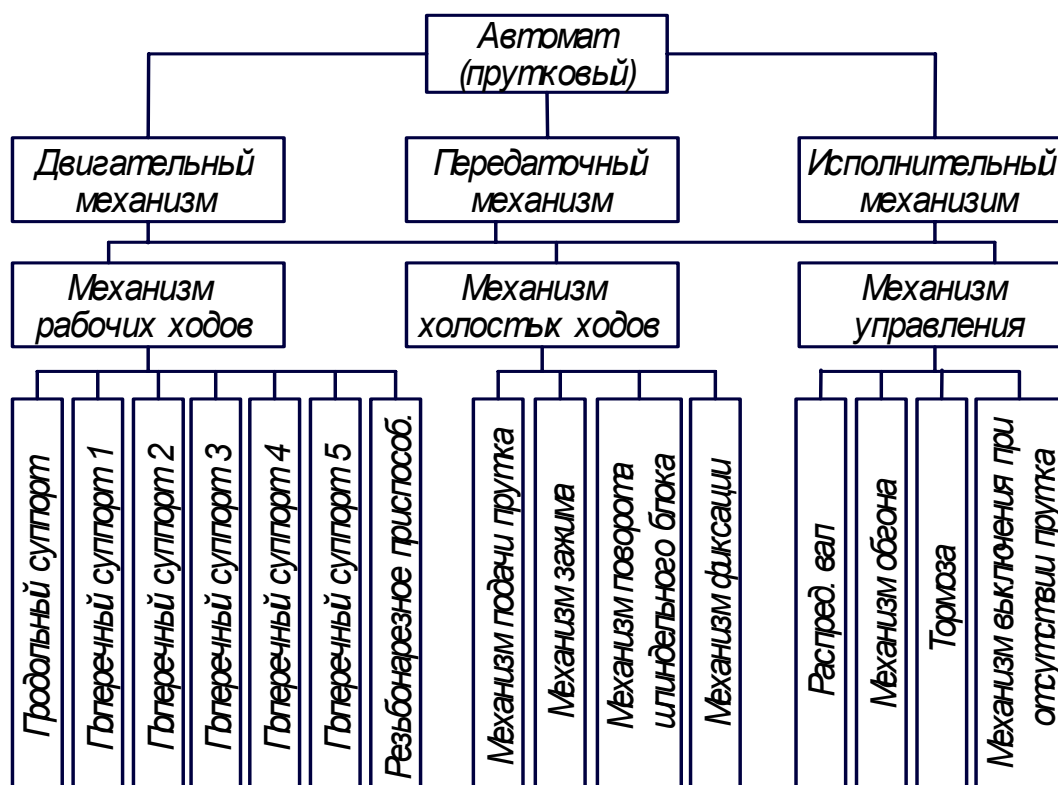
$$\underline{T = t_p + t_x}$$

Таким образом, для повышения производительности работы оборудования сокращалось время t_p и t_x и совмещалось t_p и t_x значит, если машина кроме рабочих ходов (t_p) могут самостоятельно выполнять холостые хода (t_x), то она представляет собой автомат.

Необходимо учитывать, что под холостыми ходами следует понимать не только перемещение отдельных узлов станка без обработки, но и загрузку, ориентацию детали, их фиксацию. Однако, как показала практика, автоматизация универсальных станков, с точки зрения производительности имеет свои пределы, т.е. рост производительности труда составил не выше 60%. Поэтому в дальнейшем стали создавать специальные станки автоматы с применением новых принципов:

- многоинструментальные и многопозиционные автоматы применялись в поточных линиях, что явилось высшей формой первого этапа автоматизации (структурная схема см. табл.1).

Структурная схема автомата №1



2 **На втором этапе** – создаётся АЛ (структурная схема см. табл.2).

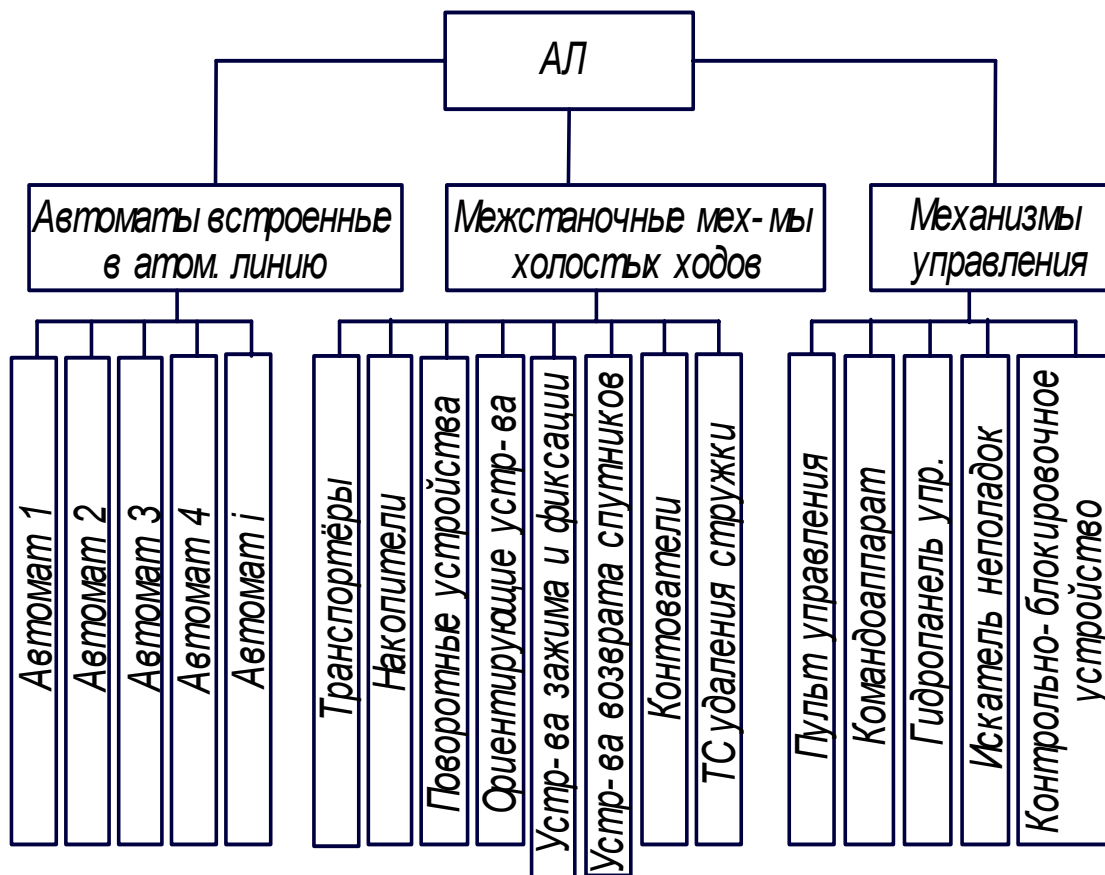
АЛ называется – автоматическая система машин расположенных в технологической последовательности, объединённых средствами транспортировки, управления, автоматически выполняющих комплекс операций кроме контроля и наладки.

Создание АЛ потребовало решения более сложных задач. Так одна из них –
- Создание автоматической системы межстаночной транспортировки обрабатываемых деталей, с учётом неодинакового ритма работы станков (время на операции разное); а также не совпадение по времени их простоев из-за возникающих неполадок. Система межстаночной транспортировки должна включать не только транспортёры, но и автоматические магазины накопители для создания расхода межоперационных заделов, устройств управления и блокировки системы машин. При этом необходимы не только согласование между собой рабочих циклов отдельных машин, а так же транспортирующих механизмов, но и блокировок на случай всевозможных неполадок (поломки, выход размеров за пределы поля допуска и т.п.).

На втором этапе автоматизации решается и задача: создание средств автоматизированного контроля, в том числе активного контроля с корректировкой работы станка.

Экономический эффект достигается не только повышением производительности и значительным сокращением затрат ручного труда благодаря автоматизации межстаночной транспортировки, контроля, уборки стружки.

Структурная схема АЛ табл. №2

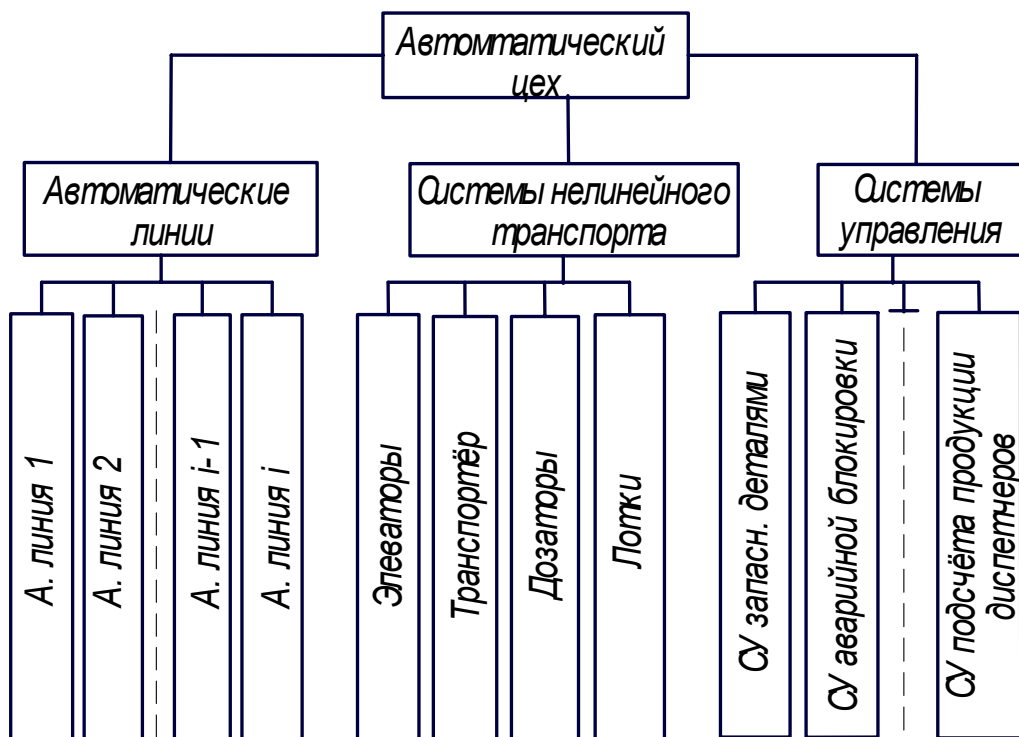


3 Третьим этапом автоматизации явл-ся комплексная автоматизация производственных процессов – создание автоматических цехов и заводов.

Автоматич. цехом или заводом называется цех или завод, в котором основные производственные процессы осуществляются на АЛ.

Здесь решаются задачи автоматизации межлинейной и межцеховой транспортировки, складирования, уборки и переработки стружки, диспетчерского контроля и управления производством (структура автом. цеха см. схему, рис.3).

Структура автоматического цеха табл. №3



Здесь элементами выполняющие рабочие ходы, являются уже АЛ со своими технологическими роторными машинами, механизмами транспортировки, управления и т.д.

В автом. цехах и заводах межлинейное транспортирование и накопление заделов являются холостыми ходами.

Система управления цеха также выполняет новые более сложные задачи.

Важнейшей особенностью комплексной автоматизации производственных процессов как нового этапа технического прогресса явл-ся широкое применение вычислительной техники, которая позволяет решать не только задачу управления производством, но и гибкого управления тех. процессами.

4 Гибкие автоматизированные системы – как **четвёртый этап** автоматизации представляют собой наивысшую четвертую ступень развития автоматизации тех. процессов. Предназначены для автоматизации тех. процессов со сменным объектом производства, в том числе для единичного и мелкосерийного производства.

Гибкое производство – сложное понятие, включающее в себя целый комплекс компонентов + машинная гибкость – лёгкость перестройки технологических элементов ГАП для производства заданного множества типов деталей.

Гибкость процесса – способность производить заданное множество типов деталей, в том числе из различных деталей, разными способами.

Гибкость по продукту – способность быстрого и экономичного переключения на производство нового продукта.

+ Маршрутная гибкость – способность продолжать обработку заданного множества типов деталей при отказах отдельных технологических элементов ГАП.

Гибкость по объёму – способность ГАП экономически выгодно работать при различных объёмах производства.

Гибкость по расширению – возможность расширения ГАП за счёт введения новых технологических элементов.

Гибкость работы – возможность изменения порядка операции для каждого из типов в детали.

Гибкость по продукции – всё разнообразие изделий, которое способно производить ГАП.

Определяющими явл-ся машинная и маршрутная гибкость.

Использование ГАП даёт непосредственный экономический эффект за счёт высвобождения персонала и увеличения сменности работы и управляющего оборудования.

Обычно в первую смену производится загрузка заготовок, материалов, инструмента, тех заданий, СУ и т.д., это выполняется с участием людей. Вторую и третью смену ГАП работает самостоятельно под наблюдением диспетчера.

Лекция №2

1.3. Техничко-экономические особенности автоматизации.

При анализе производства бывает не достаточно знать, на какой стадии механизации или автоматизации находится тот или иной технологический процесс. И тогда степень автоматиз. или механизации (С) определяется уровнем мех.(М) и автом.(А). Оценка уровня М и А осуществляется тремя основными показателями:

- степенью охвата рабочих мех. трудом (С);
- уровнем мех. труда в общих трудовых затратах (Y_T);
- уровнем мех. и авт. производств. Процессов (Y_{II}).

Для мех. обработки и сборки эти показатели:

$$C = \frac{P_A}{P_O} \cdot 100\%; \quad Y_T = \frac{\sum P_A \cdot k}{P_O} \cdot 100\%;$$

$$Y_{II} = \frac{\sum P_O \cdot K \cdot П \cdot М}{\sum P_O \cdot K \cdot П \cdot М + P \cdot (1 - \frac{Y_T}{100})} \cdot 100\%$$

Процент возрастания производительности труда за счёт его мех. или автоматизации:

$$П_{M(A)} = \left[\frac{(100 - Y_{T2}) \cdot (100 - Y_{II}) \cdot 100}{(100 - Y_{T1}) \cdot (100 - Y_{II2})} - 100 \right] \cdot \frac{C_2}{C_1};$$

- где
- индекс 1 соответствует показателям, полученным до проведения мех. и автом.;
 - индекс 2 после их проведения;
 - P_A – число рабочих, выполняющих работу с использованием средств автом.;
 - P_O – общее число рабочих на рассматриваемом участке, цехе;
 - k – коэффициент механизации, выражающий отношение времени мех. труда к общим затратам времени на данном рабочем времени.
 - $П$ – коэф. производительности оборудования, характеризующий отношение трудоёмкости изготовления дет. на универсальном оборуд. с наименьшей производительностью, принятым за базу трудоёмкости изготовления этой детали на действующем оборудовании;
 - $М$ – коэф. Обслуживания, зависящий от количества единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим (при обслуживании оборудования несколькими рабочими $M < 1$).

Система трёх основных показателей уровня мех. и автом. производственных процессов позволяет:

- оценивать состояние автом. производства, вскрывать резервы для повышения производительности труда;
- сравнивать уровни М. и А. родственных производств и отраслей;
- сравнивать уровни М. и А. соответствующих объектов по периодам внедрения и тем самым определять направления дальнейшего совершенствования производственных процессов;
- планировать уровень автоматизации.

