

## 13 СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ

### 13.1 Классификация систем программного управления

Системы программного управления (СУ) нашли широкое применение в системах управления металлорежущими станками (МРС). Она представляет собой совокупность элементов, узлов и агрегатов, реализующих заданный алгоритм станка и обеспечивающий достижение заданной цели (получение деталей заданных размеров с требуемой точностью и качеством поверхности за строго определенное время). Целесообразно СУ станков классифицировать по информационным признакам:

1 – по типу циркулирующей в СУ информации;

2 – по способу ее переработки и хранения.

В системе управления существует два потока информации:

1 – прямой поток информации – его источником является программа управления (программа обработки поверхностей);

2 – обратный поток информации (информация о результатах управления). Его источником является, собственно, технологический процесс.

Составными элементами любой СУ МРС, реализующей цикл программного управления, является:

– материальные носители программы управления;

– устройство ввода программы;

– устройство считывания;

– устройство преобразования информации программы в команды управления.

В СУ в качестве программоносителя используются: кулачки, штекерные табло и барабаны, копиры, шаблоны, перфоленты, магнитные ленты, специальные кассеты памяти, карты памяти.

Устройства ввода информации – обеспечивают заданный режим подачи программноносителя на элементы считывающего устройства. В качестве такого устройства может быть рассмотрен: привод рабочего движения, привод вспомогательных перемещений кулачков и шаблонов, лентопротяжные механизмы, интерфейсы связи с кассетами внешней памяти, кард-ридеры.

Устройства считывания – определяются характером программноносителя и типом устройства ввода, обеспечивает преобразование информации, записанной на программноносителе, в какой-либо электрический сигнал. К данному устройству можно отнести: щупы со следящими золотниками или конечными выключателями, копирные пальцы, фотосчитывающие устройства, магнитные головки.

Устройства преобразования информации – обеспечивают формирование команд на исполнительный орган станка в соответствии с сигналами, поступающими с устройства считывания. Они задают требуемый закон управления исполнительным органам станка. В качестве таких устройств используются: усилители, элементы логики, электронные блоки, реализующие требуемый алгоритм управления (аналоговые блоки реализующие закон управления).

В зависимости от степени централизации функций управления все системы управления можно разделить на: централизованные; децентрализованные; и комбинированные.

В централизованных СУ управление работой всех исполнительных органов осуществляется от единого командоаппарата (программный механизм). Существует два режима работы командоаппарата:

1 – с непрерывным вводом программы (режим работы исполнительного органа определяется интервалом времени заданным профилем соответствующего кулачка);

2 – с дискретным характером движения программноносителя (программный механизм останавливается в момент выдачи текущего набора команд и приводится в движение после прихода команды о выполнении хотя бы одной из выставленных команд).

В децентрализованных системах управление осуществляется от отдельных независимых регуляторов. К недостаткам централизованных систем относятся:

– прекращение выполнения всего комплекса задач возложенных на СУ при выходе из строя хотя бы одного элемента системы.

Децентрализованные системы сохраняют работоспособность с ограниченным набором функций даже при выходе из строя нескольких исполнительных органов. СУ в зависимости от типа программносителя и характера представления на нем информации делятся на:

- командные;
- путевые;
- цикловые;
- копировальные;
- числового программного управления (ЧПУ).

### **13.2 Классификация систем ЧПУ**

Основным признаком, позволяющим произвести классификацию систем ЧПУ (СЧПУ) является признак, отражающий характер движения рабочего органа (РО) в процессе обработки. Этот признак определяется алгоритмом функционирования. Различают:

1. Алгоритм позиционного управления. При реализации данного алгоритма осуществляется перемещение РО в точку пространства, с координатами, заданными программным способом. Процесс перемещения РО производится без обработки. Выполнение операции осуществляется только после выполнения цикла позиционирования. Данный алгоритм используется в станках сверлильной и расточной группы, а также промышленных роботах.

2. Алгоритм контурного управления. Существуют три разновидности данного алгоритма:

а) контурное управление в прямоугольных координатах. В этом случае

перемещение РО в каждый момент времени возможно только по одной координате, т.е. РО перемещается в заданную точку пространства с выполнением конкретной технологической операции. В этом случае программируется координата конечной точки, перемещения и величина подачи на данном участке траектории. При расчете технологических параметров обязательно учитываем эквидистанты.

б) контурное объемное управление. При реализации данного алгоритма осуществляется одновременное согласованное перемещение по двум, трем и более координатам. В этом случае программируется координата конечной точки участка траектории, тип участка траектории (отрезок прямой или окружности), параметры этого участка, подача на данном участке.

