

Промышленная автоматика для начинающих: системы сервопривода

Здесь приведен краткий обзор систем сервопривода для начинающих.

[Введение](#)

Цель курса



Этот вводный курс предназначен для получения основных знаний о системах сервопривода начинающими, которые с ними не знакомы.

Этот курс состоит из указанных ниже глав.
Рекомендуется начинать с главы 1.

Глава 1. Что такое системы сервопривода?





Изучение основных сведений о системах сервопривода, в том числе их назначении, применении, принципах работы и устройстве.

Глава 2. Различия между преобразователями частоты и системами сервопривода

Изучение различий в назначении и технических характеристиках преобразователей частоты и систем сервопривода, их базового устройства в сравнении, а также нюансов замены преобразователей частоты системами сервопривода.

Итоговый тест

Проходной балл — 60% и выше.

Переход к следующей странице		Переход к следующей странице.
Возврат к предыдущей странице		Возврат к предыдущей странице.
Переход к нужной странице		Отображение содержания курса для перехода к нужной странице.
Завершение обучения		Завершение обучения. Закрытие окон, таких как "Содержание" и окно обучения.

Меры предосторожности

Прежде чем приступить к эксплуатации оборудования, ознакомьтесь с описанными в руководствах к нему мерами предосторожности и соблюдайте соответствующую технику безопасности.

Глава 1 Что такое сервопривод?

1.1 Назначение сервопривода

Слово "сервопривод" используется применительно к ситуации, в которой объект перемещается в целевое положение или значение какого-либо его параметра следует за изменяющимся целевым значением.

Сервопривод иначе называется "сервомеханизм", а используемая в этих словах приставка "серво" происходит от латинского *servos*, означающего "слуга".

Сервопривод — это система, которая управляет машиной согласно поступающим командам.

Сервомеханизм выполняет управление положением, скоростью, крутящим моментом или комбинациями указанных параметров.

Управление положением	Управление скоростью	Управление крутящим моментом
<p>Системы сервопривода точно перемещают объекты или останавливают их в заданном положении.</p> <p>Системы сервопривода способны изменять положение объекта с точностью менее микрона ($\text{мкм} = 1/1000 \text{ мм}$) и многократно перемещать/останавливать объект.</p>	<p>Системы сервопривода быстро реагируют на изменение целевой скорости.</p> <p>Системы сервопривода также способны минимизировать разницу между текущей и целевой скоростью при изменении нагрузки.</p> <p>Непрерывная работа системы возможна в широком диапазоне скоростей.</p>	<p>Системы сервопривода точно регулируют крутящий момент при изменении нагрузки.</p> <p>*Крутящий момент — это момент силы, вызывающей вращение.</p>

Для обеспечения быстрой и точной работы в сервомеханизмах используется обратная связь и постоянно проверяется соответствие работы устройства полученной команде.

Важны точное управление и минимизация отличия сигнала обратной связи от управляющего сигнала.

Определение термина "сервомеханизм" в соответствии с японскими промышленными стандартами (JIS):

Система управления, в которой согласно изменения соответствующего целевого значения происходит изменение положения, ориентации и других параметров управляемого объекта.

Сервомеханизмы состоят в основном из перечисленных ниже систем и блоков.

Командный блок	Этот блок выдает управляющие сигналы.
Блок управления	Этот блок приводит в движение двигатель и другие детали в соответствии с получаемыми командами.
Блок привода и датчика	Этот блок приводит в движение управляемый объект и регистрирует его состояние.

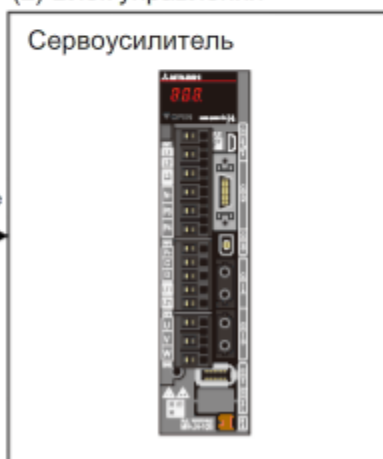
В большинстве механизмов используются гидравлические или пневматические системы. Однако в последнее время широко применяются электрические системы, благодаря удобству их обслуживания. Для требующих высокой точности управления задач автоматизации производства наиболее часто используемым электродвигателем является сервопривод переменного тока.

Серводвигатели оснащены энкодерами, определяющими угол поворота, скорость и направление вращения. Эта информация отправляется от двигателя сервоусилителю (блок управления) в качестве обратной связи.

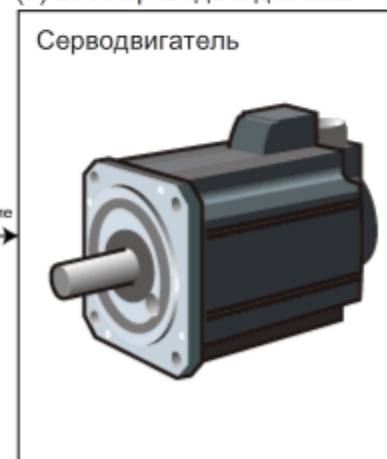
(1) Командный блок



(2) Блок управления



(3) Блок привода и датчика



Управляющие сигналы →

Электроснабжение →

← Обратная связь (возвратный сигнал)

Типы серводвигателей

Всего существует три типа серводвигателей: серводвигатели переменного тока серии SM (синхронные), серводвигатели переменного тока серии IM (асинхронные) и серводвигатели постоянного тока. В устройствах и системах промышленной автоматики небольшой и средней мощности наиболее часто используются системы сервопривода с двигателями переменного тока серии SM.

Отсутствие необходимости в обслуживании	Серводвигатели постоянного тока требуют проверок и обслуживания щеток выпрямителя.
Стойкость к воздействию окружающей среды	Вследствие образования пыли от истирания щеток серводвигатели постоянного тока нельзя использовать в чистых производственных условиях.
Выработка электроэнергии при отключении электропитания	В серводвигателях переменного тока серии IM отсутствуют постоянные магниты, поэтому их использование при отключении электропитания невозможно.

Тип	Устройство	Особенности	
		Преимущества	Недостатки
Серводвигатель переменного тока серии SM (синхронный)		<p>Отсутствие необходимости в обслуживании. Превосходная стойкость к воздействию окружающей среды. Высокий крутящий момент. Управление выработкой электроэнергии при отключении электропитания. Компактность и небольшой вес. Высокая мощность.</p>	<p>Несколько более сложное управление с помощью сервоусилителя, по сравнению с серводвигателями постоянного тока. Для связи между двигателем и сервоусилителем требуется отклик 1:1. Может произойти размагничивание.</p>
Серводвигатель переменного тока серии IM (асинхронный)		<p>Отсутствие необходимости в обслуживании. Превосходная стойкость к воздействию окружающей среды. Высокая скорость вращения и крутящий момент. Высокая эффективность при высокой мощности. Надежная конструкция.</p>	<p>Низкая эффективность при низкой мощности. Более сложное управление с помощью сервоусилителя, по сравнению с серводвигателями постоянного тока. Нет управления выработкой электроэнергии при отключении электропитания. Изменение характеристик в зависимости от температуры.</p>
Серводвигатель постоянного тока		<p>Более простое управление с помощью сервоусилителя. Выработка электроэнергии при отключении электропитания. Низкая стоимость при низкой мощности. Высокая мощность.</p>	<p>Требуется обслуживание и периодические проверки связанных с выпрямителем деталей. Вследствие образования пыли от истирания щеток не используются в чистых производственных условиях. Из-за щеток не используются с высоким крутящим моментом. Может произойти размагничивание.</p>

[Типы энкодеров]

<Инкрементальные энкодеры и абсолютные энкодеры>

Серводвигатели все чаще оснащаются абсолютными энкодерами, для которых не требуется возврат в исходное положение после отключения электропитания.

Абсолютные энкодеры оснащены датчиком абсолютного положения для определения положения при повороте и многооборотным датчиком, который регистрирует количество оборотов.

Во избежание потери данных многооборотного датчика при отключении электропитания, используется резервная батарея.

Для задач, требующих компактности и высокого разрешения, применяются оптические энкодеры. Тем не менее, при высоких требованиях относительно стойкости к воздействию окружающей среды, вместо них могут применяться магнитные энкодеры (обладающие стойкостью к загрязнениям и т.п.).

Принципы работы оптического энкодера показаны на схеме ниже.

В некоторых энкодерах достигается высокое разрешение (1 миллион импульсов/оборот), что делает этот способ определения положения более точным.

Сравнение энкодеров (общее)

Характеристика	Инкрементальный	Абсолютный энкодер
Выход	Выводится значение приращения. По мере изменения угла поворота выдаются импульсы.	Выводится абсолютное значение. Выводится абсолютное значение угла поворота.
Последствия отключения электропитания.	При включении питания требуется возврат в исходное положение.	При включении питания не требуется возврат в исходное положение.
Стоимость	Низкая стоимость в силу относительной простоты устройства энкодера.	Высокая стоимость в силу относительной сложности устройства энкодера.
Устройство		
Дополнительная информация	Вращающийся диск инкрементального энкодера содержит множество прозрачных щелей, и при регистрации фотодиодом проходящего сквозь щель света информация о положении щели преобразуется в электрический сигнал.	Абсолютный энкодер постоянно определяет угловое положение оси двигателя (абсолютные энкодеры крепятся на оси двигателя). Возврат в исходное положение при включении питания не требуется, поскольку отсутствует необходимость в подсчете импульсов для определения положения.