Наряду с выше приведенными показателями может применяться критерий уровня автоматизации производства, количественно характеризующий, в какой мере на данной стадии М. и А. используются возможности экономии затрат труда, т.е. роста произв. труда:

$$a_A = \frac{\Delta t_{чА}}{\Delta t_{пА}} \cdot 100 = \frac{t_{пМ} - t_{чА}}{t_{пМ} - t_{пА}} \cdot 100\%;$$

где $t_{пМ}$ – трудоёмкость изготовления изделия при полной (комплексной) механизации;

$t_{чА}$ и $t_{пА}$ – трудоёмкость изготовления при частичной и полной автом.

1.4. Технологичность деталей для автоматизированного производства.

1.4.1. Особенности конструирования изделий в условиях автоматизации производства.

Конструкция изделия должна обеспечивать его технологичность в изготовлении и сборке. Применение средств автоматизации предусматривает повышенное внимание конструкции изделий с точки зрения облегчения ориентации, позиционирования, сопрягаемости при сборке.

Большинство средств автом. для транспортировки и ориентации деталей действуют на ощупь, т.е. они используют геометрические характеристики деталей для осуществления ориентации и позиционирования.

Учитывая это, можно сказать, что выбор того или иного средства автом. будет основано на анализе классификации объектов производства по геометрическим параметрам (по их назначению и их относительной величине).

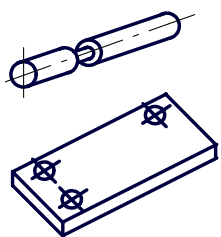
Одной из геометрических характеристик явл-ся симметрия.

В некоторых случаях симметрия деталей способствует автоматизации, а в других – делает её невозможной. Пример рис. А1, все детали расположенные справа – симметричны, что делает ориентирование ненужным; рис. А2 – иллюстрирует другую проблему. Если конструктивные особенности каждой детали трудно обнаружить мех. способом, то решение проблемы состоит в нарушении симметрии.

Детали типа цилиндров и дисков явл-ся наиболее вероятными кандидатами на внесение черт ассиметрии, потому что без ориентирующих признаков они могут принимать неопределённое число положений.

Детали прямоугольной формы обычно выигрывают от симметрии поскольку они могут иметь небольшое число положений.

*несимметричная
а) затруднено*



*симметричная
б) улучшено*

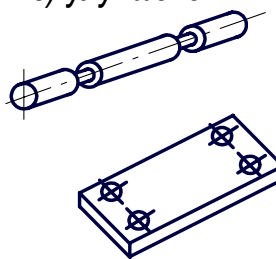
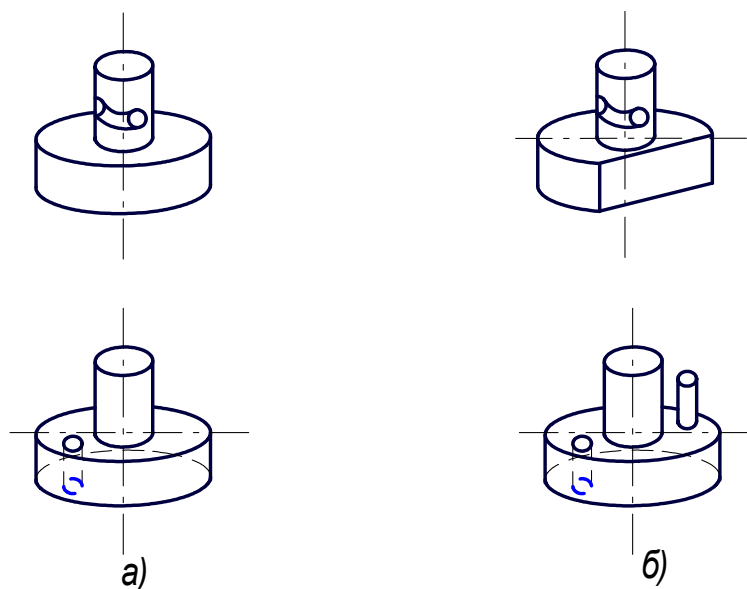


Рис А1 Ориентация деталей за счёт симметричности.



*Рис А2 Ориентация деталей за счёт их ассиметричности.
а) затруднена б) улучшена*

При этом закон распределения суммы этих случайных величин будет иметь Гаусово или нормальное распределение – рис. А5.

Взаимное сцепление деталей (рис. 3)

При загрузке деталей в накопитель или другое устройство навалом, нередко возникает явление сцепления деталей. Типичный пример – пружины. Многие детали имеют отверстия и выступы функционально не связанные друг с другом и не предназначенные для сопряжения. Соотношение размеров этих элементов деталей должно исключать возможность попадания выступа в отверстие и сцепления деталей. (рис. А3).

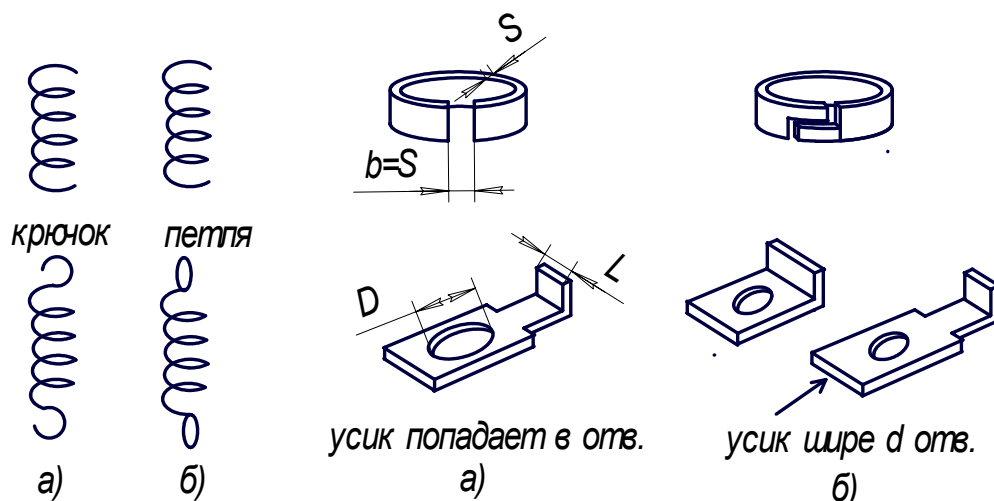


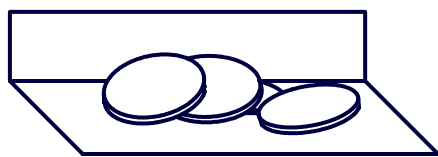
Рис. А3 неудачное- а) и удачное- б) конструкции деталей приводящие к взаимному сцеплению во время транспортировки.

Особенности конструкций изделий обеспечивающих подачу и передвижения (рис.4).

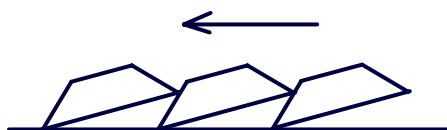
Для транспортировки дет. используют устройства иногда очень простой конструкции на самотечном принципе перемещения деталей под действием сил тяжести или вибрации, и усилие передаётся от детали к детали, когда они подталкиваются сзади. Этот метод особенно хорошо применим для плоских деталей со стабильно заданной ориентацией, но есть и детали слишком тонкие или если их кромки имеют скосы, они будут наползать одна на другую (рис. А4).

Аналогичной проблемой явл-ся проблема заклинивания деталей, когда соприкасающиеся кромки не перпендикулярны направлению перемещения.

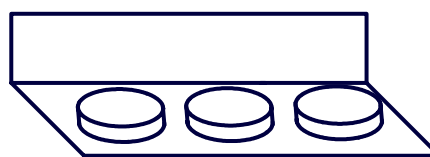
а) неправильно
Тонкие детали подлезают друг под дружку



←
С острыми торцами, клиновидные и т. п.



б) правильно
Решение проблемы - необходимо увеличение толщины



←
Решение проблемы - необходимо притупление конца и увеличение толщины или плоские торцы

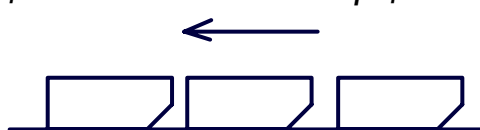


Рис А4 - конструкции вовьвающие наполнение деталей друг на друга

1.4.2. Стабильность процессов.

Несмотря на то, что гибкость современных автоматизированных устройств в производстве ослабило требование стабильности процесса, относительная стабильность изделия и процесса явл-ся необходимой предпосылкой автоматизации.

Для оценки стабильности изделия и процесса применяют как правило статистические методы обработки данных. Основное предположение при этом то, что отклонение, наблюдаемое в процессе производства явл-ся результатом воздействия многих независимых случайных величин.

Нормально распределённые переменные могут изменяться в широком диапазоне, но любая переменная может быть вписана в данную кривую при соответствующем выборе масштаба горизонтальной оси.

Выбор масштаба производится вычленением стандартного отклонения для выборки данных по формуле:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)};$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

где: x_i – текущее значение переменной;

\bar{x} - среднее арифметическое наблюдаемых значений;

n – объём выборки.

Соотношение между полем допуска на деталь и стандартным отклонением важно сточки зрения как качество продукции, так и возможности автоматизации процесса. На рис. А6 изображено несколько соотношений между изменениями в процессе и допуском на деталь, например: применение в автосборочном процессе специального высокоточного крепежа. Среднее значение и стандартное отклонение процесса должны быть заранее известны или определены и сравнены с уста-

новленными допусками. Допуски должны быть критически проанализированы, чтобы выяснить, удовлетворяют ли они строгим требованиям автоматизации.

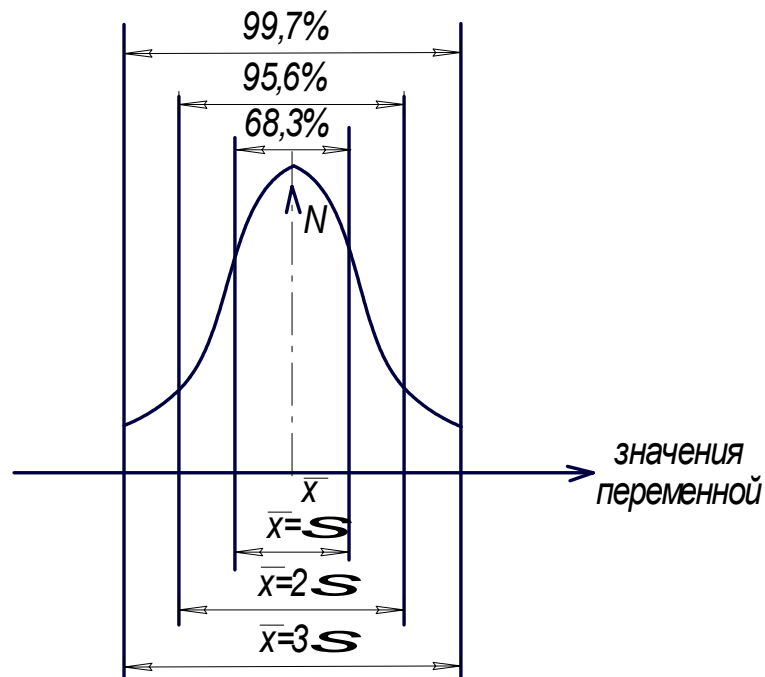


Рис А5 - Нормальное распределение переменных величин
 \bar{x} - среднее значение перем.
 N - плотность вероятности