в) синхронное (синфазное) управление. Обеспечивает задание и поддержание в течение всей работы требуемого соответствия скорости по отдельным координатам. Применяется на зубообрабатывающих станках.

3. Алгоритм циклового управления. Обеспечивает перемещение РО поочередно по каждой координате, но в этом случае программированию подвергаются: характеристики цикла перемещения (направление, скорость и адрес данных), а величина перемещения, т.е. данные задаются с помощью упоров, кулачков и потенциометрических датчиков.

Сложность алгоритма управления, реализуемого системой ЧПУ, определяется ее элементной базой. В первых СЧПУ, реализованных на элементах с малой степенью интеграции, алгоритмы управления задавались схематично, с помощью аппаратных средств. СЧПУ отличались низкой гибкостью, и были специализированы для конкретного станка.

Появление микропроцессоров, микроЭВМ, привело к увеличению функциональной избыточности систем управления, увеличение их вычислительной мощности. Это привело к расширению класса многоцелевых станков и обрабатывающих центров, к появлению робототехнических комплексов (РКТ), гибких производственных систем (ГПС). Расширение функциональных возможностей СЧПУ привело к увеличению их гибкости и легкой адаптации раз-

личных классов технологического оборудования. При возникновении такого класса оборудования, одним из сдерживающих факторов их широкого применения, стали выступать задачи подготовки производства в части подготовки управляющих программ.

Переход на международную систему стандартов кодирования информации позволило:

- 1) унифицировать и автоматизировать ввод управляющих программ;
- 2) повысить надежность программного продукта;
- 3) создать автоматизированную систему подготовки управляющих программ.

Это позволило снять ограничения на применение станков с ЧПУ и сократить сроки подготовки производства для них. В зависимости от принципов организации, СЧПУ делятся на следующие типы:

– HNC система ЧПУ, в которую вводят программы обработки, осуществляемые с пульта оператора с помощью мнемонических функций.

– NC система построена на специальных вычислительных блоках, выполняющих строго определенную функцию. В них цифровая модель функции управления задана схематично, т.е. с помощью аппаратных средств. Протяженность алгоритма управления определяется аппаратной мощностью системы. Недостатком является невозможность изменения функций управления без нарушения аппаратной целостности.

– CNC система ЧПУ построена на основе стандартных вычислительных устройств (мини ЭВМ, ОЗУ, ПЗУ и т.д.) обладающие "мягкой" логикой, функциональные возможности в большей степени определяются программными средствами, чем аппаратными. Система обладает большим запасом вычислительной мощности. Однако использование таких систем в станках с подачей >15-30 м/мин и с требуемой точностью отсчета перемещения порядка 1 мкм практически не возможна, в виду невозможности решения задач управления в этих условиях системы реального времени.

– DNC это смешанная система, в которой структура соответствует си-

системе CNC, а блоки, реализующие определенные функции, построены по системе NC, т.е. часть функций управления решается аппаратным, а часть функций управления решается программными средствами.

– MRST эта система построена из большого числа одинаковых вычислителей, выполненных на микропроцессорах – комплектах или микроЭВМ. Они представляют жесткую структуру типа NC, с реализацией отдельных блоков или локальных регуляторов типа CNC.

### 13.3 Обобщенная структурная схема микропроцессорной системы ЧПУ для MPC

Обобщенная структурная схема микропроцессорной системы ЧПУ для MPC представлена на рисунке 13.1.