В силу их гибкости, сервомеханизмы применяются для чрезвычайно широкого спектра задач в самых различных областях.

Системы сервопривода применяются в используемых в повседневности устройствах, таких как приводы DVD и жесткие диски компьютеров, механизмы подачи бумаги копировальных аппаратов и лентопотяжные механизмы цифровых видеокамер. Системы сервопривода также применяются в промышленности, например, в производстве авиационных механизмов управления и приводов астрономических телескопов.

Ниже будут рассмотрены некоторые примеры применения систем сервопривода переменного тока для автоматизации производства.

В 1980-х годах сервопривод переменного тока занял ведущую роль среди систем регулируемого электропривода для устройств промышленной автоматики благодаря его использованию в областях числового программного управления (ЧПУ) и робототехники.

В 1990-х он начал использоваться для более широкого спектра задач благодаря расширению рынка, переходившего с использования гидравлических систем на электрические.

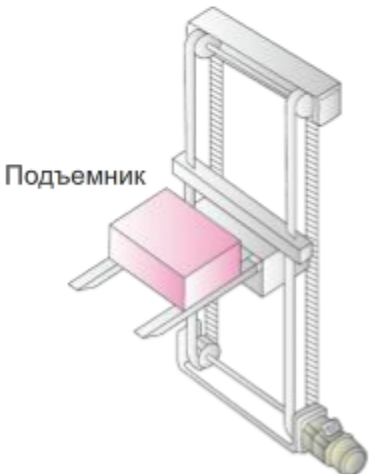
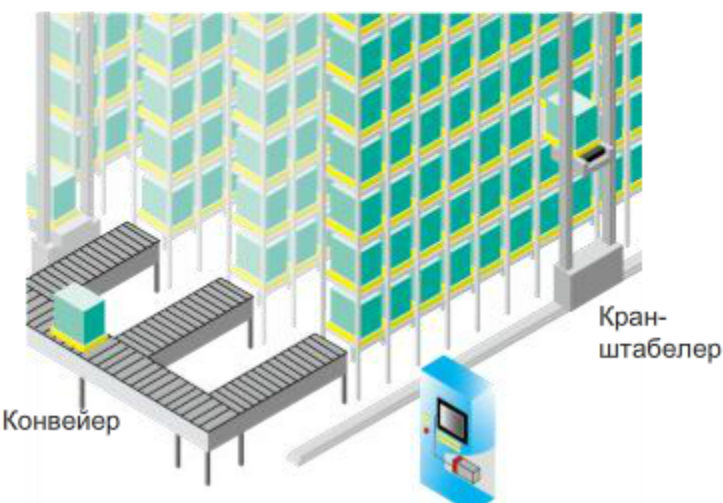
С развитием в последние годы информационных технологий (ИТ), в том числе сотовой связи, значительно выросло применение сервопривода в соответствующих областях, таких как производство полупроводников, сборка электронных компонентов и применение жидкокристаллических индикаторов (ЖКД).

1. Транспортировка
2. Обработка рулонных материалов
3. Операции с пищевыми продуктами
4. Применение в сфере полупроводников
5. Литье под давлением
6. Сборка электронных компонентов

Управление транспортировкой

Устройства для транспортировки являются незаменимыми элементами во многих отраслях промышленности по мере того, как производство становится более сложным и автоматизированным.

Ниже показаны отдельные примеры использования систем сервопривода в этой области.

Транспортная машина (подъемная)	Системы выборки предметов на автоматизированном складе
<p>Системы сервопривода увеличивают скорость машины и повышают эффективность производства. Перемещение предметов останавливается точно в заданном положении. Серводвигатель с системой магнитного торможения используется для предотвращения падения предметов при отключении электропитания.</p>	<p>На автоматизированных складах с автоматизированными системами выборки для обеспечения быстрой выборки и перемещения предметов наиболее часто используются системы сервопривода переменного тока. Применение серводвигателей переменного тока делает возможной плавную регулировку скорости при быстрой работе. Применение систем выборки предметов на автоматизированном складе в сочетании с управлением цепочкой поставок значительно повысило логистическую эффективность всего процесса управления запасами от получения сырья до поставки конечной продукции.</p>
 <p>Подъемник</p>	 <p>Конвейер</p> <p>Кран-штабелер</p>

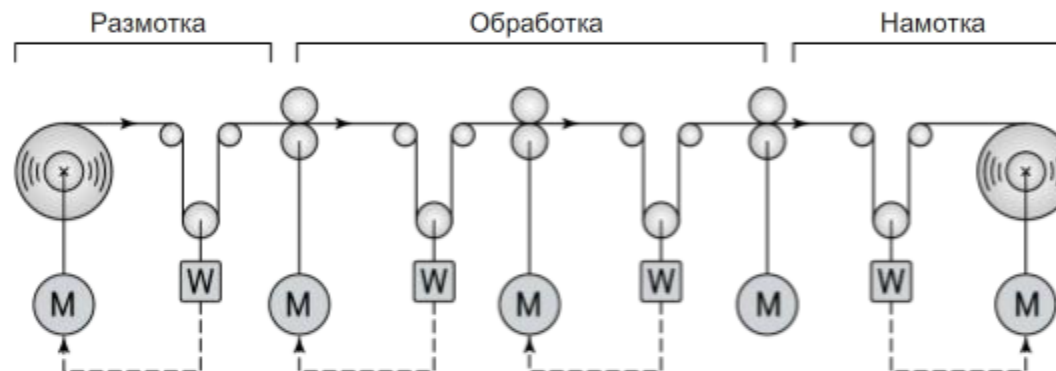
Обработка рулонных материалов

Намоточные машины работают с длинными кусками таких материалов, как бумага и пленка. Они также называются "рулонными материалами".

Операции намотки состоят из трех основных этапов: размотка материала, его обработка и намотка на рулон.

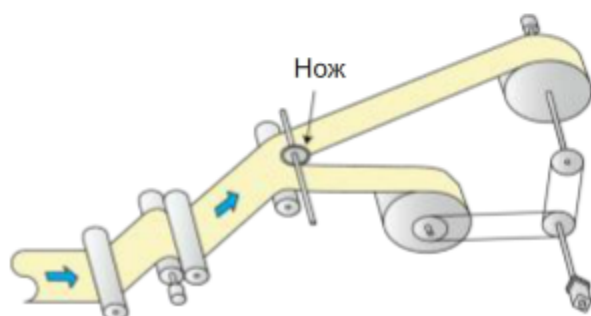
Способ обработки зависит от задачи (продольная резка, ламинирование, печать), но суть процесса одна и та же.

Схема типичного механизма:



Продольная резка

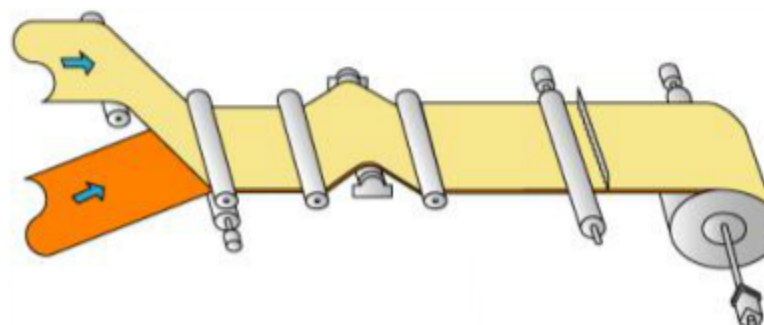
Установка продольной резки — это машина, разрезающая материал на продольные полосы и сматывающая их в рулоны. Для того чтобы резка выполнялась правильно, выполняется управление натяжением.