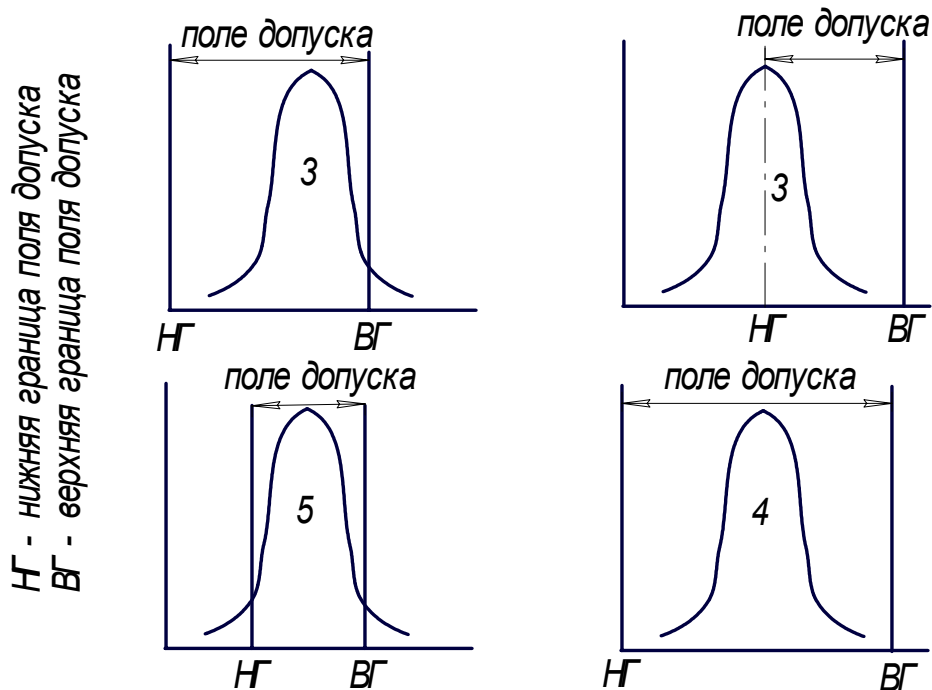
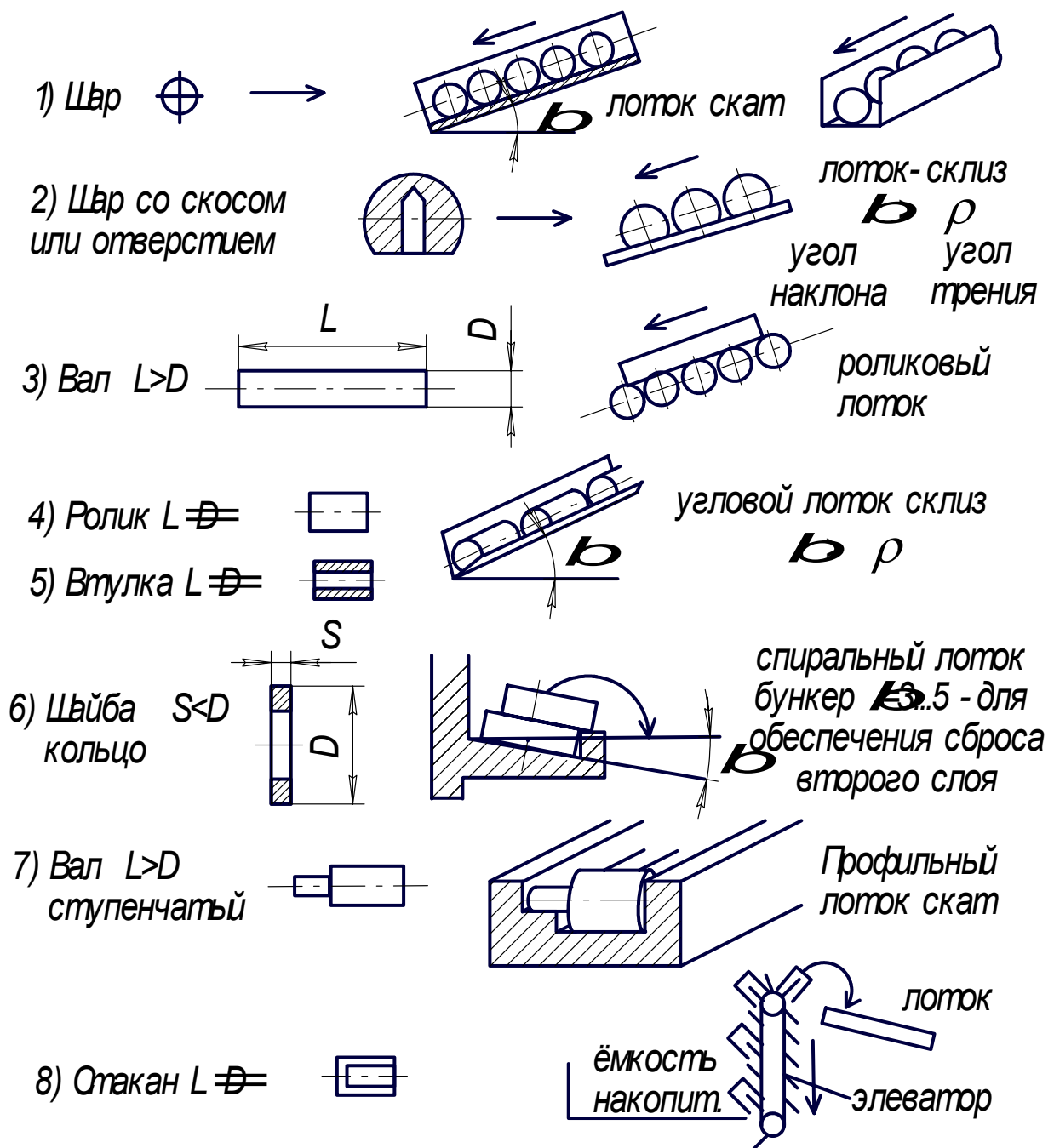
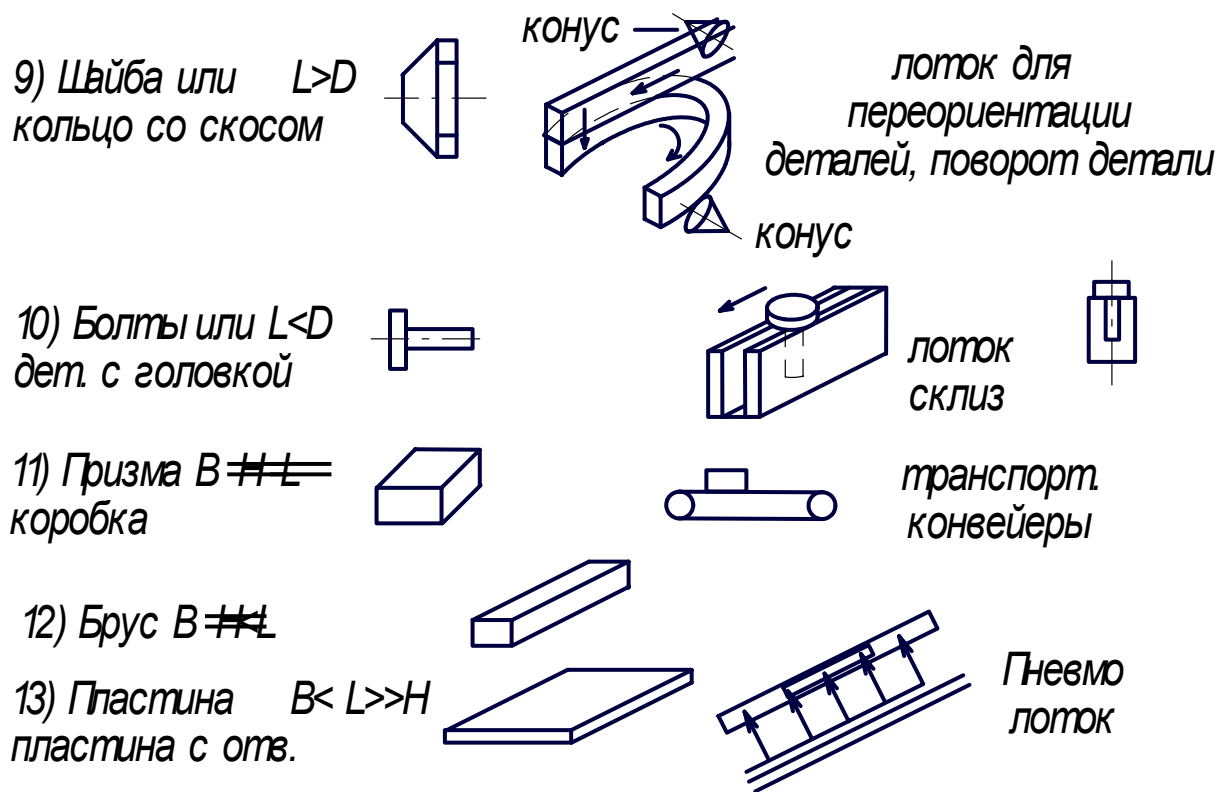


Рис. А6 - Соотношение между переменной величиной процесса и полем допуска.

1.4.3. Классификация деталей автоматизированного производства.

Как говорилось уже ранее, одной из основных задач решаемых посредством средств автоматизации, является обеспечение, автоматического манипулирования деталями в тех. процессе. Под манипулированием мы понимаем доставку заготовки в зону обработки, установки её на рабочую позицию и съём после обработки, доставку в зону измерения, перенос на следующую тех. операцию, складирование и т.д. При переносе детали из одной области пространства в другую мы можем реализовать от одной до шести степеней свободы деталей. Таким образом, при выборе средств манипулирования мы должны оценить на сколько способствует форма, габаритные параметры, вес, а также твёрдость и шероховатость пов-ти, реализации необходимых степеней свободы, для предания детали заданного ориентированного положения. Разработана следующая классификация деталей для выполнения операций манипулирования.





Используя предложенную классификацию и анализируя наличие и относительное расположение осей вращения, осей и плоскостей симметрии можно также систематизировать и унифицировать средства манипулирования, что повысит как эффективность их разработки, так и внедрение.

2. Манипуляторы в автоматизированном производстве.

Система автоматического производства детали может быть разделена на несколько основных подсистем, в числе которых важное место принадлежит подсистеме манипулирования обрабатываемыми деталями.

Под манипулированием понимается ориентация определённым образом в пространстве детали, съём её и установка на раб. позиции, транспортирование.

В общем случае, манипуляторы при свободном перемещении раб. органа представляют собой пространственный механизм с разомкнутой кинематической цепью. Его звенья связаны кинематическими парами – вращательными или поступательными, оснащёнными приводами.

2.1. Однооперационные манипуляторы.

В крупносерийном и массовом производстве, а также в серийном производстве, когда автоматизации предшествует типизация тех. процессов или разработка групповых методов обработки, нашли широкое применение однооперационные манипуляторы.

Однооперационные манипуляторы выполняют как правило лишь одну вспомогательную операцию:

- транспортирование;
- ориентирование;
- зажим;
- фиксацию;
- накопление и т.д.

Конструкции манипуляторов, а часто и сами способы манипулирования в значительной мере зависят от основных параметров обрабатываемых деталей – формы, габаритов, массы, а также твёрдости и шероховатости пов-ти.

Классификация однооперационных манипуляторов применяемых в станкосторении в зависимости от их целевого назначения приведена в табл.

табл. Классификация однооп. манипул.

Конспект лекций методичка №62

Классификация –

Назначение –

Конструктивные особенности и расчёты. Область применения.

2.2 Промышленные роботы в автоматизированном производстве.

Пром. роботом принято считать манипулятор, выполняющий физические функции человека в производственных условиях, оснащены системой управления, информации.

По сравнению с другими средствами автоматизации ПР явл-ся универсальными и наиболее эффективно применяются в гибком автоматизированном производстве, т.к. обладают свойством быстрой переналадки к меняющимся условиям производства.

Существует три поколения промышленных роботов, характеризующихся уровнем организации системы управления.

ПР первого поколения работают по жёсткой программе, составленной оператором для конкретных условий тех. процесса.

ПР второго поколения могут самостоятельно адаптироваться к изменениям внешней среды, т.е. обладают свойством самоорганизации.

ПР третьего поколения обладают свойствами искусственного интеллекта.

ПР в настоящее время применяются для выполнения основных технологических операций и вспомогательных операций.

Возможность использования ПР в конкретных тех. процессах определяется его технологическими или эксплуатационными характеристиками – паспортными характеристиками.

- грузоподъёмами; - степенью подвижности; - величинами перемещений;
- скоростями перемещения каждой степени подвижности;
- погрешностью позиционирования; - количество манипуляторов с ЗУ;
- формой рабочей зоны;
- системой координат в которой работает робот.

Конструкторские особенности ПР.

Порядок проектирования и расчёты ПР должны быть изложены в конспекте лекций.

3. Агрегатно-модульные автоматизированные системы.

Последнее время при разработке новой техники получил широкое распространение агрегатно-модульный принцип. Сущность модульного принципа состоит в построении унифицированных механических, аппаратных и программных частей, в частности ПР из более мелких унифицированных частей – элементов. Крупные модули, которые позволяют осуществлять различные компоновки из некоторого их набора.

Унификация – это наиболее эффективный метод стандартизации, заключающийся в рациональном сокращении числа объектов одинакового и функционального назначения с целью повысить производительность труда (в том числе инженерно-констр.), экономическую эффективность, улучшить качество и обеспечить взаимозаменяемость.

Система таких модулей обычно строится по иерархическому многоуровневому принципу, сверху до низу, когда внизу элементы, а вверху агрегат. С применением модульного принципа создаются следующие возможности – преимущества:

- сокращение цикла разработки ПР – изготовление, внедрение ПР; оборудования, т.к. при его создании используются готовые унифицированные модули;
- расширение области применения оборудования;
- снижение стоимости разработки, изготовления и внедрения оборудования, скомпонованного из серийно выпускаемых модулей.

Недостатки агрегатно-модульного принципа:

- разработка механической системы из ограниченной номенклатуры деталей, узлов и модулей, иногда может привести к неоправданному снижению функциональных возможностей;
- получение заданной траектории движения исполнительных органов с помощью имеющихся простейших узлов, каждый из которых, обеспечивает один или два движения, может вызвать утяжеление конструкции, увеличение числа стыков (большое кол-во звеньев), снижение жёсткости, ухудшения динамических характеристик и точностных параметров. В некоторых случаях идут на

решения менее выгодные с конструкторской точки зрения, но более соответствующим принципам агрегатно-модульного построения и получая при этом преимущества по другим направлениям.

Частным случаем модуля является агрегат. Он представляет собой унифицированную сборочную единицу определённого функционального назначения. Примером агрегатного построения явл-ся агрегатные станки.

Рассмотрим пути реализации модульного принципа на примере построения механической части (ПР – манипулятор).

Унификация манипуляторов определяется на основе следующих основных принципов:

1. Однообразие конструкций – это значит создание развёрнутой по двум направлениям системы модулей. По вертикали – уровень сложности модуля. По горизонтали – количество типоразмеров модуля данного уровня и назначения.
 2. Обеспечение максимально возможной конструктивной независимости модулей от вида используемой в них энергии (гидро пневмо электро) и от способа управления (цикловой, позиционный, контурный).
 3. Модуль должен обладать максимальной функциональной и конструктивной законченностью и быть автономными.
 4. Наличие системы базовых модулей и ограниченного числа их типоразмеров.
- Типовой состав модуля в общем виде можно представить в три уровня:

- агрегат;
- модуль;
- элемент.

Каждый из уровней делится на подсчёт:

1. Механический.
2. Управляющий.
3. Информационно-измерительный.

Рассмотрим состав.

№	Наименование	Уровень сложности	Свойства
1	Моноблок: пневматический, гидравлический, электромехан.	1	Выполняет конструктивн., приводные, информационные функции (2,3) степеней подвижности ПР
2	Модуль – привод: пневмо, гидро, электромеханический	2	Выполняет конструктивн. и приводные функции одной степени подвижн.. При компоновке ПР требуется добавлять СИ модуль и модули 4-го и 5-го уровней
3	Исполнительный модуль: пневмо, гидро, электро	3	Осуществляет функции исполнительного механизма
4	Аппаратный модуль	3	Выполняет функции блока управления приводами модулей 1-го и 2-го уровней

5	Информационный модуль	3	Выполняет информационные функции
6	Механизм	4	Предназначен для передачи и преобразования движения
7	Элементы: сборка, деталь	5	Неприводные механические или аппаратные простейшие узлы, неразборные составные части робота

Унификация устройств управления на основе модульного принципа позволяет создать средства управления и контроля оборудования на базе единой системы модулей и унифицированного интерфейса.

Основными принципами создания такой системы модулей явл-ся:

- иерархическая структура системы;
- проблемная ориентация модулей на решение задач управления и контроля;
- функциональная ориентация, т.е. специализация модулей для наиболее эффективного выполнения определённых функций;
- структурно-логическое соответствие функциональных свойств модулей;
- незамкнутость системы модулей, т.е. возможность наращивать как уровни, так и функциональный набор модулей каждого уровня и направления.

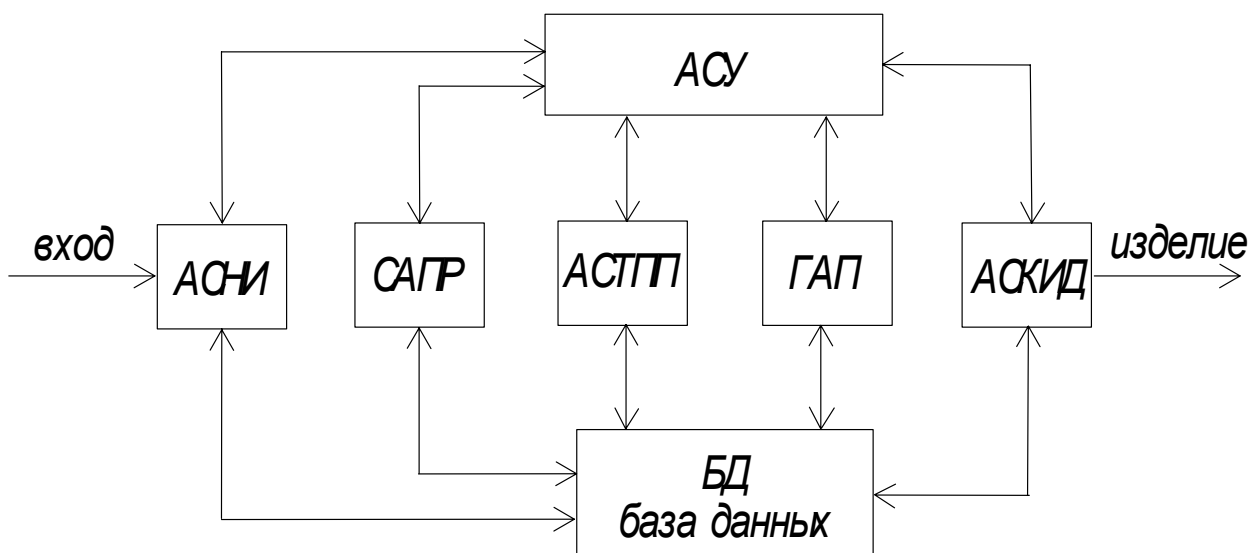
Пример: силовые головки, поворотные столы, основа агрегатных многошпиндельных, многоинструментальных специальных автоматов и полуавтоматов.

