

## Тема 1.2 Цикловое и числовое программное управление станками

### Общие сведения о цикловом программном управлении станками

Система ЦПУ позволяет частично или полностью запрограммировать цикл работы станка, режим обработки и смену инструмента, а также задавать (с помощью предварительно налаживаемых упоров) величину перемещений исполнительных органов станка. Она является аналоговой системой управления замкнутого типа (см. рис.63) и обладает достаточно высокой гибкостью, т.е. обеспечивает легкое изменение последовательности включения аппаратуры (электрической, гидравлической, пневматической и т.д.), управляющей элементами цикла. Достоинствами систем ЦПУ является простота конструкции и обслуживания, а также низкая стоимость; недостатком – трудоемкость размерной наладки упоров и кулачков.

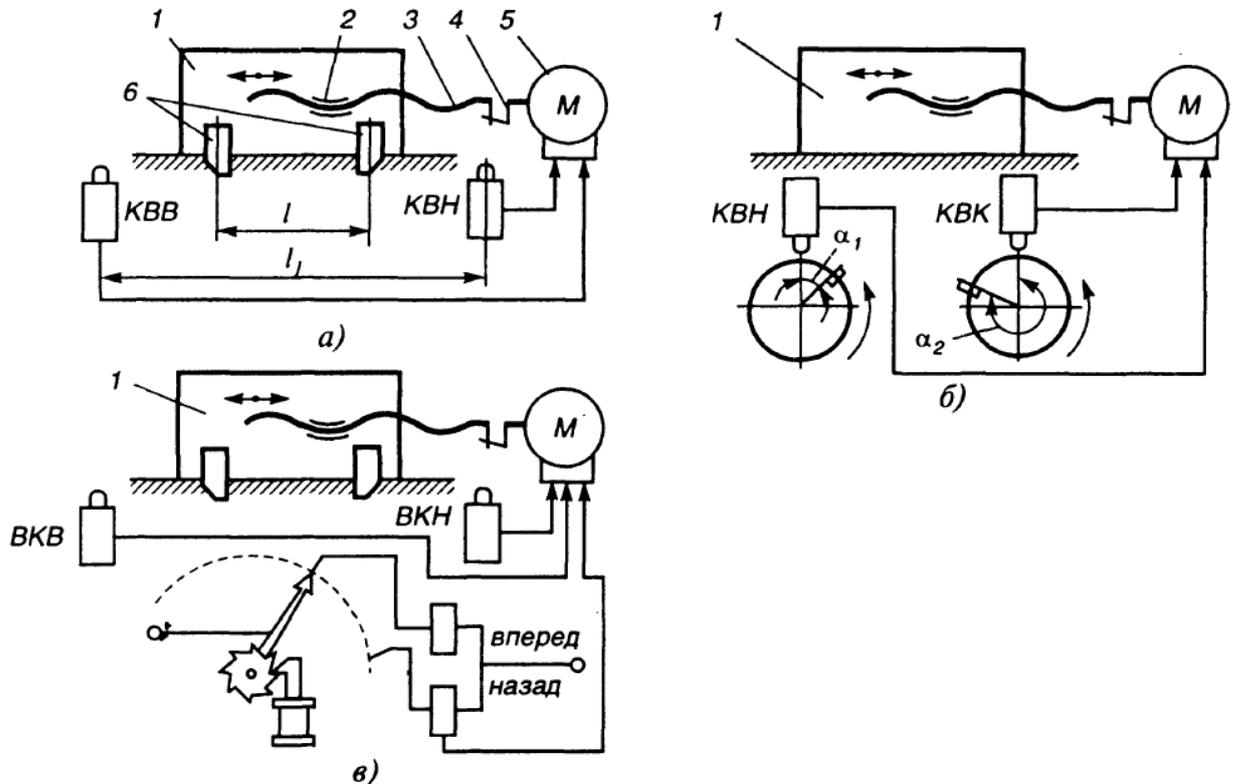


Рис. 63. Аналоговые системы управления замкнутого типа:

а – путевая, б – временная, в – цикловая

Станки с ЦПУ целесообразно применять в условиях средне-, крупносерийного и массового производства деталей простых геометрических форм. Системами ЦПУ оснащают токарно-револьверные, токарно-копировальные, лоботокарные, вертикально-фрезерные, копировально-фрезерные, вертикально-сверлильные станки, агрегатные станки, ПР и др.