Ламинирование

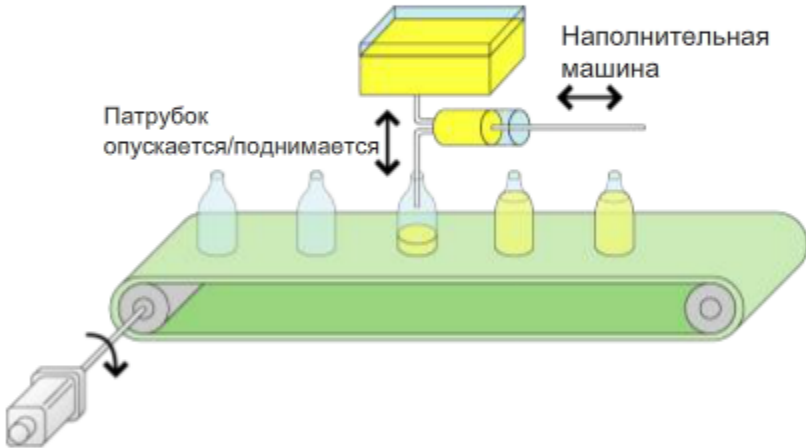
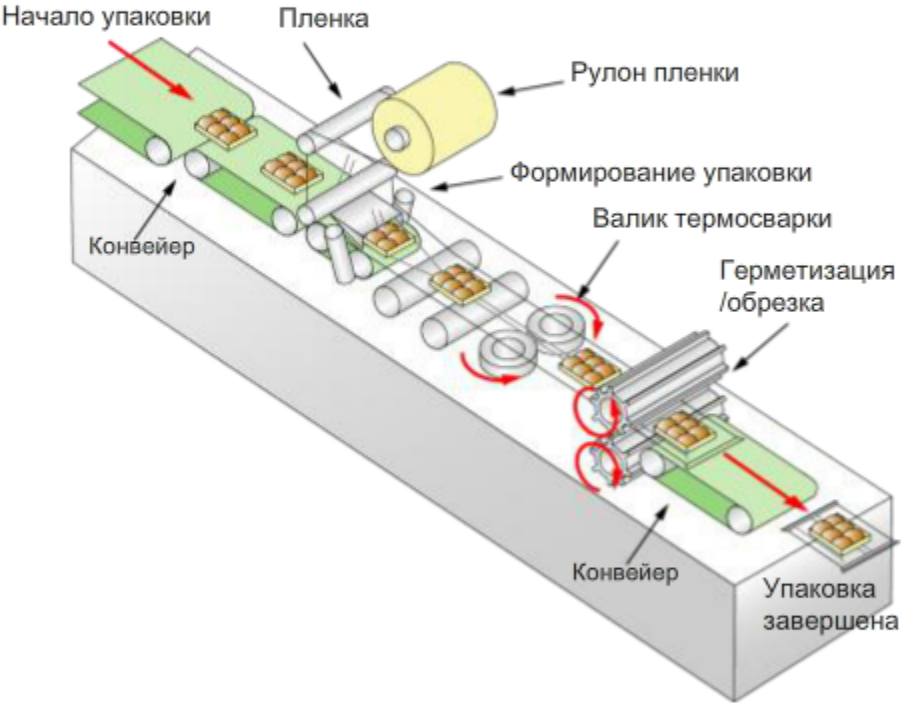
Ламинатор — это устройство, которое совмещает и спрессовывает слои пленки. Для того чтобы к пленкам прилагалось правильное давление, выполняется управление натяжением.

Подобным механизмом оснащены машины для нанесения покрытий, принтеры и оборудование других типов.



Операции с пищевыми продуктами

Растущая потребность в улучшении качества и безопасности обработки пищевых продуктов привела к использованию сервопривода среди прочих и в этой области.

Линия разлива	Линия фасовки
	
<p>Разливочная машина быстро наполняет бутылки разной формы и емкости различными жидкостями. Управление процессом наполнения выполняется таким образом, чтобы в бутылки быстро наливалось соответствующее их емкости количество жидкости без образования пены.</p>	<p>Применение сервомеханизмов обеспечивает аккуратную герметичную упаковку с соблюдением санитарных норм. В зависимости от размера конкретного продукта от рулона отрезается соответствующее количество пленки.</p>

Применение в сфере полупроводников

Процессы производства полупроводников обычно происходят на субмикронном уровне.

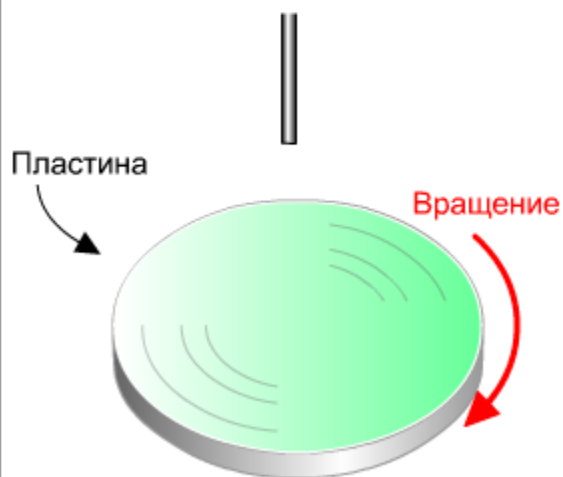
Поэтому для них требуются исключительно высокая точность и чистые производственные условия.

Системы сервопривода соответствуют указанным требованиям и широко используются в этом производстве.

Технология производства полупроводников непрерывно развивается, что ведет к еще большей необходимости в применении технологии сервопривода более высокого уровня.

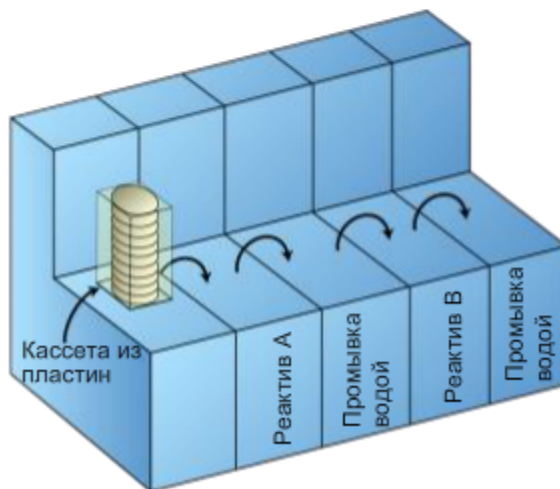
Нанесение покрытия центрифугированием

В производстве полупроводниковых схем применяются принципы фотографии. В ходе центрифугирования на полупроводниковую пластину наносится покрытие из фоторезиста. Центробежная сила равномерно распределяет каплю раствора фоторезиста тонким слоем по всей поверхности. При слишком быстром вращении пластины фоторезист может слететь с нее. И наоборот, при слишком медленном вращении пластины фоторезист может распределиться по поверхности неравномерно.



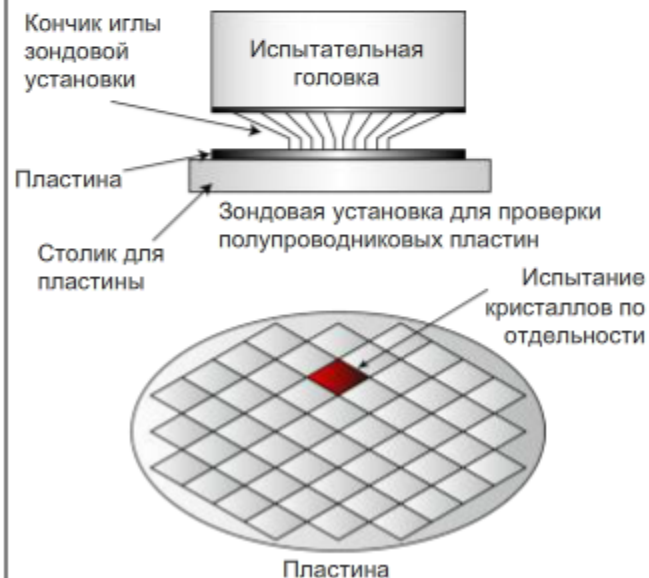
Очистка полупроводниковых пластин

В процессах производства полупроводников используются принципы фотографии, и на протяжении процесса производства требуется выполнение нескольких этапов очистки. Пластины последовательно погружаются в химические растворы и воду (чистую воду) для растворения, нейтрализации и смывки примесей, после чего высушиваются. Возможна групповая обработка, при которой несколько собранных в кассету пластин обрабатываются вместе, или последовательная обработка, при которой пластины обрабатываются по отдельности.



Зондовая установка для проверки полупроводниковых пластин

Из одной пластины изготавливается большое количество кристаллов большой интегральной схемы (БИС), при этом перед сборкой каждый кристалл проверяется зондовой измерительной установкой и испытывается. Игла непосредственно контактирует с поверхностью кристалла, поэтому ее позиционирование должно быть очень точным. Эта операция должна выполняться очень быстро.