4. Гибкие автоматизированные системы.

ГАП – предназначены для автоматизации тех. процессов со сменным объектом производства, в том числе для единичного и мелкосерийного производства. Включает в себя основное и вспомогательное оборудование работающее от одной СУ.

Использование ГАП в Японии и Европе даже в автоматизированном режиме и при недостаточном опыте работы приводит увеличению отдачи станков на 80%-200%, к сокращению продолжительности их обслуживания на 60%-70%, что в свою очередь уменьшает время производственного процесса и стоимость живого труда примерно на 80%.

Создание ГАП явл-ся очень сложным и многоэтапным процессом, поэтому он по возможности автоматизируется, в результате образуется системное окружение



ГАП.

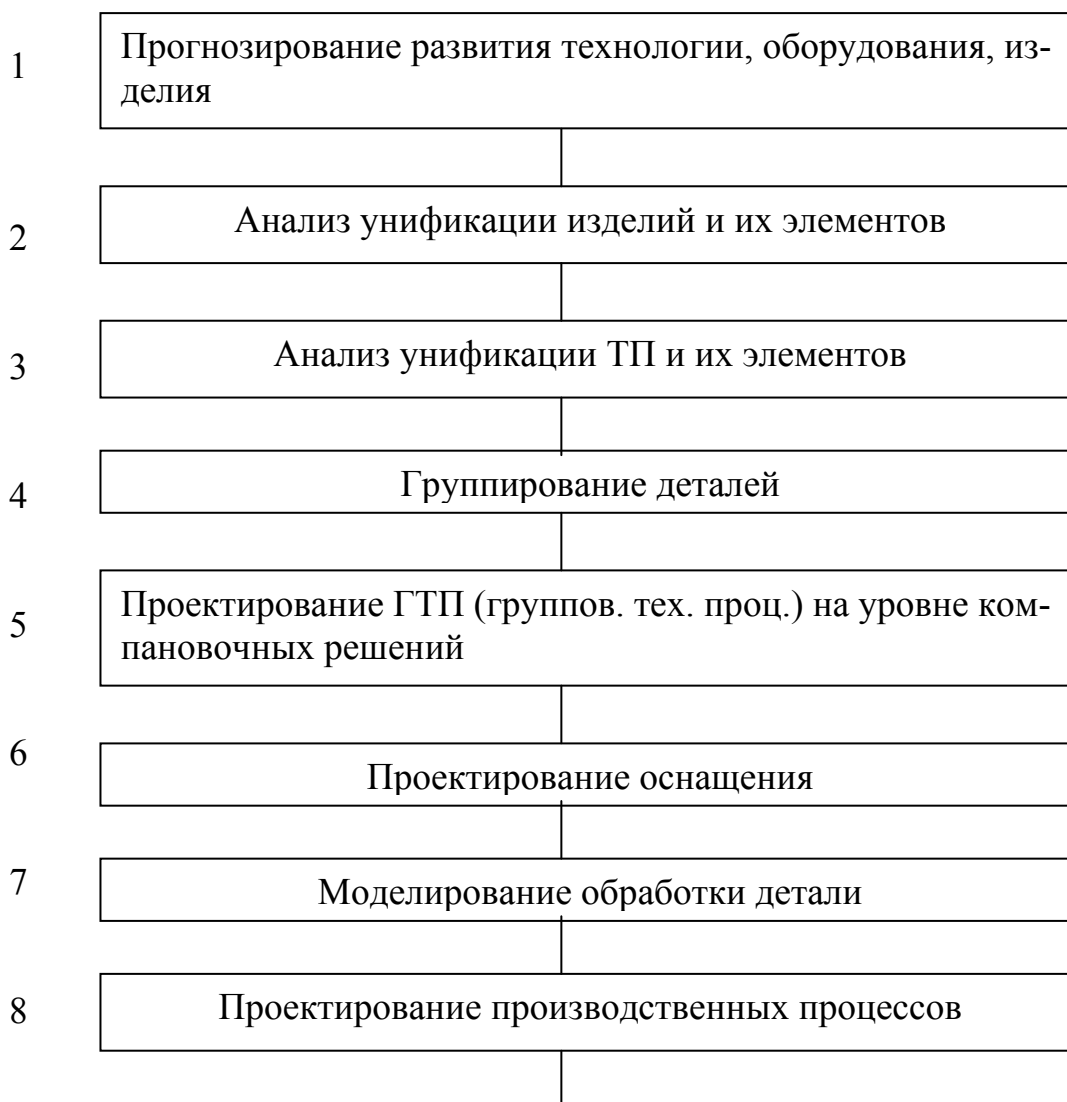
Рис. 1

Создание такой сложной системы (рис.1) должно протекать поэтапно, тем более что эксплуатация её обуславливает значительные изменения в структуре предприятия. Начальным этапом явл-ся разработка подсистемы АСНИ, САПР, АСТПП, ГАП, АСКИД. Основным элементом при создании такой подсистемы – унификация банка данных (БД) для информационного обеспечения функционирования подсистемы. Унификация банка данных предполагает прежде всего применение групповой технологии, технологических процессов обр-ки деталей объединённых рядом технологических и конструктивных признаков.

Блок-схема алгоритма реализации групповой технологии в ГАП на уровне моделирования см. таблицу (рис.2).

В состав ГАП включены подсистемы: обработки, манипулирования, контроля и управления. Проектирование, разработка и внедрение осуществляется в установленном нормами и правилами порядке.

Блок-схема.



9

Моделирование работы производственных процессов по прогнозу

10

Анализ результатов моделирования, формирование плана корректировки деталей

Рис. 2

Лекция №4

5. Автоматизация транспортировки. Транспортные системы.

Назначение и классификация. Определение общего количества транспортных средств.

Назначение:

- доставка со склада в требуемый момент времени к требуемому производственному участку грузов;
- доставка, ориентирование и установка заготовок, полуфабрикатов или изделий в требуемый момент времени на требуемое технологическое оборудование;
- съём полуфабрикатов или готовых изделий с оборудования и последующее транспортирование их в заданный адрес;
- отправка в накопитель грузов и выдача их из накопителя в требуемый момент времени;
- доставка полуфабрикатов или готовых изделий с производственных участков на склад.

При выборе средства и способа транспортирования необходимо ориентироваться прежде всего на классификацию грузов и транспортных систем.

Грузы подразделяются:

- по массе;
- по способу загрузки (в таре, без тары, ориентированные, навалом);
- по форме (вал, корпус, диск, цилиндр и т.д.);
- по виду материалов (металл, неметалл и т.д.);
- по свойству материала (твёрдый, хрупкий, пластич.).

В свою очередь транспортные средства подразделяются:

- по назначению (внутрицеховые, межоперационные);
- по способу перемещения (в таре, без тары, в навал, ориентированные, в спутниках);
- по способу движения (периодические и непрерывные);
- по направлению движения (прямоточные, возвратные);
- по принципу работы (несущие, толкающие, тянущие);
- по схеме движения (линейные, замкнутые, ветвящиеся, неветвящиеся);
- по конструктивному исполнению (рельсовые и безрельсовые);
- по принципу маршрутослежения (механические, по приборам с обратной связью, индуктивные, оптоэлектронные, радиоуправляемые);

Оптимальная ТС должна обеспечивать:

- 1 – минимальное число действительно необходимых операций;
- 2 – минимальное расстояние транспортирования и число перевалов грузов;
- 3 – автоматизацию каждой операции и всего процесса транспортирования;
- 4 – максимально возможное совмещение подъёмно-транспортных операций с технологическими;
- 5 – использование для автоматизации процессов прогрессивных высокопроизводительных средств;
- 6 – однотипность средств автоматизации процессов транспортирования;
- 7 – малое число пересечений и разветлений;
- 8 – требования охраны труда;
- 9 – экономическая эффективность;

10 – ремонтпригодность.

При выборе типов, грузоподъёмности и количества транспортных средств необходимо учитывать разделение транспортных средств на основные и вспомогательные.

Основные транспортные средства проектируются централизованно и выпускаются серийно, а вспомогательные средства зачастую изготавливают по месту, т.к. их типоразмеры многообразны.

К основным транспортным средствам относят:

- конвейеры;
- транспортные роботы;
- устройства пневмо-гидротранспорта и т.д.

К вспомогательным транспортным средствам относят:

- ориентирующие устройства;
- фиксаторы;
- адресователи;
- отсекатели;
- толкатели;
- сбрасыватели;
- подъёмные столы;
- поворотно-координатные столы;
- подъёмники;
- производственную тару и т.д.

Количество транспортных средств каждого типа определяют исходя из машинёмкости ($T_{М.Е.}$) транспортных операций.

$$T_{М.Е.} = \frac{Q \cdot T_{ц}}{q_n \cdot 60}$$

$$T_{М.Е.} = \frac{Z_T \cdot T_{ц}}{Z_{Т.П.} \cdot 60};$$

где Q – грузопоток (т.);

$T_{ц}$ – средняя длительность одного рейса или одного цикла работы транспортных средств (мин.);

q_n – средняя транспортная партия (кол-во грузов, переведённых за рейс) (т);

Z_T – грузопоток, единица тары.

Для определённого груза:

$$Z_{Т.П.} = \frac{Q_i}{C_i};$$

где $Z_{Т.П.}$ – величина транспортной партии, единица тары;

$Z_{Т.г.}$ - грузопоток, единица тары, по определённой группе изделий;

Q_i - грузопоток (т.) по определённой группе;

C_i - средняя грузовместимость тары.

Время движения транспортного средства определяют исходя из длины транспортного пути и скорости перемещения, которые не должны превышать:

80 м./мин. – для напольного транспорта и 50 м./мин. – для подвешенного транспорта.

Для непоточного производства время движения транспортных средств может быть рассчитано по средней длине транспортного пути.

Количество транспортных средств определяют по формуле (1) :

$$N_{T.P.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{M.E.} \cdot k_C}{\Phi_0 \cdot k_3};$$

где $K = 1, 2 \dots 1, 6$ – коэф. спроса, учитывающий неравномерность поступления требований на обслуживание в ед. времени;

$K = 0, 7 \dots 0, 8$ – коэф. загрузки транспортного средства;

Φ – эффективный годовой фонд времени работы принятого оборудования, ч.;

N – число грузопотоков, обслуживаемых данным типом транспорта.

Общее количество единиц тары одного наименования:

$$Z_{T.O.} = 1, 15 \cdot (Z_{T.C.} + Z_{P.M.} + Z_3), \quad (2)$$

где 1,15 – коэф., учитывающий тару, находящуюся в ремонте и на транспортной системе;

$Z_{T.C.}$ – кол-во ед. тары, находящейся на цеховых складах;

$Z_{P.M.}$ – кол-во ед. тары на рабочих местах;

Z_3 – кол-во ед. тары на хранении межоперационных и складских участках.

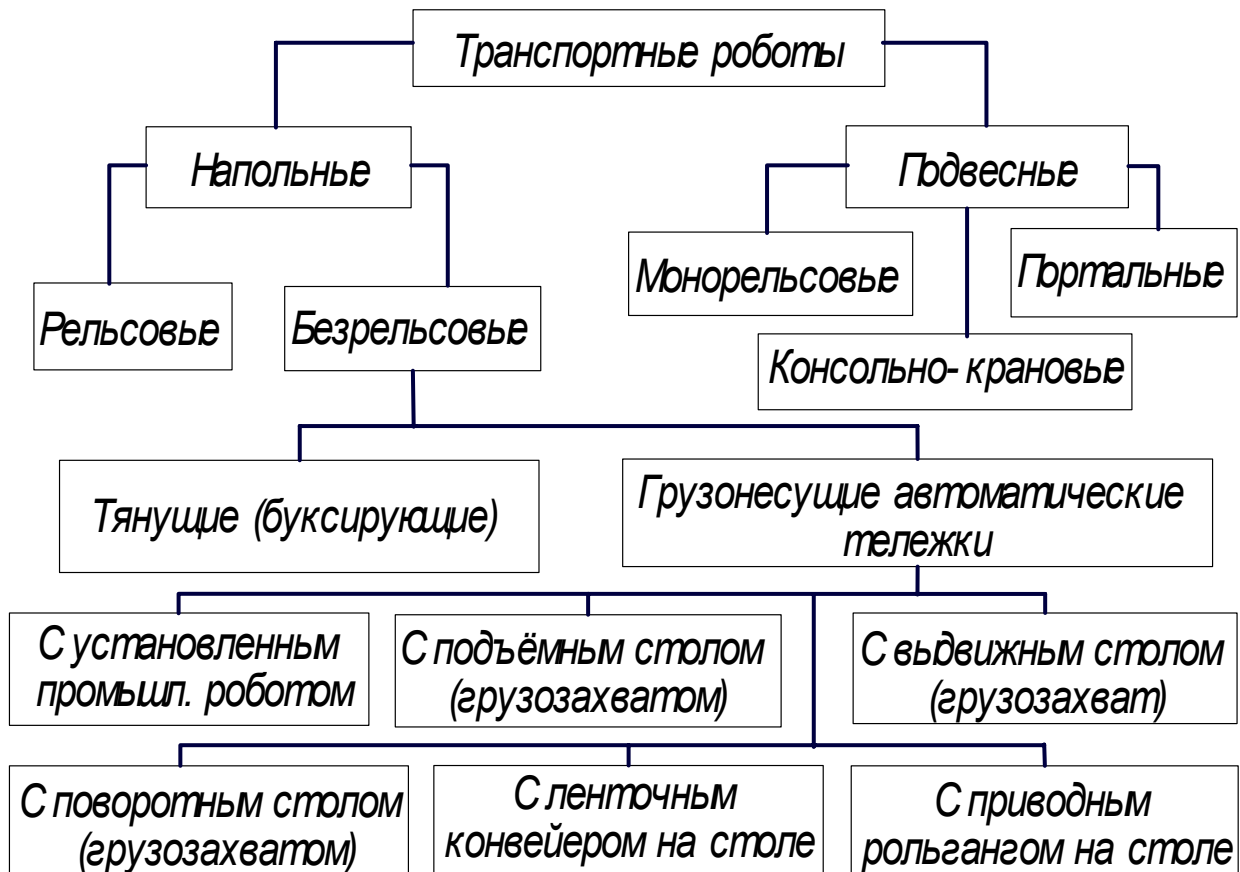


Рис. Классификация транспортных роботов.