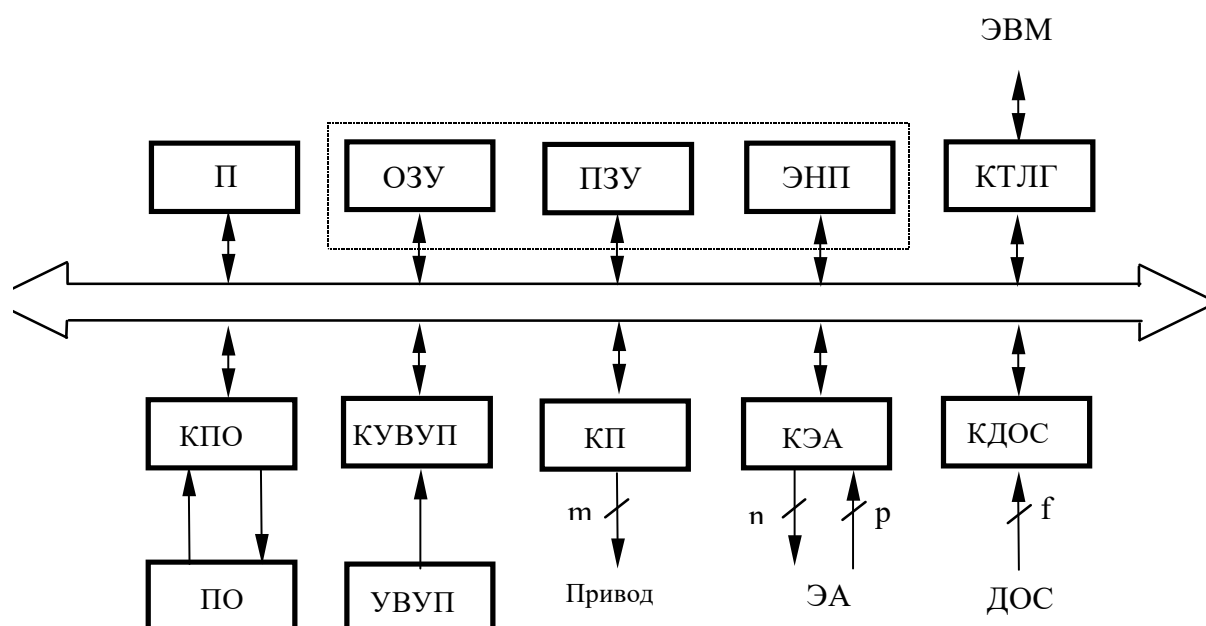


Рисунок 13.1 – Обобщенная структурная схема микропроцессорной системы ЧПУ

П – процессор предназначен для синхронизации всех процессов и определение и определение способов взаимодействия между функциональными

программами, аппаратными и программными средствами.

ОЗУ – оперативно запоминающее устройство, предназначено для хранения промежуточных результатов вычислений при решении задач интерполяции, управление приводом электроавтоматики.

ПЗУ – постоянно запоминающее устройство, предназначено для хранения системного программного обеспечения и стандартных типовых циклов технологического программного обеспечения.

ЭНП – энергонезависимая память станка, приводов, и для хранения архива управляющих программ.

КТПГ – контроллер телеграфного канала предназначен для связи с ЭВМ верхнего уровня, используется в СЧПУ иерархических системах ГПС.

КПОиПО – пульт оператора и его контроллер предназначены для обмена информацией с оператором и ручного ввода управляющих программ.

КУВУП и УВУП – устройство ввода управляющих программ и его контроллер предназначены для ввода управляющих программ с какого-либо физического носителя.

КП – контроллер привода предназначен для хранения цифровой команды, задания скорости и преобразования ее в аналоговый сигнал со стандартным значением  $\pm 10\text{В}$  или цифровой сигнал.

КЭА – контроллер электроавтоматики предназначен для выдачи релейных команд управления исполнительными органами станка, работающими в старт-стопном режиме, а также для сбора информации о нормальном функционировании объекта управления аварийных ситуаций, контроля управления релейных команд управления.

КДОС – контроллер датчиков обратной связи предназначен для первичной обработки сигналов с датчиков, хранения некоторой величины приращения координат и выдачи этой величины по требованию процессора.

Готовность станка – один из важнейших сигналов, характеризующих возможность выполнения в полном объеме всех возложенных на технологический объект функций. Он отражает готовность всех исполнительных органов

станка и выполнению возможных на них функций при подачи команд управления. В комплектных приводах для информации о его рабочем состоянии выведены сигналы готовность привода и авария. При использовании других устройств, как правило, приходится самостоятельно формировать аналогичные сигналы. Например: при использовании пневмоприводов в цепь готовности станка необходимо обязательно включить датчик давления в пневмосети. При использовании гидропривода в цепь готовности станка включить следующий сигнал: сигнал подачи напряжения на привод гидронасоса, информация с датчиков давления в нагнетающую магистраль, информация с контактов датчиков уровня масла в баке гидростанции. Как правило, в цепь готовности станка устанавливаются контакты датчиков уровня СОЖ в баке для ее хранения. В цепь готовности станка иногда включают также контакты, характеризующие различные аварийные ситуации.

### 13.4 Контрольные вопросы

1. Что может использоваться в системе управления в качестве программ-носителя?
2. Какие могут быть системы управления в зависимости от степени централизации функций?
3. Какие могут быть алгоритмы функционирования у систем ЧПУ?
4. Что позволило получить переход на международную систему стандартов кодирования информации в управляющих программах?
5. На какие типы делятся СЧПУ в зависимости от принципов организации?
6. Из каких элементов состоит обобщенная структурная схема микро-процессорной системы ЧПУ для МРС?