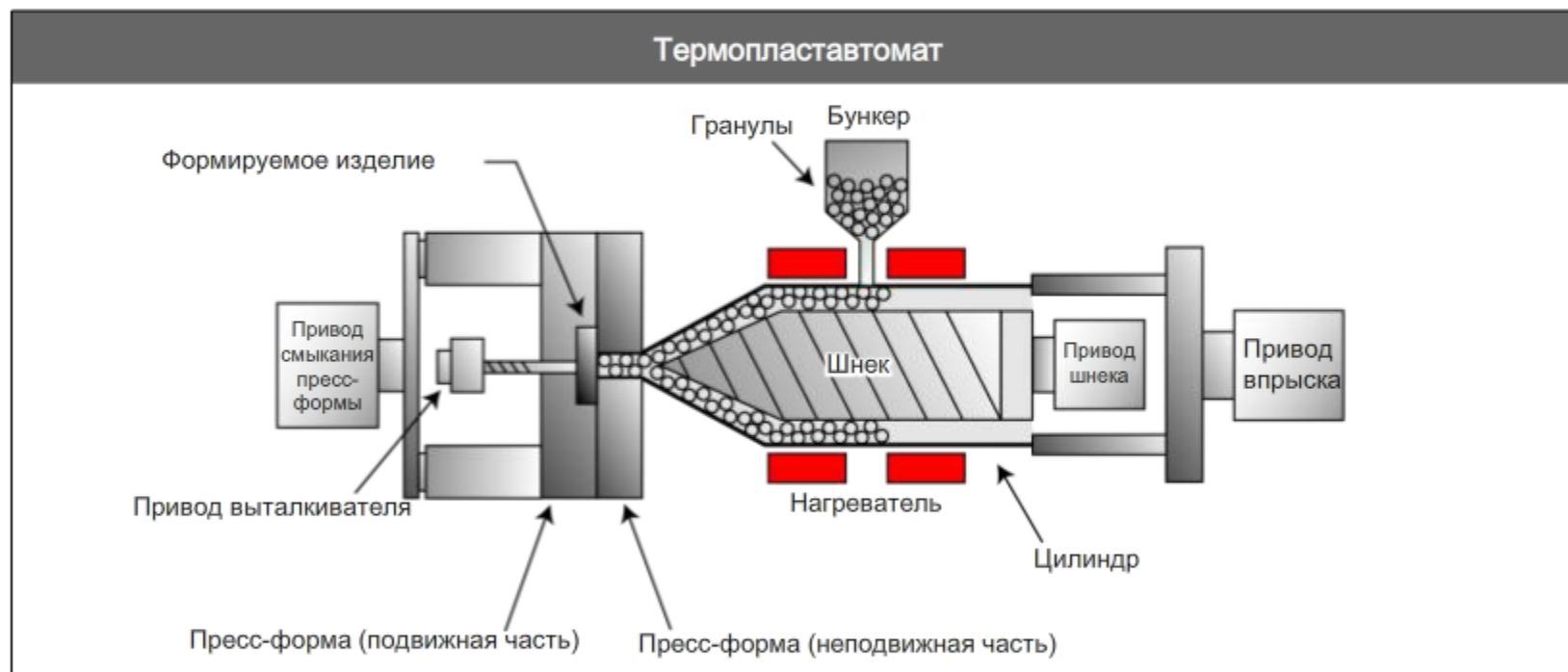


Литье под давлением

Термопластавтомат — это устройство для производства пластмассовых деталей.

Пластмасса нагревается до плавления, после чего впрыскивается в пресс-форму для производства деталей.

В традиционных машинах для литья в основном используется управление с гидравлическим приводом, однако в последнее время для экономии электроэнергии все большее их количество оснащается системами сервопривода.



Пластмассы и гранулы расплавляются нагревателем, расположенным около цилиндра со шнеком и впрыскиваются в пресс-форму.

Когда материал затвердеет, отлитая деталь выталкивается из пресс-формы шпилькой выталкивателя.

Усилие смыкания пресс-формы чрезвычайно велико. При производстве крупных деталей усилие иногда превышает 3000 тонн.

Сборка электронных компонентов

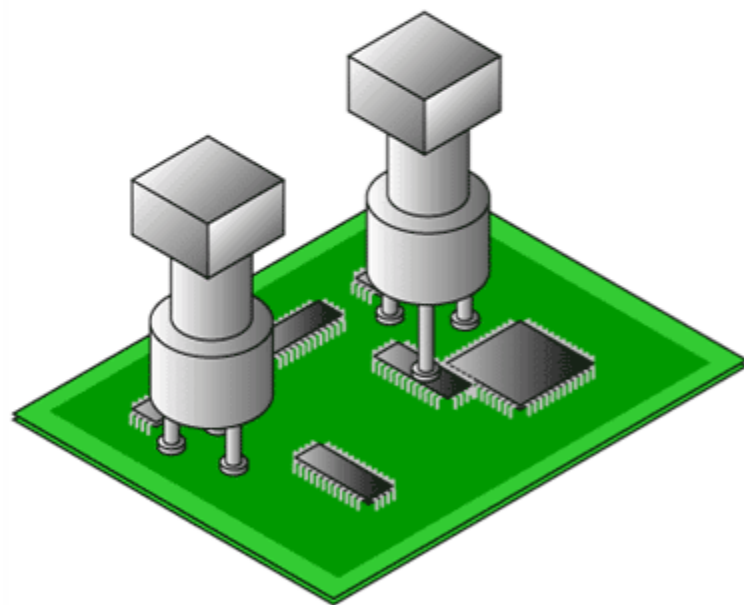
Монтажно-сборочные установки — это устройства, выполняющие монтаж на печатную плату таких электронных деталей, как БИС, для которого требуются высокая скорость и точность.

В частности, в последнее время возникла необходимость в усовершенствованной технологии для монтажа полупроводниковых кристаллов непосредственно на печатную плату, формирования многоуровневых структур кристаллов и связанных с этой технологией.

Кроме того, для автоматизации высокоскоростной сборки печатных плат, повышающей ее производительность, нужны блоки датчиков.

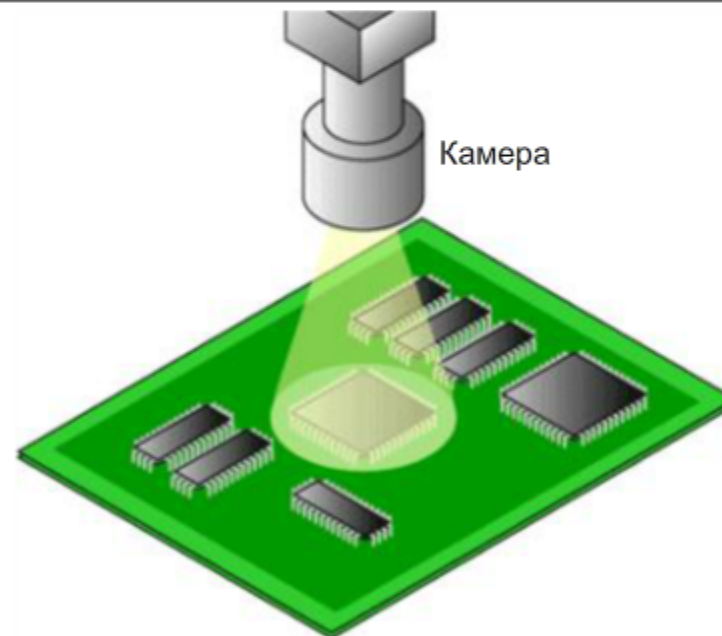
Системы сервопривода переменного тока удовлетворяют эти потребности.

Монтажно-сборочная установка



Электронные компоненты (БИС, резисторы, конденсаторы и т.п.) монтируются на печатную плату. Для этого процесса требуются точное позиционирование и высокая скорость.

Основная проверка



Проверяется правильность монтажа электронных компонентов (интегральных схем, резисторов, конденсаторов и т.п.) на печатную плату. В отдельных случаях может проверяться сама печатная плата.

Основной характерной функцией системы сервопривода является сравнение значения, которое поступает с командой, с текущим значением соответствующего параметра и минимизация разницы между ними с использованием управления с обратной связью.

Управление с обратной связью повторно выполняется для (управляемой) машины с целью максимально точного следования команде. При наличии отклонения изменяется метод управления и снова задействуется обратная связь.

Контур управления, которое циклически происходит по схеме "расхождение → текущее значение → расхождение" называется замкнутым контуром в силу замкнутости цикла.

В противоположность ему система, в которой не используется обратная связь, называется разомкнутым контуром.



Цикл состоит не в том, чтобы "просто постоянно следовать командам БЕЗ обратной связи". Точное управление достигается повторением корректировки для минимизации расхождения.



В системах сервопривода имеется три разных режима команд, указанные ниже. Выбор режима зависит от категории значения команды.

(1) Режим управления положением (2) Режим управления скоростью (3) Режим управления крутящим моментом

В некоторых системах сервопривода переключение режима возможно даже во время работы.

Напр.:

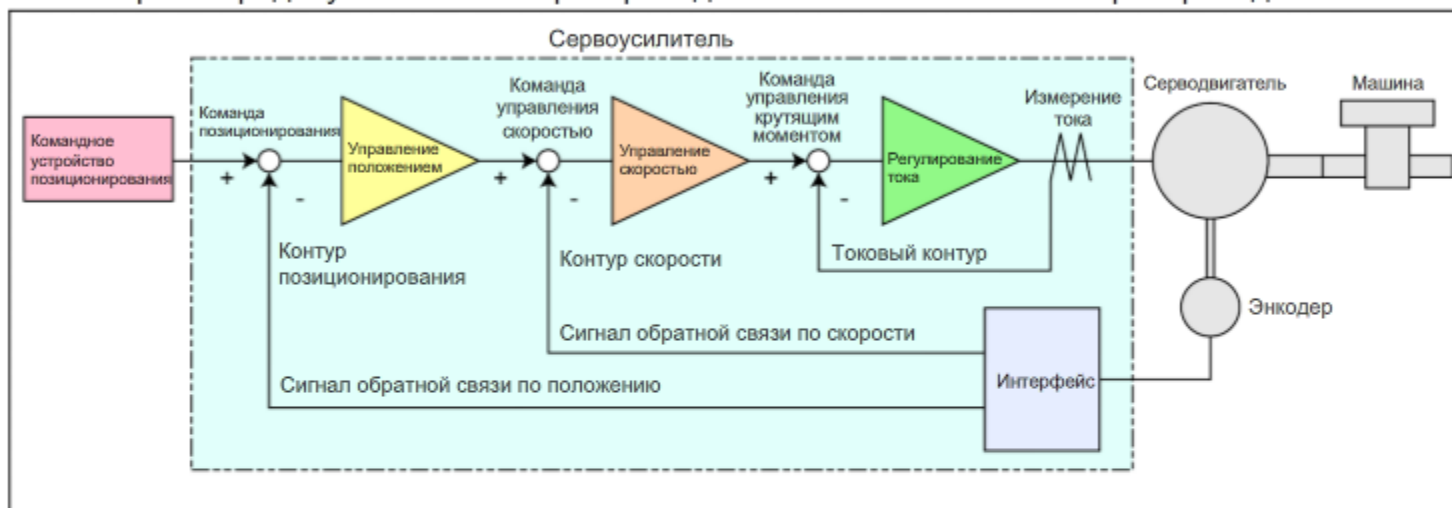
Переключение с режима управления скоростью в режим управления крутящим моментом

В начале намотки материала на рулон машина работает с постоянной скоростью (режим управления скоростью). Затем она переходит в режим управления крутящим моментом, чтобы обеспечить постоянное натяжение при наматывании материала.