Система ЦПУ включает в себя программатор циклов, схему автоматики, исполнительное устройство и устройство обратной связи.

Для программирования команд используют программаторы механические, электрические и др. Наиболее распространенным электрическим программатором является штекерная панель, которая вместе с шаговым искателем составляет командоаппарат.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧИСЛОВОМ ПРОГРАММНОМ УПРАВЛЕНИИ СТАНКАМИ

На основе достижений кибернетики, электроники, вычислительной техники и приборостроения были разработаны принципиально новые системы ПУ — системы ЧПУ (СЧПУ), широко используемые в промышленности. Эти системы называют числовыми потому, что величина каждого хода ИО станка задается с помощью числа. Каждой единице информации соответствует дискретное перемещение ИО на определенную величину, называемой разрешающей способностью СЧПУ или ценой импульса.

В определенных пределах ИО можно переместить на любую величину, кратную разрешающей способности. Число импульсов, которое можно подать на вход привода, чтобы осуществить требуемое  $L$  перемещение, определяется по формуле  $N = L/q$ , где  $q$  — цена импульса.

Число  $N$ , записанное в определенной системе кодирования на носителе информации (перфоленте, магнитной ленте и др.), является программой, определяющей величину размерной информации. Под ЧПУ станков понимают управление (по программе, заданной в алфавитном коде) движением исполнительных органов станка, скоростью их перемещения, последовательностью цикла обработки, режимом резания и различными вспомогательными функциями.

СЧПУ — это совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для реализации ЧПУ станком, предназначенная для выдачи управляющих воздействий исполнительным органам станка в соответствии с УП.

Структурная схема СЧПУ представлена на рис. 73, а. Чертеж детали (ЧД), подлежащий обработке на станке с ЧПУ, одновременно поступает в систему подготовки программы (СПП) и систему технологической подготовки (СТП). Последняя обеспечивает СЧПУ данными о разрабатываемом технологическом процессе, режиме резания и т. д. На основании этих данных разрабатывается управляющая программ (УП).

Наладчики устанавливают на станок приспособления, режущие инструменты согласно документации, разработанной в СТП. Установку заготовки и снятие готовой детали осуществляет оператор или автоматический загрузчик. Считывающее устройство (СУ) считывает информацию с программоносителя. Информация поступает в УЧПУ, которое выдает управляющие команды на целевые механизмы (ЦМ) станка, осуществляющие основные и вспомогательные движения цикла обработки.

ДЭС на основе информации (фактическое положение, скорость перемещения исполнительных узлов, фактический размер обрабатываемой поверхности, тепловые и силовые параметры технологической системы и др.)

контролируют величину перемещения ЦМ. Станок содержит несколько ЦМ, каждый из которых включает в себя (рис. 73, б): двигатель (ДВ), являющийся источником энергии; передачу П, служащую для преобразования энергии и ее передачи от двигателя к исполнительному органу (ИО); собственно, ИО (стол, салазки, суппорт, шпиндель и т. д.), выполняющие координатные перемещения цикла.