Время на транспортное обслуживание.

При разработке транспортной системы в АПП необходимо добиваться такого автоматического перемещения инструмента, заготовки и детали, между элементами оборудования, при котором минимизируются простои систем обработки, из-

мерения и достигается экономическое целесообразное соотношение между стоимостью этих простоев и потерями из-за простоев самой ТС при отсутствии заявок на обслуживание.

Таким образом, необходимо не только выбрать конструкцию ТС, обеспечивающую перемещение инструмента, детали или заготовки, согласовать по времени её работу с работой технологического оборудования, а также подтвердить это экономическим расчётом.

Независимо от вида трансп. устройства, общим и одним из основных видов расчёта является расчёт времени обслуживания:

$$T_{\text{ОБ}} = T_3 + T_T + T_B, \quad (3)$$

где T_3 – время загрузки транспортного средства;

T_T – время транспортирования;

T_B – время выгрузки.

Как правило: $\Sigma(T_3 + T_B) < 10\%$ от $T_{\text{ОБ}}$ (4)

Следовательно, основным резервом повышения производительности трансп. устройств является уменьшение T_T :

$$T_T = t_p + t_M + t_T + t_{\Pi}, \quad (5)$$

где t_p – время разгона;

t_M – время движения с установившейся скоростью V_M ;

t_T – время торможения до пониженной скорости V_{Π} ;

t_{Π} – время движения со скоростью V_{Π} до полной остановки.

$$t_p = V_M / a_p, \quad \text{где } a_p \text{ - ускорение разгона} \quad (6)$$

$$t_M = S_M / V_M, \quad \text{где } S_M \text{ - путь с установившейся скоростью } V_M$$

$$t_T = (V_M - V_{\Pi}) / a_T; \quad t_{\Pi} = S_{\Pi} / V_{\Pi}; \quad S_{\Pi} \text{ - путь полной остановки.}$$

t_p и t_{Π} – зависят от динамических характеристик транспортного механизма.

Для перевода транспортного модуля в режиме торможения используют путевые датчики, которые устанавливаются на расстоянии $S_{\text{Т.П.}}$ от элементов оборудования технологической системы.

$$\text{Тогда: } S_n = S_{\text{Т.П.}} - S_T = S_{\text{Т.П.}} - (V_M^2 - V_n^2) / 2a_T; \quad (7)$$

где S – путь проходимый при торможении.

Тогда путь с установившейся скоростью V оценивается:

$$S_M = S - S_p - S_{\text{Т.П.}}; \quad (8)$$

где S – расстояние, которое проходит транспортное устройство при выполнении одноадресной операции;

S_p – перемещение при разгоне.

Для случая – $S_1 > S_p + S_{\text{Т.П.}}$

$$(T_T)_1 = \frac{V_M}{a_p} + \frac{S_1 - S_p - S_{\text{Т.П.}}}{V_{\Pi}} + \frac{V_M - V_{\Pi}}{a_T} + \frac{S_{\Pi}}{V_{\Pi}};$$

Для случая – $S_2 = S_p + S_{\text{Т.П.}}$

$$(T_T)_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (S_2 - S_{\text{Т.П.}})}{a_p}} + \frac{2 \cdot a_T \cdot S_{\text{Т.П.}} - (V_M - V_{\Pi})^2}{2 \cdot a_T \cdot V_{\Pi}};$$

Для случая – $S_3 < S_p + S_{\text{Т.П.}}$

$$(T_T)_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot (S_3 - S_{T.П.})}{a_P} + \frac{2 \cdot a_T \cdot S_{T.П.} - (V_P - V_{II})^2}{2 \cdot a_T \cdot V_{II}}};$$

Где V_P – скорость достигаемая при разгоне:

$$V_P = \sqrt{2 \cdot a_P \cdot (S_3 - S_{T.П.})}$$

Для любой транспортной операции (многоадресной):

$$T_T = d_1(\bar{T}_T)_1 + d_2(\bar{T}_T)_2 + d_3(\bar{T}_T)_3;$$

где $d_{1,2,3}$ - доля транспортной операции 1,2 и 3 вида в общем числе транспортных операций.

Для конкретной номенклатуры деталей с известным маршрутом обработки, когда известно A_i – частота появления всех необходимых i -ых одноадресных операций, время транспортирования определяется:

$$\bar{T}_T = \left\{ \frac{1}{R} \sum_{C=1}^{K1} (A_C)_1 \right\} \cdot (\bar{T}_T)_1 + \left\{ \frac{1}{R} \sum_{C=1}^{R2} (A_C)_2 \right\} \cdot (\bar{T}_T)_2 + \left\{ \frac{1}{R} \sum_{C=1}^{K3} (A_C)_3 \right\} \cdot (\bar{T}_T)_3;$$

где R – общее количество транспортных операций.

Для транспортной операции j -го вида ($j=1 \dots j$) средний пробег при выполнении одноадресной операции j -го вида определим:

$$S_j = \frac{1}{A_j} \sum_{i=1}^{A_i} (S_{ij});$$

Где S_{ij} – пробег при выполнении i -ой операции j -го вида;

A_j – количество транспортных операций j -го вида.

Тогда время обслуживания определим:

$$T_{OB} = T_3 + \sum_{j=1}^3 \{d_j(T_T)_j\} + T_B$$

Лекция №6 Автоматизация разгрузки-загрузки (вспомогательные устр-ва, подъёмники, поворотные, ориентирующие, фиксаторы, отсекатели, делители потока)
См. лекции ТНС и ПР методичка №62

8. Автоматизация контроля.

8.1. Назначение контроля. Факторы определяющие выбор вида контроля.

Функции систем контроля качества:

- хранение информации об изготавливаемых изделиях;
- проведение настройки, контрольно-измерительных устройств;
- обеспечение своевременной изоляции обнаруженного брака;
- приемочный операционный контроль качества изделий с проверкой соответствия чертежам и ТУ и ТГ;
- выдачи информации по результатам контроля качества изделия.

Виды контроля подразделяются в зависимости от:

- решаемой задачи (приёмочные, профилактические, прогнозирующие);
- взаимодействия с объектом контроля [активный (прямой или косвенный), пассивный (после операции), параметрический (количественный, допусковый), функциональный];
- конструктивного решения [внутренний (самоконтроль), внешний];
- реализация во времени [непрерывный (в процессе изготовления), периодический (тестовый)].

8.2. Виды контроля.

I Контактные методы контроля.

1.1. Координатные измерительные машины.

1.2. Механические щипы.

II 2.1 Оптические методы:

- системы технического зрения;
- устройства со сканированием лазерным лучом;
- фотограмметрические устройства и т.д.

2.2. Неоптические методы:

- методы, мгновенные на использовании свойств электрического поля (магнитные сопротивления, ёмкости, индуктивности);
- радиационные;
- ультразвуковые.

В машиностроении применяют два вида контроля: активный и пассивный послеоперационный.

Контроль деталей, выполняемый в процессе их обработки на станке специальными измерительными устройствами явл-ся активным, т.е. управляющим тех. процессом обработки детали.

Контроль деталей, после их обработки на станке путём разбраковки или сортировки по группам с помощью контрольных и сортировочных полуавтоматов и автоматов явл-ся послеоперационным пассивным контролем.

8.3. Средства активного контроля и их классификация.

В зависимости от назначения средства активного контроля разделяют на 4-е группы:

- 1 – устройства, контролирующие детали непосредственно в процессе их обработки на станке;
- 2 – подналадчики;
- 3 – блокировочные устройства;

4 – устройства, контролирующие детали перед обработкой на станке.

К первой группе относятся приборы, контролирующие размеры детали, положение режущей кромки инструмента непосредственно в процессе обработки детали и через цепь обратной связи подающей команду на прекращение обработки при достижении заданных размеров детали.

Подналадчики – приборы, которые через цепь обратной связи производят подналадку станка или измерительного устройства, управляющего работой станка, когда величина контролируемого размера детали выходит за допустимые пределы. Подналадчики не определяют действительные размеры обрабатываемой детали, по которым контролируют и поддерживают размеры обрабатываемых деталей в пределах заданного допуска на обработку.

Блокировочные устройства – контролируют детали непосредственно после их обработки на станке. Если размеры детали выходят за заданные пределы, то блокировочные устройства подают команду на прекращение обработки.

Устройства контролирующие заготовки (детали) перед их обработкой, проверяют предельные габаритные размеры и не пропускают на станок заготовки выходящие за допустимые размеры.

Классификация средств активного контроля.



8.4 Принципиальные схемы контактных измерений в средствах активного контроля.

Приборы активного контроля применяют для прямого и косвенного методов измерения.

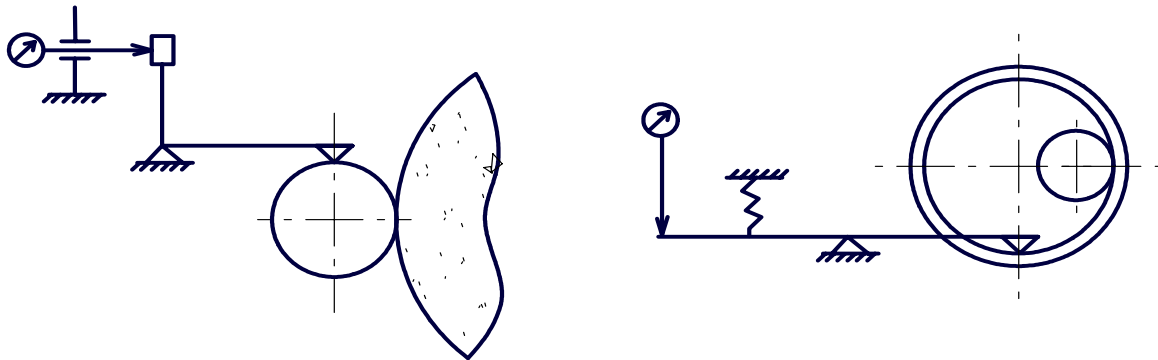
Прямой метод - характеризуется непосредственной оценкой значения измеряемой величины или отклонений от неё по показателям величины.

Косвенный метод - характеризуется оценкой значений искомой величины или отклонения от неё по результатам измерений другой величины, связанной с искомой определённой зависимостью.

Прямой метод имеет преимущество т.к. исключает дополнительную погрешность передачи размера от промежуточного звена к размеру обрабатываемой детали:

Измерительные приборы для прямых измерений разделяют на 4 вида:

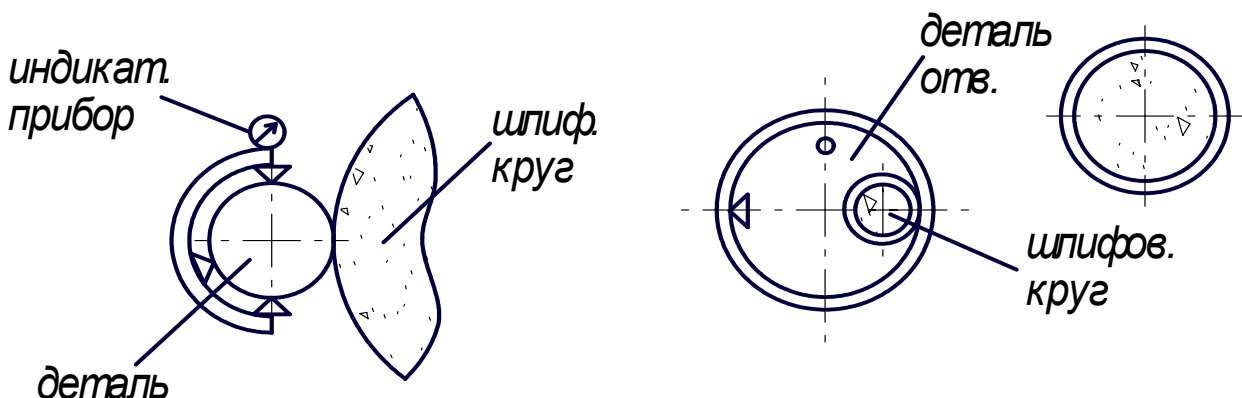
1 - Приборы, контактирующие с измеряемой поверхностью детали в 1-ой точке.



2 - Приборы, контактирующие с измеряемой поверхностью детали в 2-ух точках.



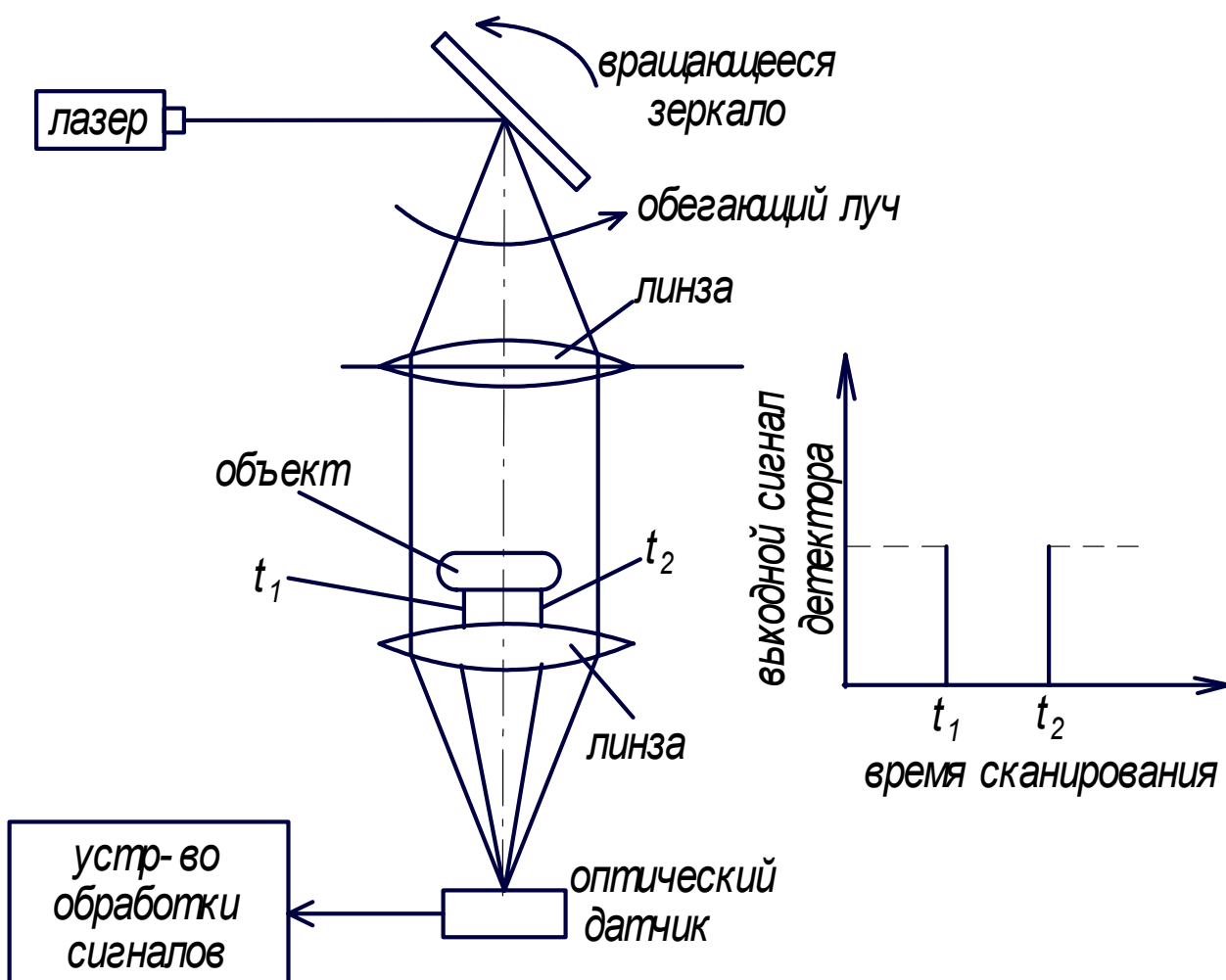
3 - Приборы, контактирующие с измеряемой поверхностью детали в 3-ёх точках.