В последние годы все чаще используется управление перемещениями. Этот тип управления подходит при использовании контроллера для одновременного управления перемещением по нескольким осям.

Контур управления сервопривода

Рассмотрим передачу сигналов в сервоприводе. Ниже показана схема сервопривода.



В системах сервопривода переменного тока установленный в серводвигателе энкодер регистрирует импульсы и ток двигателя. Для управления машиной в соответствии с поступившей командой сервоусилителю отправляется сигнал обратной связи.

Этот сигнал используется тремя разными контурами, описанными ниже.

Контур позиционирования	Этот контур управляет положением, используя для этого сигналы обратной связи по положению, которые формируются из импульсов энкодера.
Контур скорости	Этот контур управляет скоростью, используя для этого сигналы обратной связи по скорости, которые формируются из импульсов энкодера.
Токовый контур	Этот контур управляет крутящим моментом, используя для этого сигналы обратной связи по току, формируемые при измерении тока сервоусилителя.

В каждом контуре управление выполняется таким образом, что отличие сигнала команды от сигнала обратной связи сводится к нулю.

Указанные ниже контуры расположены в порядке изменения скорости реакции от более низкой к более высокой.

(Контур позиционирования) < (Контур скорости) < (Токовый контур)

Ниже перечислены контуры, используемые в разных режимах управления.

Режим управления	Контур
Режим управления положением	Контур позиционирования, контур скорости, токовый контур
Режим управления скоростью	Контур скорости, токовый контур
Режим управления крутящим моментом	Токовый контур (тем не менее, при отсутствии нагрузки необходимо управление скоростью)

[Режим управления положением]

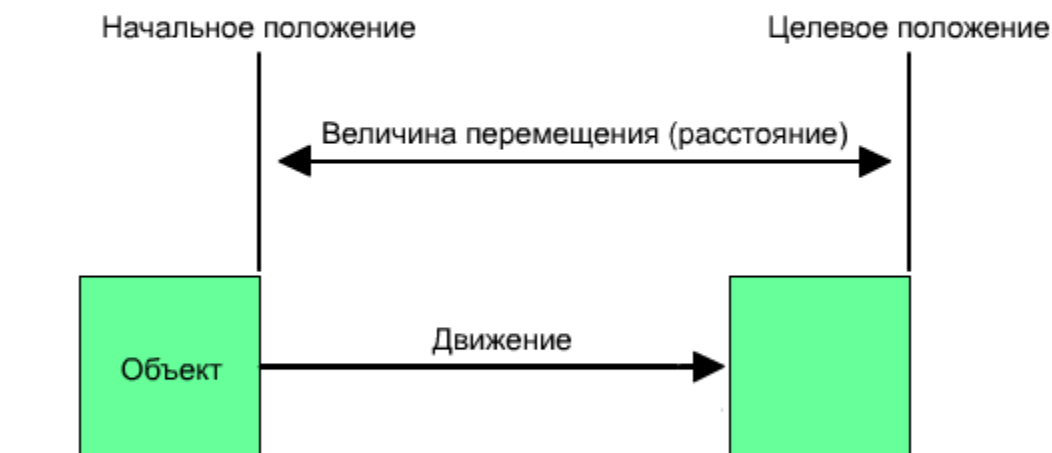
(а) Целевое положение при позиционном управлении

В системах автоматизации производства термин "процесс позиционирования" используется применительно к перемещению с оптимальной скоростью таких объектов, как обрабатываемые детали или инструменты (сверлильные головки, режущие инструменты) и остановке их в заданном положении с высокой точностью.

Соответствующий тип управления носит название управления положением.

Для позиционного управления можно использовать большинство систем сервопривода.

Пуск (нажмите на эту кнопку)



Точность соответствия точки остановки заданной точке называют точностью остановки.

При позиционировании объект движется из начального положения и останавливается точно в целевом положении

В процессе позиционного управления необходим постоянный точный контроль скорости двигателя, для чего используется энкодер, регистрирующий эту скорость.

Кроме того, для быстрого выполнения команд в серводвигателях применяются специальные энкодеры, что позволяет увеличить крутящий момент, являющийся важной характеристикой двигателя, и снизить его инерционность.

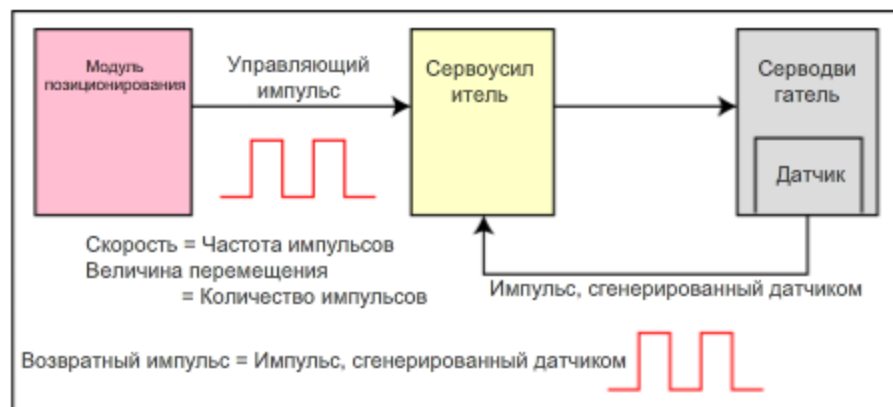
[Режим управления положением]

(b) Основные принципы управления положением

Ниже приведены основные принципы управления положением в системах сервопривода.

- Величина перемещения машины пропорциональна общему количеству управляющих импульсов.
- Скорость машины пропорциональна скорости поступления последовательности управляющих импульсов (частоте импульсов).
- Позиционирование завершается по достижении диапазона плюс/минус один импульс, и положение удерживается до поступления новой команды позиционирования.

(Функция блокировки сервопривода)



Таким образом, точность для системы позиционирования зависит от перечисленных ниже факторов.

- Величина перемещения механической системы, соответствующего одному обороту вала серводвигателя
- Количество выходных импульсов энкодера, соответствующее одному обороту вала серводвигателя
- Погрешности, вызванные, например, люфтом механической системы

[Режим управления скоростью]

Системы сервопривода способны управлять скоростью таким образом, что машина может работать в широком диапазоне скоростей, при этом точно заданная скорость поддерживается с минимальными отклонениями.

(a) Функции плавного запуска/остановки



Для предотвращения перегрузок машины в ходе ускорения/замедления можно регулировать величину ускорения (изменения скорости), соответствующего переднему/заднему фронту импульса.

(b) Управление скоростью в широком диапазоне

Управление скоростью возможно в широком диапазоне: от очень низких до высоких скоростей. (Прибл. от 1:1000 до 1:5000) Во всем диапазоне скоростей обеспечивается номинальный крутящий момент.

(c) Низкий коэффициент изменения скорости

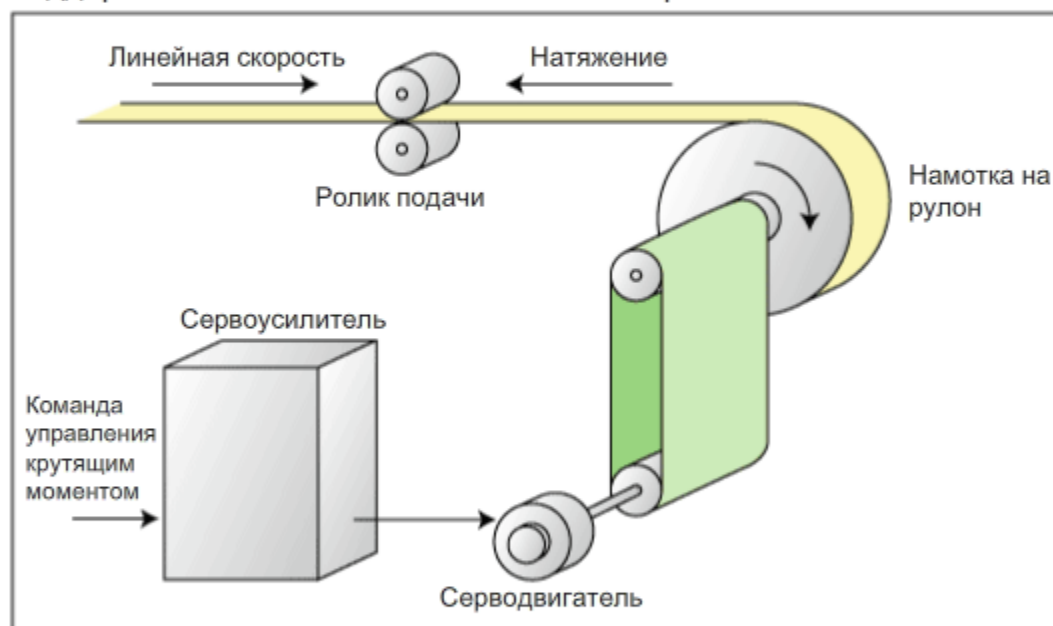
При изменении нагрузки возможно меньшее изменение скорости машины.