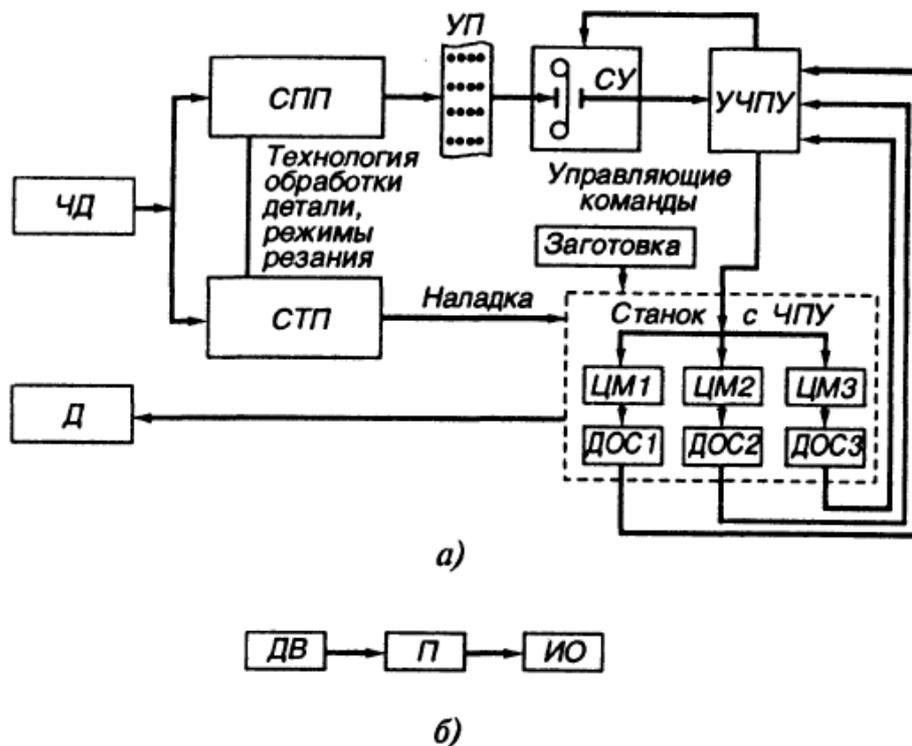


Рис. 73. Структурная схема СЧПУ (а) и целевого механизма (б)

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

СЧПУ классифицируется по следующим признакам:

1. По уровню технических возможностей.
2. По технологическому назначению.
3. По числу потоков информации (незамкнутые, замкнутые, самоприспосабливающиеся или адаптивные).
4. По принципу задания программы (в декорированном виде, т. е. в абсолютных координатах или в приращениях от ЭВМ).
5. По принципу привода (ступенчатый, регулируемый, следящий, шаговый).
6. По числу одновременно управляемых координат.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНКОВ С ЧПУ

По технологическим признакам и возможностям станки с ЧПУ (рис. 76) классифицируются практически так же, как и универсальные станки (см. табл. 1), на базе которых изготавливается большинство станков с ЧПУ.

**Токарные станки с ЧПУ** предназначены для обработки наружных и внутренних поверхностей заготовок деталей типа тел вращения, а также для нарезания наружной и внутренней резьбы.

**Фрезерные станки с ЧПУ** предназначенные для обработки заготовок плоских и пространственных корпусных деталей, осуществляют следующие операции: плоское, ступенчатое и контурное фрезерование с нескольких сторон и под различными углами, сверление, растачивание, развертывание, нарезание резьбы и др.

**Сверлильно-расточные станки с ЧПУ**, предназначенные для обработки отверстий, выполняют сверление, рассверливание, зенкерование, растачивание, развертывание, обтачивание торцов, фрезерование, нарезание резьбы и др.

**Шлифовальные станки с ЧПУ** предназначены для шлифования наружных, внутренних и торцевых поверхностей деталей, имеющих прямолинейную и криволинейную формы образующей.