4. Приборы, контактирующие по цилиндрической измеряемой поверхности детали – применяются для контроля отверстий.

Измерительные приборы для косвенных измерений как правило контролируют перемещение узла станка режущим инструментом и положение режущего инструмента относительно обрабатываемой детали.

8.5 Устр-во со сканированием лазерным лучом для бесконтактного измерения.



8.6 Контрольные автоматы, их структурная схема.

Применяются для контроля деталей после их обработки на станке, бывают двух видов.

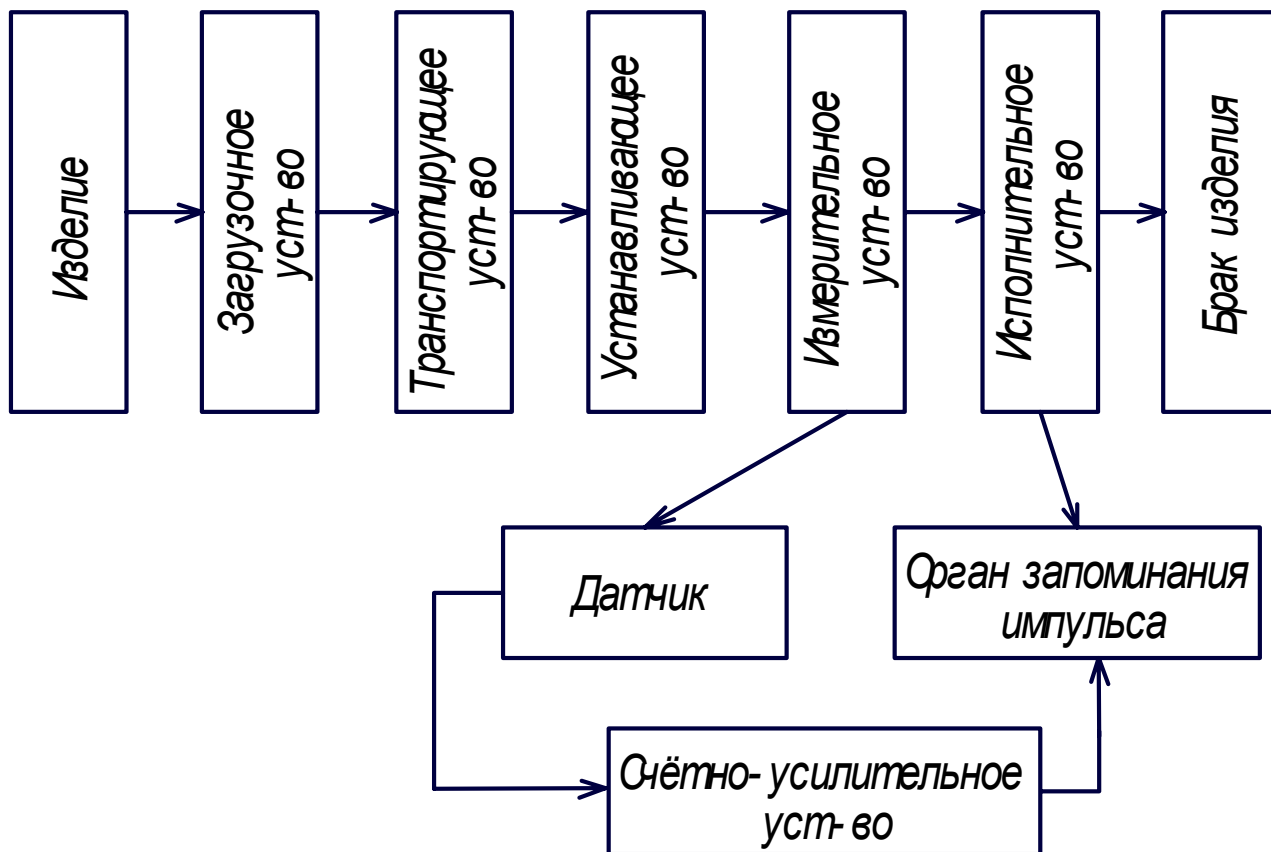
Первый вид – разделяют обработанные детали на группы годных деталей с заданными размерами и одну или две группы бракованных деталей (брак исправляемый и неисправляемый).

Второй вид – для сортировки обработанных деталей на размерные группы

в пределах поля допуска и использования этих групп при селективной сборке.

Контрольные автоматы обеих групп производят автоматический приём, ориентирование, транспортирование, контроль и сортировку, с помощью механических, электроконтактных, индуктивных, пневматических и других измерительных систем.

Таким образом, структурную схему контрольно – сортировочного автомата можно представить следующим образом.



9. Система автоматического управления средствами автоматизации (общие понятия).

Классификация СУ.

Системы автоматического управления обеспечивают работу оборудования по заранее заданной программе.

СУ автоматами могут различаться по признакам, а именно:

- по принципу синхронизации;
- по степени централизации управления;
- по методу воздействия;
- по числу управляемых координат;
- по виду программоносителя;
- по наличию или отсутствию обратной связи и т.п.

СУ бывают централизованными и децентрализованными.

У централизованной СУ весь технологический цикл управляется с центрального командного устройства (командоаппарата, пульта, распределителя и т.п.) независимо от действия и положения исполнительных органов. Особенности централизованной СУ:

- продолжительность рабочего цикла для каждого исполнительного органа, является как правило величиной постоянной;
- простота схем управления;
- надёжность в работе;
- удобство обслуживания и наладки;
- необходимость иметь дополнительные предохранительные устройства, т.к. команды с центрального командного пункта подаются независимо от действия и положения исполнительных рабочих органов.

Особенности децентрализованной системы управления:

- осуществляют управление при помощи датчиков (чаще всего конечных выключателей и путевых переключателей) включаемых движущимися исполнительными рабочими органами с помощью упоров;
- исполнительные органы связаны между собой так, что каждое последующее движение одного может происходить после окончания движения предыдущей;
- отсутствие сложной блокировки, т.к. команды подаются только после окончания предыдущей операции;
- датчики расположены в рабочей зоне оборудования и нередко выходят из строя из-за попадания стружки, пыли, масла и выдают неправильные команды вследствие короткого замыкания.

Наиболее важным и характерным признаком любой СУ программного управления является способ задания программы обработки или движения, т.е. от программоносителя:

- СУ упорами;
- СУ копирами;
- СУ распределителем;
- система циклового программного управления (упоры, коммутаторы, штекерное табло);

- система числового программного управления (перфокарта, перфолента, магнитные ленты, ленты, барабаны).

Наиболее высокой надёжностью обладает СУ распределением. Она представляет собой пример централизованной, разомкнутой системы управления без обратной связи; обеспечивает надёжную и точную синхронизацию всех движений рабочего цикла любой сложности.

Однако она имеет недостатки так, например:

- жёсткое программирование снижает гибкость оборудования, повышает сложность переналадки;
- большие затраты на изготовление новых кулачков – программноносителей и т.д.

Первые системы числового программного управления на электронных лампах были недостаточно надёжны и совершенны.

Современные системы ЧПУ на больших и сверхбольших интегральных схемах увеличивают надёжность и обеспечивают высокую гибкость технологических процессов и быструю переналадку при замене обрабатываемых деталей.

В зависимости от решаемых технологических задач системы ЧПУ делятся на четыре вида:

- позиционные управления положением;
- прямоугольные системы управления рабочими перемещениями;
- непрерывные контурные СУ;
- комбинированные (контурно - позиционные) СУ.

Основной систем цифрового программного управления является следящий привод, который состоит из:

- устройства управления;
- преобразующего устройства;
- исполнительных двигателей;
- усилителя;
- устройства сравнения.

(Блок – схема СУ смотри ТНС и ПР.)

Процесс автоматического сложения включает сведения к нулю ошибки несогласования.

10. Инструментальное обеспечение АПП (ИО).

Функции ИО:

- организация транспортирования инструмента внутри системы ИО;
- хранение инструментов и их составных элементов на складе;
- настройка инструментов;
- восстановление инструментов;
- замена твёрдосплавных пластин;
- очистка инструмента;
- контроль перемещений и положений инструмента;
- контроль состояния режущих кромок инструмента.

При проектировании средств автоматизации ИО следует иметь ввиду существующие виды организации замены инструмента.

Запас инструмента по отказам:

- смешанные замены (часть принудительно через определённый момент времени Т(стойкость) ещё отработавшего до отказа);

- смешанно–групповая замена (меняют группу инструмента имеющих одинаковую среднюю стойкость).

Инструмент автоматизированного производства – специальный инструмент в конструкции которого предусмотрена автоматическая смена, расстройка, ремонт и т.д.

Доставка режущих инструментов к техническому оборудованию может осуществляться поштучно, блоками, комплектами и целыми инструментальными магазинами. Обслуживание тех. оборудования инструментальными системами может быть организовано несколькими способами.

Первый способ – применение инструментального магазина такой вместимости, чтобы инструмента хватало на несколько установов заготовок.

Второй способ – введение сменных инструментальных магазинов.

Третий способ – поштучная подача из инструментального центрального магазина в магазин станка с помощью манипуляторов и конвейера.

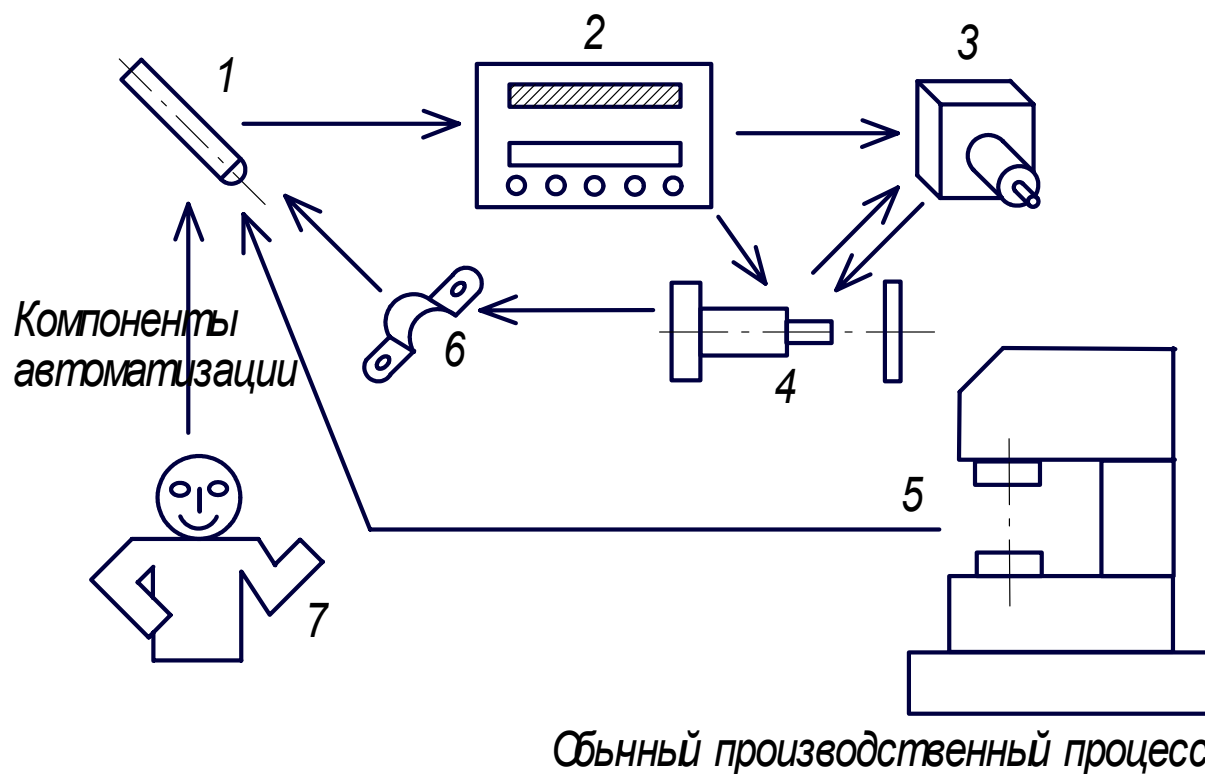
11.Элементы автоматизации.

11.1. Классификация элементов автоматизации.

Компоненты автоматизации можно условно разделить на четыре класса:

- датчики;
- анализаторы;
- исполнительные механизмы;
- приводы.

Взаимосвязь этих компонентов между собой и с элементами тех. процесса показана на рис.



1 – датчики; 2 – анализаторы; 3 – исполнительные механизмы; 4 – приводы; 5 – тех. оборудование; 6 – деталь; 7 – оператор.

В данной схеме оператор – человек, а не ПР, т.к. ПР является частью автоматизированной системы и включает сам указанные компоненты всех 4 – ёх классов.

Датчики собирают информацию об обрабатываемом оборудовании, объекте, операторе.

Анализаторы – регистрируют и оценивают информацию, воспринятую датчиком. После этого устанавливается очередность действия, которую реализуют исполнительные устройства.

Примером действия исполнительного механизма может служить толкатель, штанга (шибер) сталкивающий детали с конвейера – чисто физическое действие. Другой пример – замыкание электрической цепи.

Приводы, как и исполнительные механизмы, воздействуют на процессы в соответствии с командами от анализаторов. Различие между приводами и исполнительными механизмами заключается в том, что исп. мех. используются для выполнения законченных дискретных короткоходовых движений (региональное перемещение относительно раб. зоны оборудования) обычно линейных. Приводы реализуют более продолжительные движения, по большей части вращательные. Исполнительные механизмы могут включать и выключать приводы (золотник и гидроцилиндр).

Рассмотрим некоторые типы датчиков.

11.2. Ручные выключатели.

Это самый известный датчик. Посредством ручного выключателя автоматизированная система связана с оператором, который вкл. или откл. её в нужный момент, чтобы отрегулировать автоматический цикл. Большинство ручн. выкл. имеют два состояния:

„вкл.” и „откл.”, но могут иметь и одно состояние. Такие ручные выкл. снабжены пружиной, возвращающей их в это состояние. – кнопка.

Ручные выкл. бывают:

- однополюсные одноходовые;
- однополюсные для двух цепей;
- двухполюсные для одной цепи;
- двухполюсные для двух цепей;
- поворотные;
- кнопчные.

11.3. Концевые выключатели (КВ).