[Режим управления крутящим моментом]

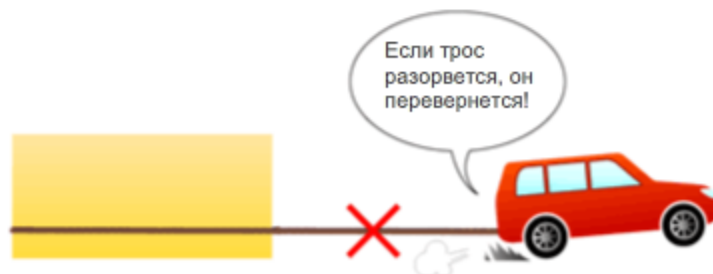
При управлении крутящим моментом регулируется ток серводвигателя и таким образом поддерживается целевой крутящий момент.

<Пример с намоткой>

(a) В процессе намотки увеличивается радиус рулона, вследствие чего растет момент нагрузки, поэтому выполняется управление крутящим моментом серводвигателя таким образом, чтобы поддерживать постоянным натяжение материала.

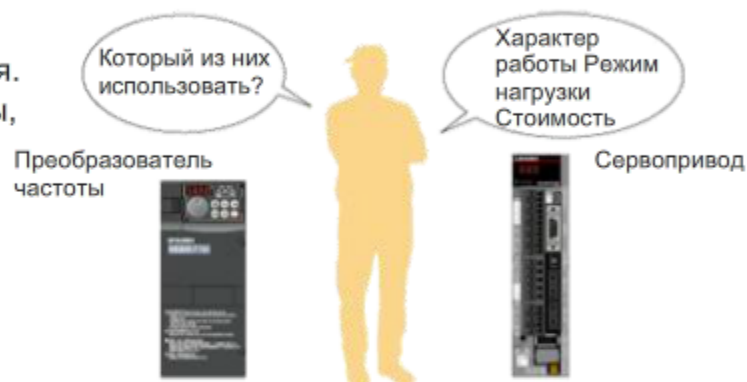


(b) Необходимо установить предельное значение скорости, поскольку при легкой нагрузке двигатель вращается с очень высокой скоростью, например, при случайном обрыве материала в процессе работы.



Глава 2**Каковы различия между преобразователями частоты и системами сервопривода?****2.1 Различия в применении и технических характеристиках**

С точки зрения их назначения и функций, преобразователи частоты и системы сервопривода общего назначения имеют фундаментальные различия. Выбор зависит от таких факторов, как характер работы, режим нагрузки и стоимость.



2.1 Различия в применении и технических характеристиках

Сравниваемые характеристики	Преобразователь частоты (общего назначения)	Сервопривод (общего назначения)
Задачи управления	Используется для управления при относительно мягких нормальных условиях.	Используется в задачах, в которых периодически требуется быстрое и точное управление.
Режим управления	В основном применяется для управления скоростью.	Применяется для управления положением, скоростью и крутящим моментом.
Двигатель	Применяется двигатель общего назначения (асинхронный).	Выбор определяется/ограничивается используемым сервоусилителем.
Работа с несколькими двигателями	Один преобразователь частоты может управлять несколькими двигателями.	По существу, один сервоусилитель управляет только одним двигателем.
Стоимость	Низкая (относительно) стоимость	Высокая (относительно) стоимость
Скорость реагирования (чем выше, тем лучше)	Низкая скорость реагирования. Прибл. 100 рад/с.	Высокая скорость реагирования. Прибл. от 200 рад/с до 15000 рад/с.
Точность остановки	Прибл. до 100 мкм.	Достигает прибл. 1 мкм.
Частота запусков/остановок (количество циклов запуска/остановки машины)	Прибл. 20 об./мин и ниже.	Прибл. от 20 об./мин до 600 об./мин
Коэффициент изменения скорости	Высокий коэффициент изменения. На скорость сильно влияет изменение нагрузки, при этом обратная связь по скорости отсутствует.	Низкий коэффициент. Влияние на скорость нагрузки и других факторов нивелируется при наличии обратной связи по скорости.
Диапазон непрерывной работы (непрерывная работа при нагрузке 100%)	Узкий диапазон. Прибл. 1:10 рад/с.	Широкий диапазон. Прибл. от 1:1000 рад/с до 1:5000 рад/с.
Максимальный крутящий момент (по отношению к номинальному)	Прибл. 150%.	Прибл. 300%.
Выходная мощность	Прибл. от 100 Вт до 300 кВт.	Прибл. от 10 Вт до 60 кВт.

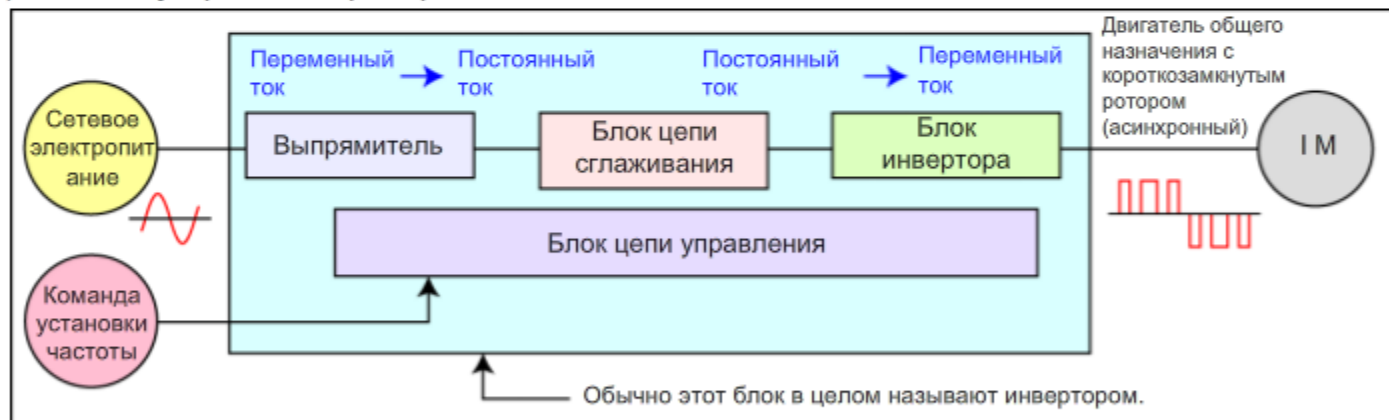
2.2

Сравнение базового устройства

В общих чертах базовое устройство представляет собой две части: главная цепь, которая выполняет преобразование электрического тока, и цепь управления, которая отправляет команды, определяющие, каким должно быть это преобразование.

<p>Главная цепь</p>	<p>Преобразователи частоты и системы сервопривода устроены почти одинаково. Единственное отличие преобразователей частоты от систем сервопривода состоит в том, что у последних имеется блок, называемый динамическим тормозом. Устройство динамического торможения поглощает энергию инерции серводвигателя и затормаживает его.</p>
<p>Цепь управления</p>	<p>В сравнении с преобразователями частоты устройство систем сервопривода достаточно сложное. Это обусловлено тем, что для сервомеханизмов необходимы функции для сложной обратной связи, переключения режимов управления, ограничений (по току, скорости, крутящему моменту) и других операций.</p>

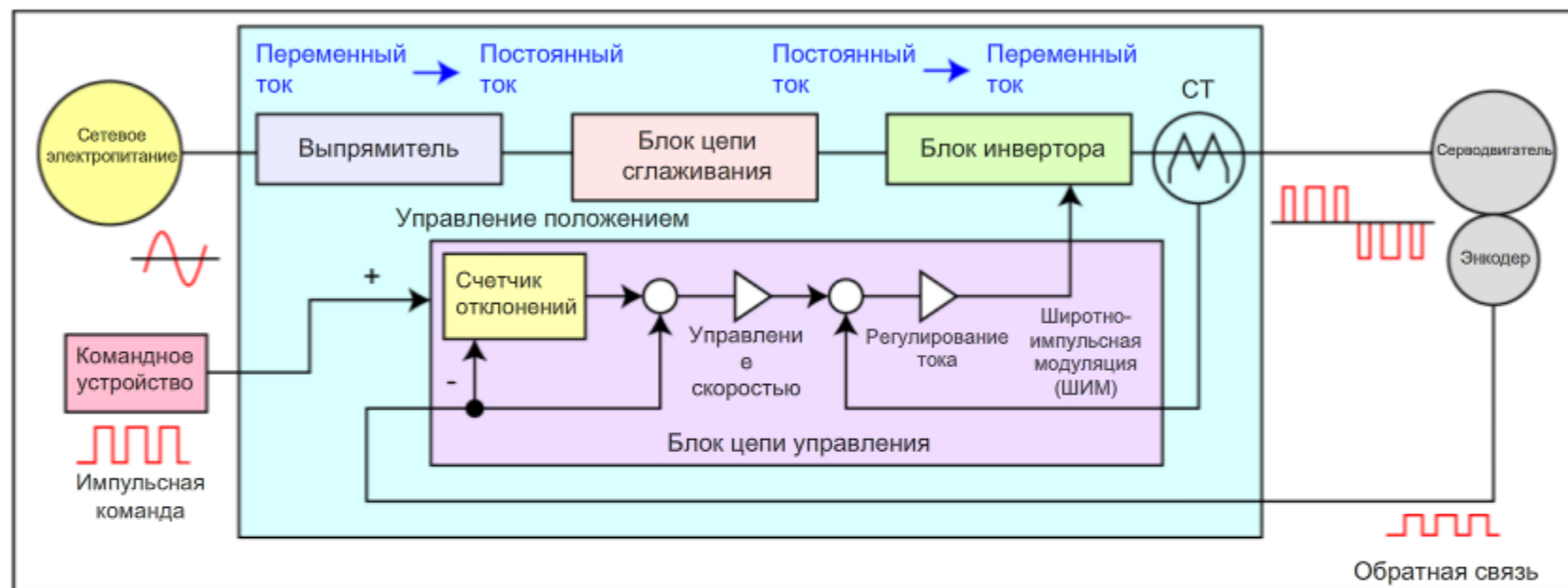
(1) Базовое устройство преобразователя частоты