**Многоцелевые станки с ЧПУ** (обрабатывающие центры) предназначены

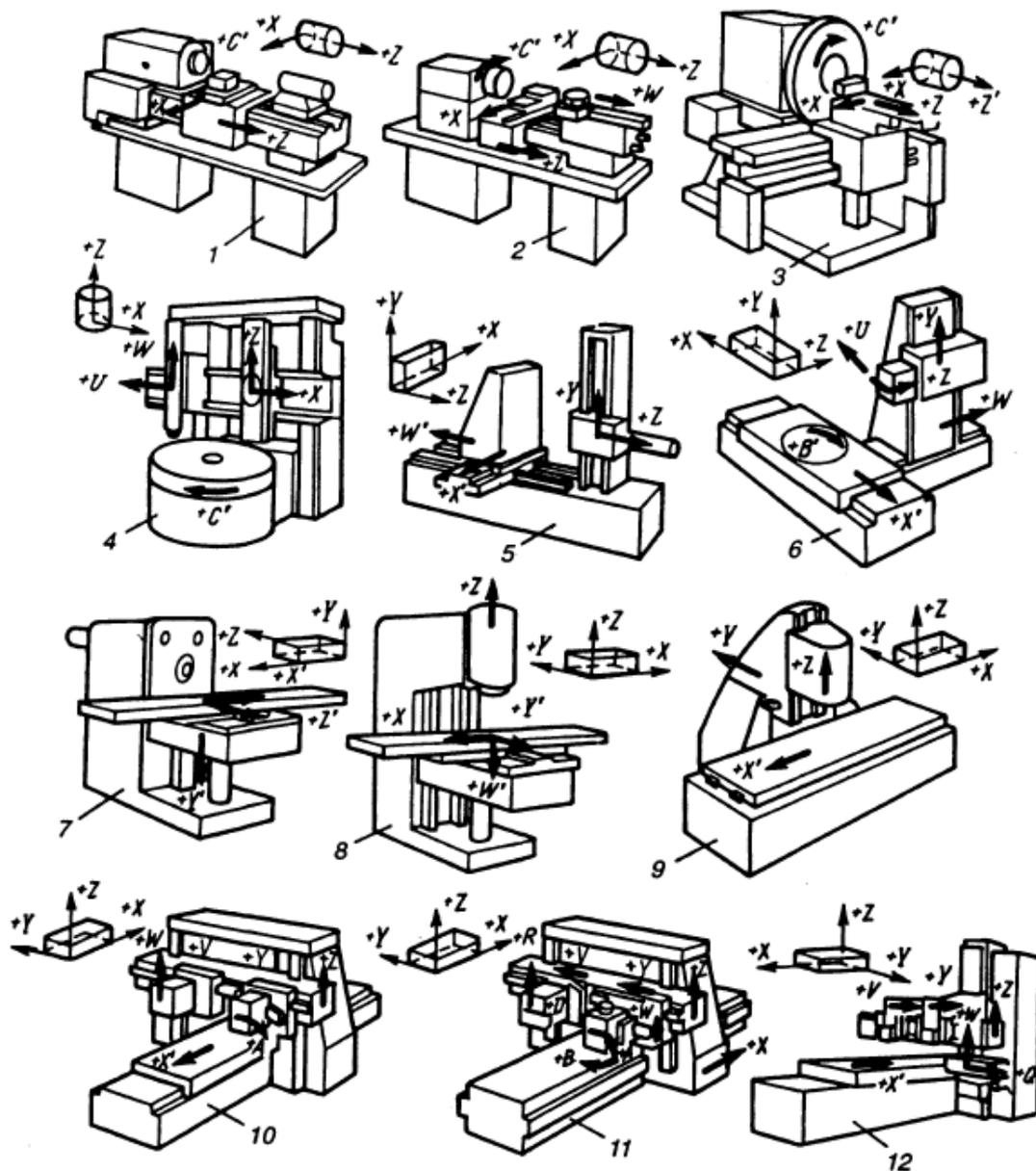


Рис. 76. Станки с ЧПУ:

1 — токарно-винторезный, 2 — токарно-револьверный, 3 — лоботокарный, 4 — токарно-карусельный, 5, 6 — горизонтально-расточный, 7 — консольный горизонтально-фрезерный, 8 — консольный вертикально-фрезерный, 9 — продольно-фрезерный вертикальный, 10 — продольно-фрезерный, 11 — продольно-фрезерный с подвижным порталом, 12 — одностоечный продольно-строгальный

для комплексной обработки заготовок деталей за одну установку, выполняют практически все операции обработки резанием.

**Электроэрозионные станки с ЧПУ** предназначены для вырезания методом электроэрозии деталей сложного контура из токопроводящих материалов, обработка которых другими способами затруднена или невозможна. Обработка осуществляется непрерывно перемещающимся электродом-проволокой (из латуни, меди, молибдена, вольфрама) в среде керосина или воды с антикоррозионными присадками. В зависимости от типа управления станки с ЧПУ оснащаются различными СЧПУ: позиционными, контурными или комбинируемыми (позиционно-контурными).

Различают станки низкого, среднего и высокого уровней автоматизации.

По способу смены инструмента станки с ЧПУ подразделяются на следующие типы:

- с ручной сменой инструмента и его ручным закреплением;
- с ручной сменой инструмента и его механическим закреплением;
- с автоматической сменой инструмента в револьверной головке;
- с автоматической сменой (манипулятором) инструмента, хранящегося в инструментальном магазине.