Конц. выкл. как и ручные срабатывают от механического воздействия, но не оператора – наладчика, а механизмов автоматизированной системы.

Моделей и видов конц. выкл. существует очень много, это связано с тем, что конструкции конц. выкл. должны по размерам, хода рычага, силе воздействия, и жёсткости точно соответствовать требованиям конкретного процесса. Конц. выкл. приводятся в действие рычагами, штифтами, кнопками, плунжерами, роликами, пружинами и т. п.

В роботизированных системах концевые выкл. применяются как на самих роботах так и в периферийном оборудовании. Конц. выкл. могут ограничивать перемещение руки робота по любой из оси координат.

11.4. Бесконтактные выключатели.

Беск. выкл. не требуют физического контакта с объектом или светового излучения от объекта. Существует целый ряд физических явлений, на основе которых работают выключатели, реагирующие на новые объекты – как металлические так и не металлические. В одном из типов выкл. (объёмные датчики) имеется спец. антенна, работающая в диапазоне радиочастот. Антенна принимает сигнал, передаваемый другой системой, а помещение любого объекта в создаваемое поле вызывает помехи приёма. Эти помехи улавливаются антенной датчика и при достижении ими определённого уровня выкл. срабатывает.

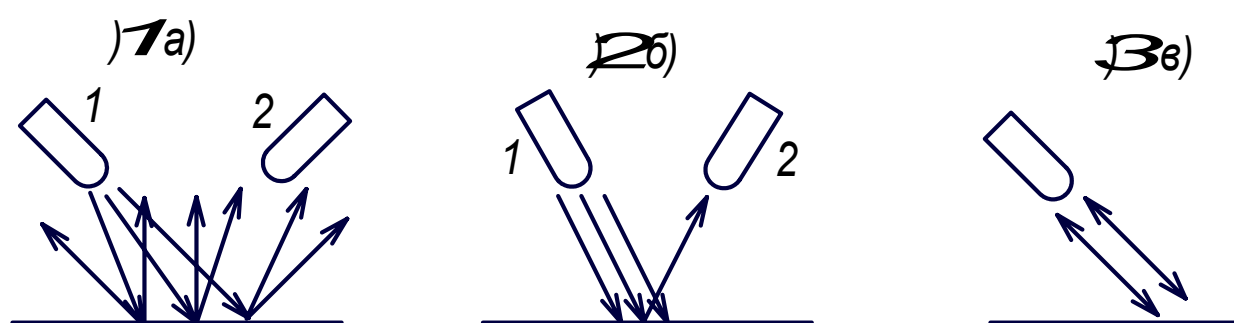
Особенность – чувствительность антенны связана с электрическими свойствами материала объекта и имеет значение также размеры объекта, поэтому систему можно превратить в подобие избирательной для определённых изделий. Другой тип – сопары – излучают волны давления и улавливают отражённые от объектов волны. Большинство сопаров работают в ультразвуковом диапазоне.

Другой тип – основан на эффекте Холла – заключается в появлении небольшого напряжения в поперечном сечении проводника, по которому проходит электрический ток, если проводник помещён во внешнее магнитное поле. Значение этого напряжения пропорционально плотности магнитного потока, магнитного поля, перпендикулярного направлению тока. С помощью этого явления можно определить не только наличие объекта, но и расстояние до него.

11.5. Фотоэлектрические датчики.

ФЭД – реагируют на световое излучение и более распространены, чем бесконтактные выключатели. Как правило используется луч света, создаваемый искусственным источником. Основной задачей является обнаружение объекта на пути прохождения луча. Отражающие поверхности, которыми оцениваются фотоэлектрические датчики (ФЭД) бывают трёх типов:

- рассеивающие;
- зеркальные;
- обратного отражения.



Отражающие поверхности, используемые в ФЭД:

- I) рассеивающая поверхность; II) зеркальная; III) обратного отражения;
1 – источник света; 2 – датчик.

11.6. Датчики инфракрасного излучения.

Датчики реагируют на излучение в диапазоне частот примыкающих к видимому со стороны красного цвета.

Пример использования – обнаруживание и контроль горячих объектов. Реагирование на естественное инфракрасное излучение объектов. Используется в работе системы диагностирующей неисправности. Нашли применение при повышении температуры выше нормы в зоне обработки – износ инструмента. Датчики практически не подвержены воздействию помех в диапазоне видимого света.

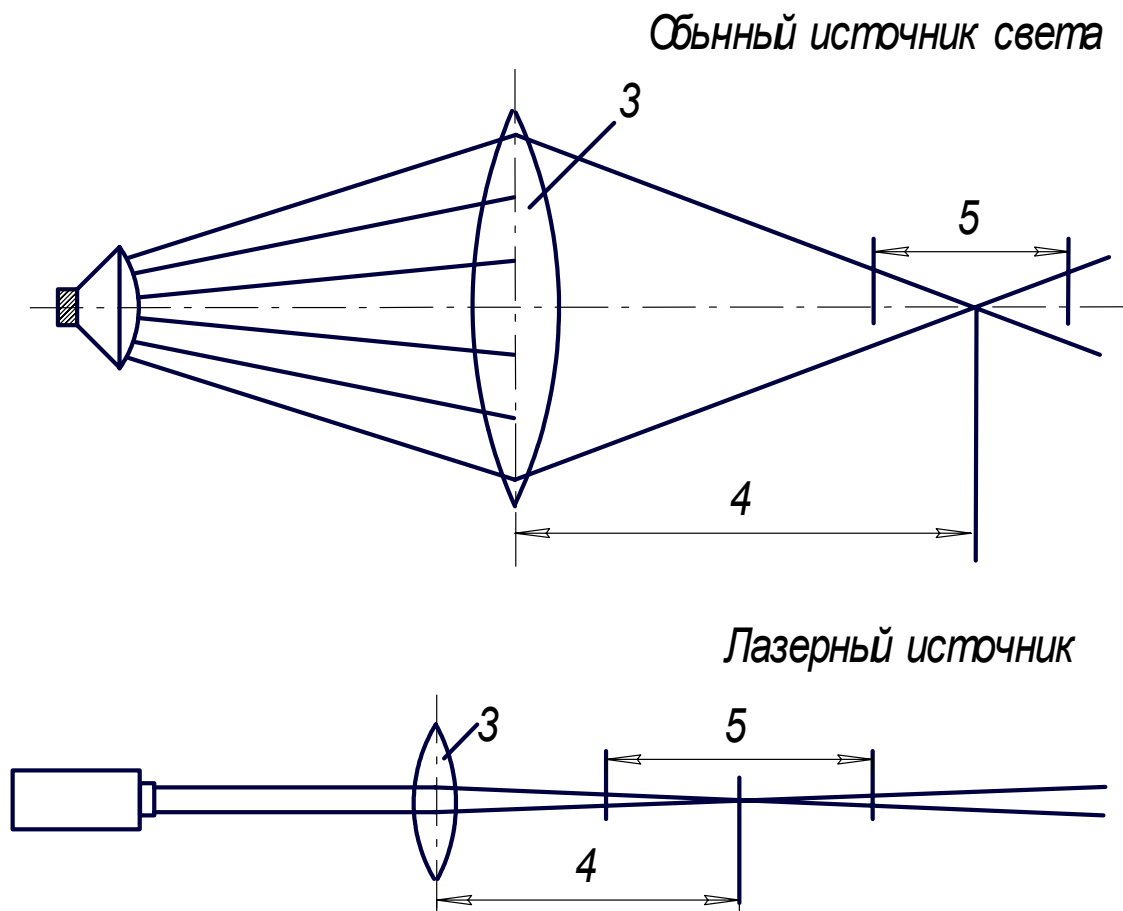
11.7. Оптоволоконные устройства.

Волоконные светодiodы – гибкие стеклянные или пластиковые трубки, по которым можно пропускать лучи света, меняя их направление. Когда используют пучки волокон, могут быть переданы целые изображения объектов. Однако обычно в системах автоматизации применяются отдельные волокна для передачи луча, присутствие или отсутствие которого фиксирует датчик.

11.8. Лазеры.

Свет, испускаемый лазером представляет собой концентрированный, усиленный луч поляризованного света, такие лучи способны переносить на расстоянии большое количество энергии, сосредотачивая её на маленькой площади.

В автомат. системах лазера используются как источники очень длинных и комбинированных лучей света. Преимущество узких концентрированных лучей, испускаемых лазерами, иллюстрировано на рисунке.



Сравнение рабочих диапазонов обеспечиваемых обычным и лазерным источниками света при определении места нахождения объектов на расстояние:

1 – обычный; 2 – лазерный; 3 – линза; 4 – фокусное расстояние; 5 – рабочий диапазон.

Свойства лазерных лучей – с их помощью прекрасно обнаруживать малые объекты, способные прерывать лучи на большом переменном расстоянии. Присутствие или отсутствие луча за объектом может быть использовано как логический вход в автоматизированную систему управления. Лазер можно использовать и для измерения размеров.

11.9. Э.В.М. (Анализаторы).

Цифровые ЭВМ являются первостепенными и в высшей степени универсальным средством анализа входных сигналов автоматизированной системы, поскольку возможности программирования для обработки данных безграничны.

11.10. Счётчики.

В автоматизированной системе иногда возникает необходимость определить, сколько разных изделий накопилось в приёмном устройстве или прошло обработку. Эта функция может быть осуществлена либо внутренними средствами, с помощью управляющей ЭВМ или программируемого контролёра, либо извне с помощью спец. устройств – счётчиков. Счётчик может быть механический, но в большинстве автоматич. систем применяются электронные счётчики.

Обычно подсчитывается число импульсов напряжения, генерируемых датчиком, реагирующем на наличие физического объекта. Счётчики могут фиксировать как прямой, так и обратный счёт.

11.11. Таймеры.

Если на вход подаются точные временные импульсы, счётчик, который их считает, становится таймером, эквивалентом часов. Когда прошедшее время подходит к заданному значению, в таймере формируется выходной сигнал. Как и счётчики, промышленные таймеры могут работать в двух направлениях, т.е. имеет прямой и обратный счёт времени.

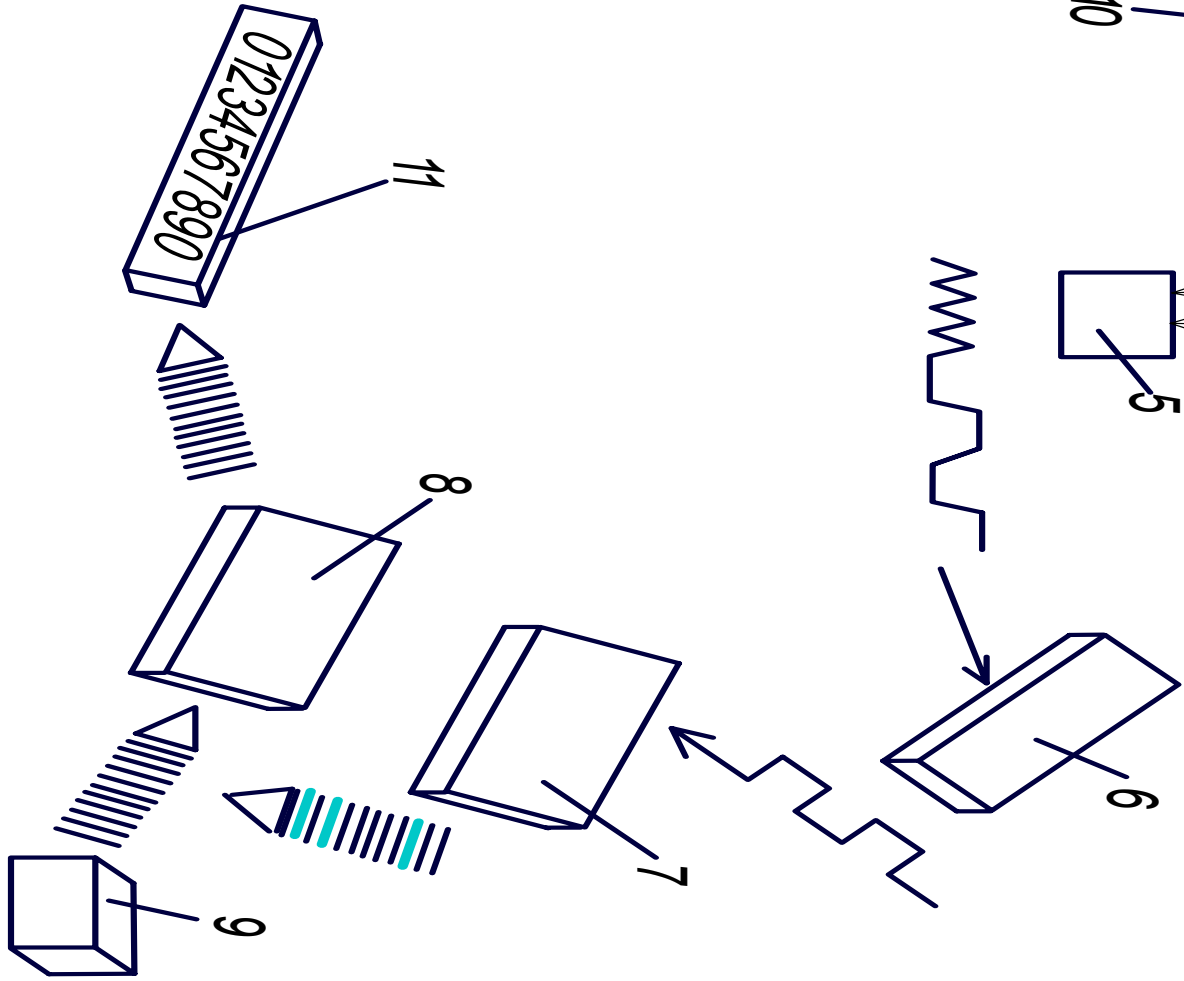
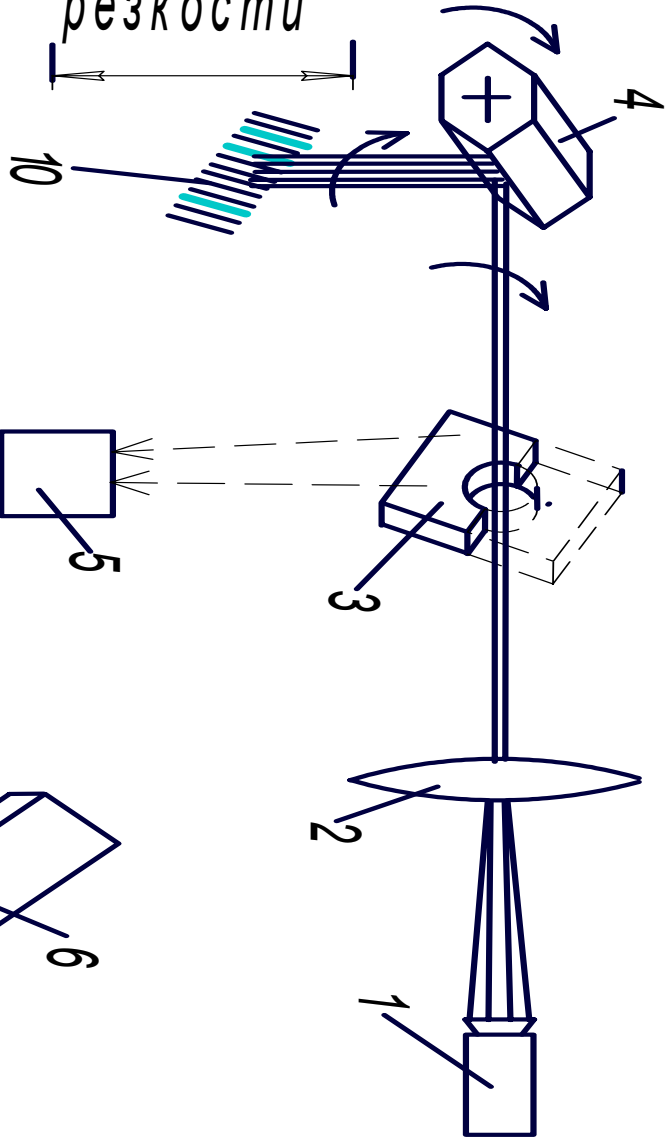
Ещё одним свойством таймеров является возможность приостанавливать их действие, что позволяет им суммировать периоды времени, когда напряжение имеется и пропускать периоды, когда напряжение отсутствует, т.е. фиксировать протяжённость прерывистых процессов. Таймеры могут быть выполнены в виде отдельных приборов или является составной частью программируемых контролёров, или управляющих ЭВМ.