Блоки выполняют указанные ниже функции:

- **Блок выпрямителя** : Выполняет преобразование напряжения переменного тока сети электропитания в напряжение постоянного тока.
- **Блок цепи сглаживания** : Выполняет сглаживание колебаний формы сигнала постоянного тока.
- **Блок инвертора** : Выполняет преобразование напряжения постоянного тока в напряжение переменного тока с переменной частотой.
- **Блок цепи управления** : Выполняет, главным образом, управление блоком инвертора.

(2) Блоки сервопривода с базовым устройством работают следующим образом:

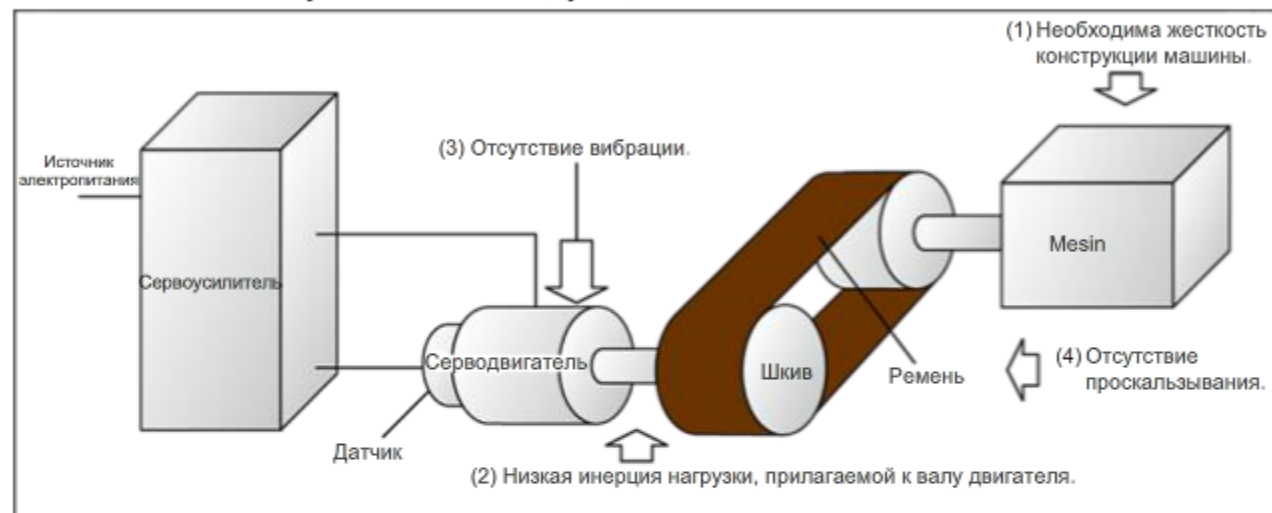


- **Блок выпрямителя** : Выполняет преобразование напряжения переменного тока сети электропитания в напряжение постоянного тока. (Так же, как и в инверторе)
- **Блок цепи сглаживания** : Выполняет сглаживание колебаний формы сигнала постоянного тока. (Так же, как и в инверторе)
- **Блок инвертора** : Выполняет преобразование напряжения постоянного тока в напряжение переменного тока с переменной частотой. Единственное отличие преобразователей частоты от систем сервопривода состоит в том, что у последних имеется блок, называемый динамическим тормозом.
- **Блок цепи управления** : Выполняет, главным образом, управление блоком инвертора. В сравнении с преобразователями частоты, устройство систем сервопривода достаточно сложное в связи с тем, что им необходимы функции для обратной связи, переключения режимов управления, ограничений (по току, скорости, крутящему моменту) и других операций.

2.3 Замена преобразователей частоты системами сервопривода

В целом системы сервопривода обладают лучшими техническими характеристиками, чем преобразователи частоты. По этой причине считается, что при замене преобразователей частоты системами сервопривода не возникает никаких проблем в работе.

Тем не менее, следует помнить следующее.



(1) Жесткость конструкции машины

Крутящий момент сервопривода вдвое больше, чем у преобразователя частоты.

Если конструкция машины недостаточно жесткая, во время ускорения/замедления может возникнуть вибрация (паразитные колебания), поскольку для управления сервопривод получает сигналы обратной связи от датчика.

В подобных случаях необходимо предпринимать соответствующие контрмеры, например, упрочение конструкции самой машины или снижение коэффициента усиления (чувствительности управления). Контур управления сервоусилителей Mitsubishi оснащен функцией фильтрации. Функция фильтрации автоматически регулирует коэффициент усиления системы сервопривода и понижает его для гашения вибрации на тех частотах, на которых в механических системах легко возникает вибрация (резонансных частотах).



2.3 Замена преобразователей частоты системами сервопривода

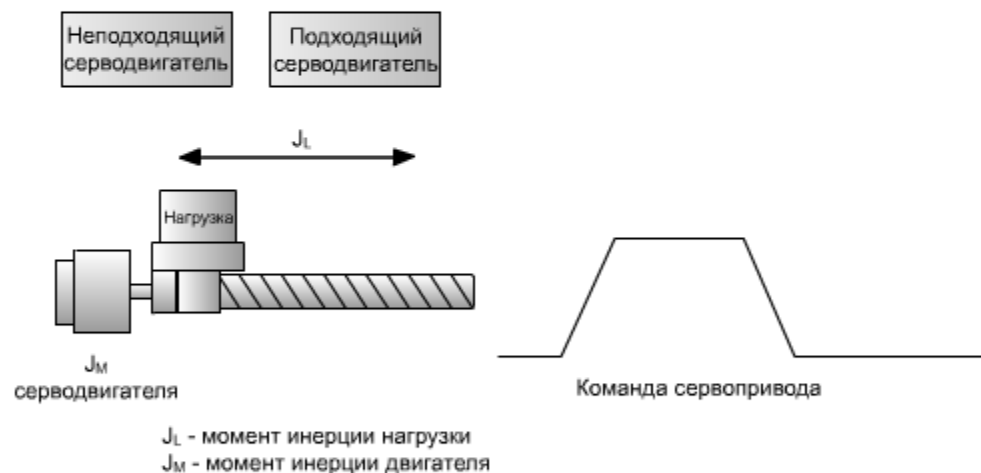
(2) Величина инерции нагрузки, прилагаемой к валу двигателя

Обычно системы сервопривода более чувствительны к величине момента инерции нагрузки, чем преобразователи частоты.

Если момент инерции нагрузки слишком велик по сравнению с моментом инерции двигателя, нагрузка оказывает влияние на вращение вала двигателя и управление становится неустойчивым.

Важно выбирать сервопривод с мощностью, соответствующей нагрузке, которую создает механическая система. Для устойчивой работы желательно, чтобы кратность увеличения момента инерции двигателя моментом инерции нагрузки (прилагаемым к валу двигателя) была меньше рекомендуемого отношения инерции нагрузки к инерции двигателя.

↓ **Нажмите на кнопку ниже.** ↓



(3) Вибрация на валу двигателя

Если блок, в котором закреплен двигатель, подвергается механической вибрации, ее воздействие на вращающийся вал двигателя может представлять проблему.

Для серводвигателей со встроенными датчиками требуются меры по уменьшению вибрации.

(4) Проскальзывание в механизме понижения скорости

Чтобы предотвратить проскальзывание в ременной передаче, для механизмов понижения скорости с клиновым ремнем требуется принятие таких контрмер, как использование ремня синхронизации.

Вы завершили все уроки курса "Промышленная автоматика для начинающих: системы сервопривода" и готовы пройти итоговый тест. Если вам непонятны какие-либо из охваченных тем, просмотрите их повторно.

В этом итоговом тесте всего 10 вопросов (27 ответов).

Проходить итоговый тест можно столько раз, сколько потребуется.

Набор баллов

Выбрав ответ, обязательно нажмите на кнопку **Засчитать**. В противном случае баллы не будут засчитаны. (Расценивается, как отсутствие ответа на вопрос.)

Итоговое количество баллов

На странице итогов отображаются количество правильных ответов, количество вопросов, процент правильных ответов и результат теста: пройден/не пройден.