Показатели, характеризующие станки с ЧПУ, следующие:

- 1) класс точности: Н; П; В; А; С;
- 2) вид системы ЧПУ: Ф1; Ф2; Ф3; Ф4;
- 3) выполняемые технологические операции;
- 4) основные параметры:

наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной; наибольший диаметр обработки при установке изделия над станиной (для патронных станков); наибольший диаметр обработки при установке изделия над суппортом (для центровых и патронных станков); наибольший диаметр обрабатываемого прутка (для прутковых станков); ширина рабочей поверхности стола или его диаметр, наибольший условный диаметр сверления; диаметр шпинделя и др.;

5) величина перемещений исполнительных органов станка: суппорта по двум координатам; выдвигание шпинделя; перемещение стола по двум координатам и т. д.;

6) дискретность СЧПУ;

7) точность и повторяемость позиционирования по управляемым координатам;

8) главный привод: вид и модель; мощность; частота вращения и ее регулирование (ступенчатое или бесступенчатое); числа рабочих скоростей и автоматические переключаемых скоростей и т. д.;

9) привод подач: вид и модель; мощность, пределы и числа рабочих подач; скорость быстрого перемещения и т. д.;

10) число инструментов в резцедержателе, револьверной головке или в инструментальном магазине;

11) способ смены инструмента;

12) число управляемых координат и число одновременно управляемых координат;

13) обозначение координатных осей и направление движения исполнительных органов;

14) тип и модель УЧПУ;

15) вид интерполяции: линейная; линейно-круговая и т. д.;

16) вид программносителя и код программирования;

17) габариты и масса станка.

**Конструктивные особенности станков с ЧПУ.** Станки с ЧПУ должны обеспечивать высокую точность и скорость отработки перемещений, заданных УП, а также сохранять эту точность в заданных пределах при длительной эксплуатации. Конструкция станков с ЧПУ, как правило,

обеспечивает совмещение различных видов обработки, автоматизацию загрузки заготовок и выгрузки деталей, автоматическое или дистанционное управление сменой инструмента, возможность встройки в общую автоматическую систему управления. Высокая точность обработки определяется точностью изготовления и жесткостью станка. В конструкциях станков с ЧПУ используют короткие кинематические цепи, что повышает статическую и динамическую жесткость станков. Для всех исполнительных органов применяют автоматические приводы с минимально возможным числом механических передач. Эти приводы должны иметь высокое быстродействие. Точность станков с ЧПУ повышается в результате устранения зазоров передаточных механизмов приводов, уменьшения потерь на трение в направляющих и механизмах, повышения виброустойчивости, снижения тепловых деформаций.

Узлы, входящие в состав станков с ЧПУ, подразделяются на следующие основные группы: 1) базовые (станина, стойки, колонны, поперечины), определяющие относительное расположение остальных узлов; 2) узлы, несущие заготовку и определяющие характер ее движения в процессе обработки (стол, передняя и задняя бабки, ползун); 3) узлы, несущие инструмент и определяющие его положение относительно заготовки (суппорт, револьверная головка, бабка инструментального шпинделя); 4) приводы СЧПУ.

В конструкциях современных станков применяют следующие унифицированные узлы, использование которых снижает стоимость изготовления, эксплуатации и ремонта станков; автоматические коробки скоростей; комплексные электроприводы с асинхронными электродвигателями и электродвигателями постоянного тока; механические вариаторы; электромагнитные и тормозные муфты; безззорные редукторы; передачи винт-гайка качения; гидростатические передачи; гидропанели; инструментальные головки и блоки; резцедержатели; револьверные головки; системы подачи СОЖ; УЧПУ и др. Органы управления станков с ЧПУ выполняют в виде электрических КНОПОК, переключателей, тумблеров. Обычно станок с ЧПУ оснащен двумя или тремя пультами управления; один размещен на УЧПУ, второй (оперативный) — вблизи исполнительных органов станка, третий, предназначенный для включения станка и его основных систем, может быть расположен вдали от станка.

К вспомогательным механизмам относятся устройства смены инструмента, уборки стружки, смазывания, зажимные приспособления, загрузочные устройства и т. д. Для уборки стружки используют винтовые конвейеры, магнитные сепараторы и т. д. Для сокращения потерь времени при загрузке применяют приспособления, позволяющие одновременно устанавливать заготовку и снимать деталь во время обработки другой заготовки (столы с двумя позициями, маятниковые столы и др.). К устройствам автоматической смены инструмента относятся магазины, автооператоры, револьверные головки.