11.12. Системы считывания полосковых кодов.

Могут рассматриваться как датчики, но правильнее считать их анализаторами, состоящими из обычных фотоэлектрических или лазерных сканирующих устройств соединённых с таймерами и счётчиками. Последовательность полос различной ширины (рис.) сканируется и досчитывается в этих системах. Каждому объекту соответствует свой набор полосок или букв.

Сканирование производится в направлении, перпендикулярном полоскам, после чего импульсы принятые фотодатчиком сравниваются для определения ширины каждой из полосок. Затем сочетание полученных сигналов анализируются, чтобы расшифровать код и перевести его в буквенно-цифровой вид, воспринимаемый автоматизированной системой.

глубина поля
резкости



Лазерное считывающее устройство сканирует табличку с полосковым кодом, обрабатывает сигнал и выдает его в цифровой форме, используемой в автоматизированных системах обработки данных: 1 – лазер; 2 – система линз; 3 – полупрозрачное зеркало; 4 – вращающееся зеркало; 5 – фотодетектор; 6 – преобразователь сигнала; 7 – декодер; 8 – управл. ЭВМ; 9 – клавиатура; 10 – полоск. код; 11 – табло.

Сканирование полосковых кодов – обычно производится с помощью лазеров т.к. концентрированный когерентный луч лазера имеет большую рабочую зону по глубине поля резкости. При этом нет необходимости в точной фиксации таблички с кодом на определенном расстоянии от сканирующего устройства.

Зигзагообразный путь сканирующего луча позволяет лазерному устройству отыскать ярлык с полосковым кодом при любой его ориентации. Другие коды, отличные от полосковых, может быть, легче воспринимаются человеком, но представляют проблему для автоматизир. систем (буквенно-цифровой код).

11.13. Оптические датчики положения.

Концентричное расположение тёмных и светлых полос на диске вместе с возможностью быстрого их считывания открывают новые возможности для автоматизации. На рис. Изображён диск, который можно жёстко закрепить на полу и снабдить оптическими датчиками для каждого кольца. Это устройство называется оптическими датчиками для каждого кольца. Это устройство называется оптическим датчиком положения и применяется для определения углового положения вала. Подобное устройство применяются в конструкциях роботов и станков с ЧПУ. Оптические датчики могут быть двух типов работающие в абсолютной или относительной системы (в приращениях), последние подают серии импульсов напряжений, пропорциональных углу поворота вала. Чтобы рассчитать новое положение вала управляющая ЭВМ должна знать предыдущее. Датчики, работающие в абсолютной системе координат, передают набор напряжения, соответствующий положению вала в каждый момент времени. На кольце, расположенном ближе всего к центру, тёмные и светлые полосы чередуются через 180° , на следующем – через 90° , затем 45° и т.д., в зависимости от количества колец на диске. На выходе выдаётся сигнал в двоичной форме с количеством знаков, равным количеству колец (10110010).

11.14. Реле.

Реле – электромагниты включающие и выключающие эл. цепи. Цепи управления обычно работают при пониженном напряжении со значительно меньшей силой тока, чем силовые. Реле являются основой для построения логических цепей, при решении задач автоматического управления.

Реле бывают с блокировкой или без. Если реле с блокировкой, то достаточно подать в цепь одиночный импульс, если без блокировок, то необходимо наличие тока в цепи на протяжении всего времени, требуемого для работы цепи. Особенно необходимо реле для коммутации силовых цепей эл. двигателей.

11.15. Приводы в АПП.

11.15.1. Общие понятия о приводах.

Привод представляет собой двигательную систему, которая состоит из:

- силового двигателя (цилиндр, мотор);
- передаточного механизма;
- исполнительного механизма.

Кроме того, в комплект входят:

- делительно-преобразующие механизмы;
- датчики перемещений исполнит. звеньев.

Выбор типа привода зависит от назначения и условий эксплуатации оборудования, от вида системы управления, динамических характеристик, конструкций и т.д.

К любому виду приводов предъявляются конструктивные и эксплуатационные требования, например:

- минимальные габариты и масса;
- высокие энергетические показатели (мощность к массе);
- высокую удельную мощность и КПД;
- широкий диапазон регулирования скоростей;
- обеспечение безопасности;
- низкий шум;
- экономичность расхода энергоносителя;
- и т.д.

Приводы в зависимости от используемых энергоносителей, могут быть пневмо, гидро, электрические комбинированные, а в зависимости от используемого вида движения:

- возвратно-поступательные;
- вращательными;
- возвратно-вращательными.

При реализации поступательно-вращательного движения используются гидро пневмоцилиндры редко линейные эл. двигатели.

При реализации вращательного движения используют в качестве двигателей: эл. двигатели или гидромоторы, а в качестве передаточного механизма: кулисные, кривошипно-шатунные, цепные, ремённые, зубчатые редукторные механизмы.

При реализации возвратно-вращательного движения используют любые виды двигателей, а в качестве передаточного механизма: пластинчатые, реечные, кри-вошипные, и т.п. устройства.

11.15.2. Пневмо-гидроцилиндры.

Пневмо-гидроцилиндры обычно применяют, когда требуется автоматически осуществить прямолинейное возвратно-поступательное движение. Наиболее распространены пневмоцилиндры. Управление пневмоцилиндрами осуществляется клапанами, приводимыми в действие электрическими импульсами или пневматическими логическими устройствами.

Когда процесс требует приложение сил свыше 890 Н предпочтение отдаётся гидроцилиндрам. Преимуществами гидроцилиндра, кроме большой мощности, можно отнести удобство управления ходом. Недостатки – высокая стоимость, сложность обслуживания, и устранение утечек из цилиндров.

При выборе пневмо или гидроцилиндра необходимо учитывать одновременно требование к давлению и расходу рабочего тела (жидкость, воздух). Системы, способные обеспечить давление, достаточное для приведения в действие цилиндров или других исполнительных механизмов, может оказаться не в состоянии поддерживать это давление постоянным во время быстрых переключений.

11.15.3. Электромагниты.

Они применяются, когда требуется осуществить небольшое, ненагруженное, быстрое линейное перемещение. Принцип действия основан на втягивании металлического сердечника в катушку при прохождении в ней электрического тока. При отсутствии тока в катушке сердечник может автоматически возвращаться в исходное положение под действием пружин. Однако движение сердечника в от-личии от штока цилиндра плохо поддаётся контролю. Как правило можно реали-зовать дискретное перемещение, а не медленный контролируемый ход. Использо-зуются как правило для включения приводов.

11.15.4. Двигатели.

К эл. двигателям относятся не только эл. двигатели, но и пневмо и гидромоторы, являющимися обратными по действию насоса.

Шаговые эл. двигатели – управляются дискретно подаваемыми импульсами напряжения постоянного тока. Эти импульсы являются обычным выходом циф-ровых ЭВМ и других систем управления.

Шаговый двигатель идеален для осуществления точных угловых перемеще-ний. Они хорошо зарекомендовали себя в устройствах без обратной связи, где система управл. только выдаёт команду, не проверяя её отработки. Они применя-ются в приводах ПР и станков с ЧПУ. В большинстве случаев эти приводы не имеют обратной связи, однако, она может быть осуществлена путём контроля по-ложения приводимого узла.

Устройство в цепи обратной связи сравнивает действительное положение узла с заданным, определяет рассогласование. Устройство управления выдаёт импульсы на шаговый двигатель до тех пор, пока рассогласование не будет сведено к нулю.

Серводвигатели постоянного тока – применение, что и шаговые эл. двигатели. Имеется контур обратной связи. Когда рассогласование сведено к нулю, напряжение также снижается до нуля. Более развитые сервопривода могут регулировать напряжение пропорционально скорости изменения рассогласования или результатом суммирования накопленного рассогласования по времени.

Важной особенностью серводвигателей постоянного тока и шаговых эл. двигателей является способность сохранять вращающий момент в неподвижном состоянии.

11.16. Исполнительные механизмы.

11.16.1. Кинематические цепи.

Иногда, для автоматизации какого либо элемента процесса принимается решение использовать отдельный двигатель, и упускается из вида возможность использовать для этого отводную кинемат. цепь от привода главного движения. Вместе с этим упускается из вида явное преимущество последнего решения, заключающегося в синхронизации основных и вспомогательных движений.

Зубчатые колёса, кулачки, рычаги, храповые механизмы являются компонентами отводных кинематических цепей. Важно, чтобы погрузочно-разгрузочные и транспортные операции были скоординированы с работой установки, т.е. с приводом главного движения.

11.16.2. Мальтийские механизмы.

Они могут служить для осуществления прерывистого поворота делительных столов. На рисунке изображён этот механизм, обычно устанавливаемый снизу стола. Он состоит из двух дисков: ведущего (кривошипа) и ведомого (креста). Передача движения осуществляется штифтом кривошипа, входящим в радиальные прорезы креста имеющими форму арок.

Кривошип вращается, постоянно передавая вращение кресту во время прохождения угла β . Всю оставшуюся часть поворота кривошипа стол остаётся неподвижным. Этот период – период выстоя – используется для выполнения работы на позициях делительного стола.

Следует обратить внимание на то, что при входе и выходе штифта из прорези вектор скорости выдвигания направлен строго по радиусу. Это необходимо для обеспечения плавного начала поворота и полной неподвижности стола во время выстоя. Фактически любое смещение стола по инерции во время выполнения работ (фаза выстоя) приведёт к тому, что штифт кривошипа не войдёт в следующий

паз. Время индексации и время выстоя зависит от частоты вращения кривошипа и не меняется от такта к такту.

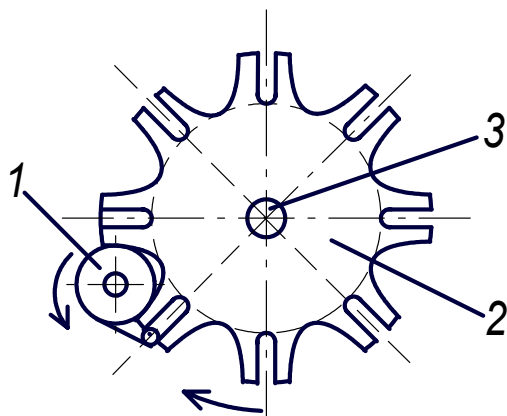


Рис. В7 Мальтийский механизм:
1. ведущий диск 2. ведомый диск 3. ось стола.

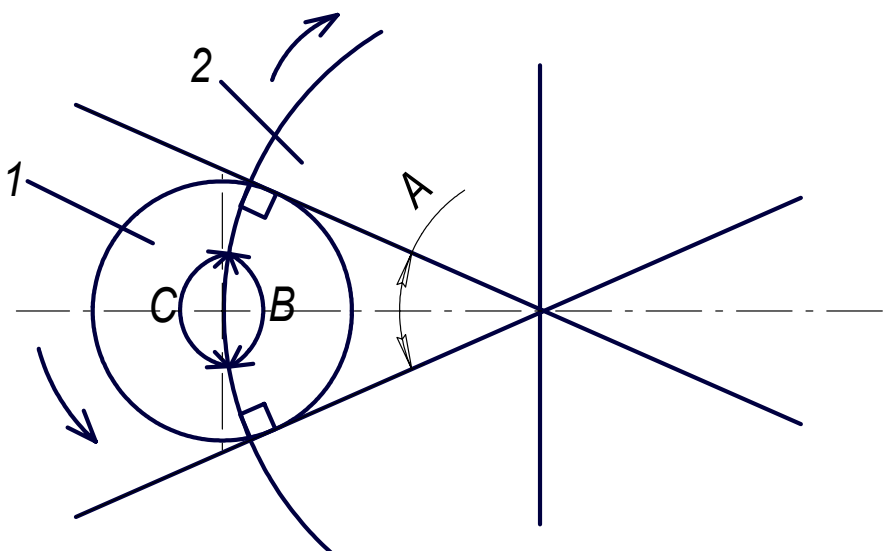


Рис. В8 К расчёту мальтийского механизма:
1. ведущий диск 2. делительный диск

Количество позиций тактовых столов с мальтийскими механизмами меняются от 3 до 8. Схема рисунка В8 поясняет расчёт соотношений между числом позиций, времени выстоя, время индексации, частотой вращения кривошипа.

Из построения следует, что сумма углов $\alpha + \beta$ равна 180° , сумма $\beta + c = 360^\circ$.

$$T_U = \frac{\beta \cdot 60}{360}; \quad T_B = \frac{c \cdot 60}{360}; \quad T_T = T_U + T_B = \frac{60}{n},$$

где T_U – время индексации (сек.);

T_B – время выстоя (сек.);

T_T – время такта (сек.);

n – частота вращения кривошипа мин⁻¹;

60 – переводной коэф. сек./мин.

Пример: М. механизм делительного стола имеет 6 позиций частоты вращения кривошипа 12 мин^{-1} . Определить:

а) время индексации T_U ;

б) время выстоя T_B ;

в) идеальную производительность (кол-во тактов в один час).

$$A = 360^\circ / 6 = 60^\circ;$$

$$B = 180^\circ - A = 120^\circ; \text{ т.к. } A + B = 180^\circ;$$

$$C = 360^\circ - B = 240^\circ; \text{ т.к. } B + C = 360^\circ;$$

$$T_U = \frac{\beta \cdot 60}{360} = \frac{120 \cdot 60}{360 \cdot 12} = 1,67 \text{ сек.};$$

$$T_B = \frac{c \cdot 60}{360} = \frac{240 \cdot 60}{360 \cdot 12} = 3,33 \text{ сек.};$$

$$T_T = T_U + T_B = 1,67 + 3,33 = 5 \text{ сек.}$$

Идеальная производительность:

$$n = \frac{1ч}{T_T} = \frac{3600}{5} = 720 (\text{тактов} / \text{час})$$