Правильных ответов: 10

Всего вопросов: 10

Процент: 100%

Для прохождения теста необходимо не менее **60%** правильных ответов.

Продолжить

Просмотреть

- Нажмите на кнопку **Продолжить**, чтобы завершить тест.
- Нажмите на кнопку **Просмотреть**, чтобы просмотреть тест. (Проверка правильных ответов)
- Нажмите на кнопку **Повторить**, чтобы пройти тест повторно.

Сервопривод — это механизм управления, работающий согласно поступающим командам, постоянно контролирующей свой режим работы и использующий обратную связь для проверки отсутствия отклонений от поступающих команд.

Выберите правильное утверждение об особенностях управления.

- Управление выполняется таким образом, чтобы минимизировать сигналы обратной связи.
- Управление выполняется таким образом, чтобы минимизировать отличие сигналов обратной связи от управляющих сигналов.
- Управление выполняется таким образом, чтобы минимизировать управляющие сигналы.

Выберите тип серводвигателей, наиболее часто используемый в устройствах промышленной автоматике.

- Синхронный серводвигатель (серии SM)
- Асинхронный серводвигатель (серии IM)
- Серводвигатель постоянного тока

Абсолютный энкодер (определение абсолютного положения)

Заполните пропуски в следующем описании абсолютных энкодеров.

В последние годы серводвигатели все чаще оснащаются абсолютными энкодерами, для которых не требуется

после отключения электропитания.

Абсолютные энкодеры оснащены для определения положения при вращении и многооборотным датчиком, который

количество оборотов.

Во избежание потери данных многооборотного датчика используется резервная .

Тест

Итоговый тест 4



Принципы сервоуправления

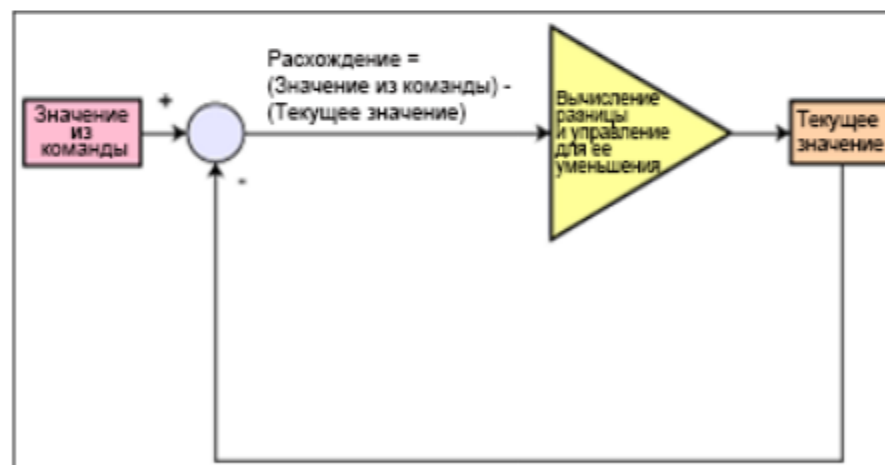
Заполните пропуски в описании принципов сервоуправления.

Основной характерной функцией системы сервопривода является сравнение значения, которое поступает с командой, с соответствующего параметра

и разницы между ними с использованием .

Учитывая характер потока управляющих сигналов, контур управления, которое циклически происходит по схеме "расхождение \rightarrow текущее значение \rightarrow расхождение" называется

в силу .



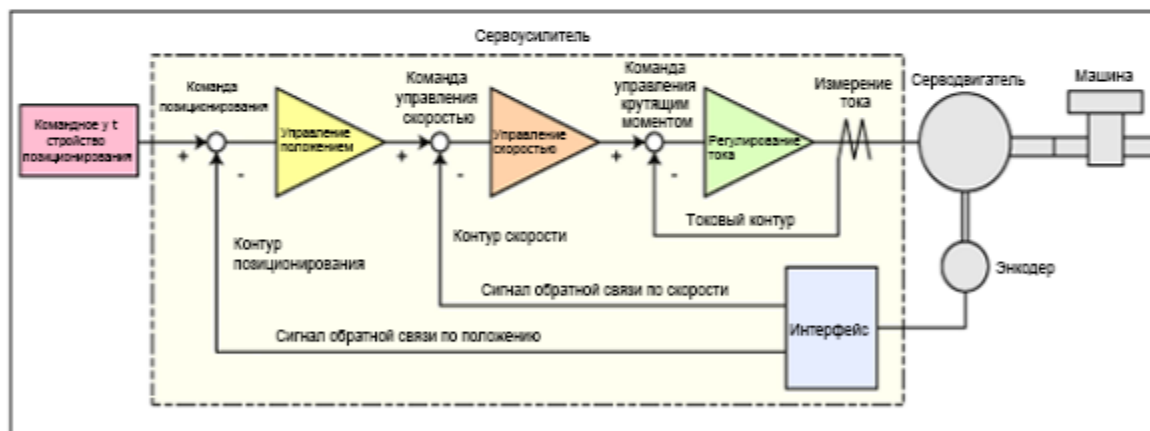
Типы контуров сервоуправления

Выберите контуры сервоуправления, соответствующие приведенным ниже описаниям.

Контур управления, использующий сигналы обратной связи по положению, которые формируются из импульсов энкодера.

Контур управления, использующий сигналы обратной связи по скорости, которые формируются из импульсов энкодера.

Контур управления, использующий сигналы обратной связи по току, которые формируются при измерении тока сервоусилителя.



Принципы управления положением

При сервоуправлении положением сервопривод работает таким образом, чтобы импульсы обратной связи от энкодера стали эквивалентны управляющим импульсам.

Заполните подходящими терминами пропуски в приведенных ниже описаниях.

Величина перемещения машины пропорциональна .

Скорость машины пропорциональна .

Позиционирование завершается, если разница между управляющим импульсом и импульсом обратной связи находится в диапазоне .

и удерживается до поступления новой команды позиционирования.

Особенности сервоуправления скоростью

Выберите правильное утверждение об управлении. (Возможны несколько правильных ответов.)

- Широкий диапазон управления скоростью.
- Узкий диапазон управления скоростью.
- Низкий коэффициент изменения скорости.
- Высокий коэффициент изменения скорости.

Засчитать

Назад

Сервоуправление крутящим моментом

Выберите правильное утверждение об управлении крутящим моментом.

- Управление крутящим моментом используется для управления током серводвигателя.
- Управление крутящим моментом используется для управления напряжением на серводвигателе.
- Управление крутящим моментом используется для управления входным током сервоусилителя.

Предостережения относительно замены преобразователя частоты сервоприводом. (Механическая жесткость)

Заполните пропуски в следующем описании.

Крутящий момент сервопривода больше, чем у преобразователя частоты.

Поэтому у машин со слабой конструкцией (машин с низкой жесткостью) во время ускорения достаточно легко возникает .

В таких случаях система используется там, где можно исключить вибрацию, упрочив конструкцию машины или коэффициент усиления сервопривода.

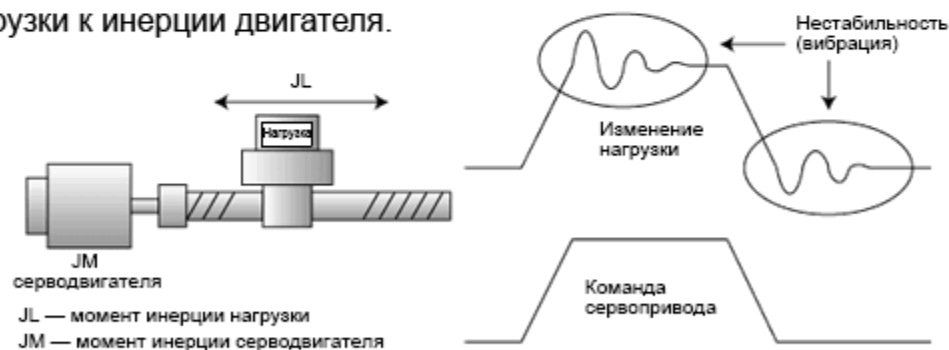
Предостережения относительно замены преобразователя частоты сервоприводом. (Инерция нагрузки)

Заполните пропуски в следующем описании.

Обычно системы сервопривода более чувствительны к инерции нагрузки, чем преобразователи частоты.

В случае серводвигателей, если момент инерции слишком велик по сравнению с моментом инерции двигателя, нагрузка оказывает влияние на вращение вала двигателя и управление становится .

Общая рекомендация по обеспечению устойчивой работы состоит в том, чтобы кратность увеличения момента инерции моментом инерции нагрузки (прилагаемым к валу двигателя) была меньше рекомендуемого отношения инерции нагрузки к инерции двигателя.



Тест**Результаты теста**

Вы закончили прохождение итогового теста. Ниже указаны результаты теста.
Для завершения итогового теста перейдите к следующей странице.

Правильных ответов: **10**

Всего вопросов: **10**

Процент: **100%**

Продолжить

Просмотреть

Поздравляем. Вы прошли тест.

Вы завершили курс **Промышленная автоматика для начинающих: системы сервопривода.**

Благодарим вас за прохождение этого курса.

Надеемся, что вам понравились уроки и полученная при прохождении курса информация пригодится вам при настройке соответствующих систем.

Вы можете повторно просматривать этот курс столько, сколько потребуется.

Просмотреть

Заккрыть