

Классификация систем ЧПУ по степени совершенства и функциональным возможностям

Для классификации систем ЧПУ используются различные признаки. На практике наибольшее значение имеет их деление по:

1. степени совершенства и функциональным возможностям;
2. виду движения исполнительных механизмов станка, определяемого геометрической информацией в программе;
3. числу потоков информации.

Классификация систем ЧПУ по степени совершенства и функциональным возможностям

По данному признаку выделяют четыре класса систем ЧПУ.

- 1. Системы ЧПУ NC - класса (Numerical Control).** Эти системы осуществляют ЧПУ обработкой на станках по программе, заданной в алфавитно-цифровом коде. Они характеризуются аппаратурной реализацией алгоритмов, т.е. работают по "жесткой логике". Системы ЧПУ NC - класса рассчитаны на работу с оператором и предназначены для управления ограниченным классом технологического оборудования. Эти недостатки привели к обилию типов систем ЧПУ NC - класса, что служило причиной существенных эксплуатационных трудностей (необходимо иметь комплект запасных частей для каждого типа, а также специалистов по ремонту различных типов систем). Хранение управляющей программы на перфоленте и ее ввод частями (кадрами) потребовало использования фотосчитывающего устройства в фазе изготовления детали, что снизило надежность работы. Отсутствие связи с ЭВМ верхнего уровня делает невозможным их встраивание в систему управления ГПС.
- 2. Системы ЧПУ SNC - класса (Speicher Numerical Control).** Их основное отличие состоит в наличии оперативной памяти для хранения всей управляющей программы. Системы ЧПУ SNC - класса в основном получены в результате дооснащения существующих систем NC - класса блоками оперативной памяти на микросхемах. Функциональные возможности систем SNC - класса, как и NC - класса, определяются заложенными в них схемотехническими решениями. При возникновении необходимости в расширении или изменении набора функций, выполняемых системой ЧПУ, разработчикам приходилось изменять электрическую схему системы. В связи с чем встал вопрос об использовании в составе системы ЧПУ ЭВМ, где функции системы в значительной степени переносятся на программный уровень и определяются соответствующим программным обеспечением. Это стало возможным в связи с тем, что реализация ЭВМ на интегральных микросхемах снизила их стоимость и габаритные размеры, повысила надежность и сделала приемлемым их использование непосредственно у объекта управления.
- 3. Системы ЧПУ CNC - класса (Computer Numerical Control).** Системы ЧПУ CNC - класса построены на базе микроЭВМ и микропроцессоров и являются представителями третьего поколения. Системы CNC - класса обеспечивают унификацию средств управления, т.е. являются многоцелевыми. Они наиболее перспективны для использования в целях управления технологическим оборудованием.

Системы CNC - класса имеют ряд разновидностей, характерные черты которых отражаются в их названиях:

- 1.-системы HNC - класса (Hand Numerical Control)** - системы с Ручным заданием управляющей программы;
- 2.-системы VNC - класса (Voige Numerical Control)** - системы с голосовым управлением;
- 3.-системы TNC - класса (Total Numerical Control)** - системы ЧПУ CNC - класса с наиболее полным составом сервисных технических и программных средств, наиболее полно приспособленных к диалоговому режиму с оператором. При различиях в ориентации определяющим свойством систем CNC - класса является сходство их структуры со структурой ЭВМ.
- 4. Системы ЧПУ DNC - класса (Direct Numerical Control).** Отсутствие в ГПС человека потребовало исключить ввод управляющей программы с перфоленты и вводить ее непосредственно от ЭВМ верхнего уровня. Появление недорогих ЭВМ и микропроцессоров явилось предпосылкой создания систем ЧПУ четвертого поколения DNC-класса. Системы DNC - класса осуществляют прямое числовое управление от ЭВМ без промежуточного представления информации на перфоленте. Системы DNC - класса предназначены для группового управления от ЭВМ, осуществляющих хранение программ и распределение их по запросам от устройства управления станками.

Примечание. На станках в принципе могут быть установлены любые системы ЧПУ, если они имеют связи с ЭВМ верхнего уровня.

Классификация систем ЧПУ по виду движения исполнительных механизмов станка

По этому признаку системы ЧПУ делятся на три класса [10]: позиционные; контурные; комбинированные.

Позиционные - это системы ЧПУ, обеспечивающие установку рабочего органа в позицию, заданную программой управления станком, чаще всего без обработки в процессе перемещения РОС. Эти системы применяются для управления станками сверлильно-расточной группы.

Контурные - это системы ЧПУ, обеспечивающие автоматическое перемещение РОС по траектории и с контурной скоростью, заданной управляющей программой станком. Основной особенностью контурных систем ЧПУ является наличие в каждый отдельный момент времени функциональной зависимости между скоростями перемещения РОС по координатным осям. Контурные системы по сравнению с позиционными отличаются большей сложностью. Они в настоящее время являются наиболее распространенными по сравнению с другими и используются чаще всего для управления токарными, фрезерными и другими станками при обработке деталей сложного профиля.

Комбинированные системы ЧПУ включают в себя контурные и позиционные системы и используются для управления многооперационными станками (обрабатывающими центрами).

Классификация систем ЧПУ станками по числу потоков информации

По числу потоков информации системы ЧПУ делятся на [10]: разомкнутые; замкнутые; самонастраивающиеся (адаптивные).

Разомкнутые системы ЧПУ (импульсно-шаговые) характеризуются только одним потоком информации, направляемым от управляющей программы к РОС. Перемещение РОС при этом не контролируется и не сопоставляется с перемещениями, заданными управляющей программой. Достоинствами данных систем являются отсутствие цепей обратной связи, простота конструкции, наличие надежных и быстроходных шаговых двигателей и передачи «винт-гайка качения», обеспечивающих достаточно высокую точность перемещения РОС. Эти системы являются пока наиболее распространенными и применяются для управления металлорежущими станками средних и малых размеров.

Замкнутые системы ЧПУ характеризуются двумя потоками информации: один поступает от управляющей программы, а второй - от датчика обратной связи. Наличие обратной связи позволяет сопоставлять фактическую отработку управляющей программы с заданной и устранять возникающие рассогласования. Эти системы по сравнению с разомкнутыми обеспечивают более высокую точность обработки, но являются более сложными и дорогими. Они применяются для управления металлорежущими станками средних и крупных размеров.

Самонастраивающиеся системы ЧПУ могут приспособливаться к изменению внешних условий и являются наиболее прогрессивными. Они имеют помимо основного дополнительные потоки информации, позволяющие корректировать процесс обработки с учетом деформации системы СПИД и ряда случайных факторов, таких как затупление режущего инструмента, колебание припуска и твердости заготовок и других.

Классификация систем ЧПУ станками по числу потоков информации.

Откуда видно, что устройство ЧПУ выступает как управляющий автомат по отношению к объекту (станку или иному техническому оборудованию). В то же время устройство ЧПУ вместе со станком является объектом управления в окружающей производственной среде. Все функции систем ЧПУ можно разделить на 4 класса [2]:

геометрическая задача ЧПУ - управление формированием детали;

логическая задача ЧПУ - управление дискретной автоматикой станка;

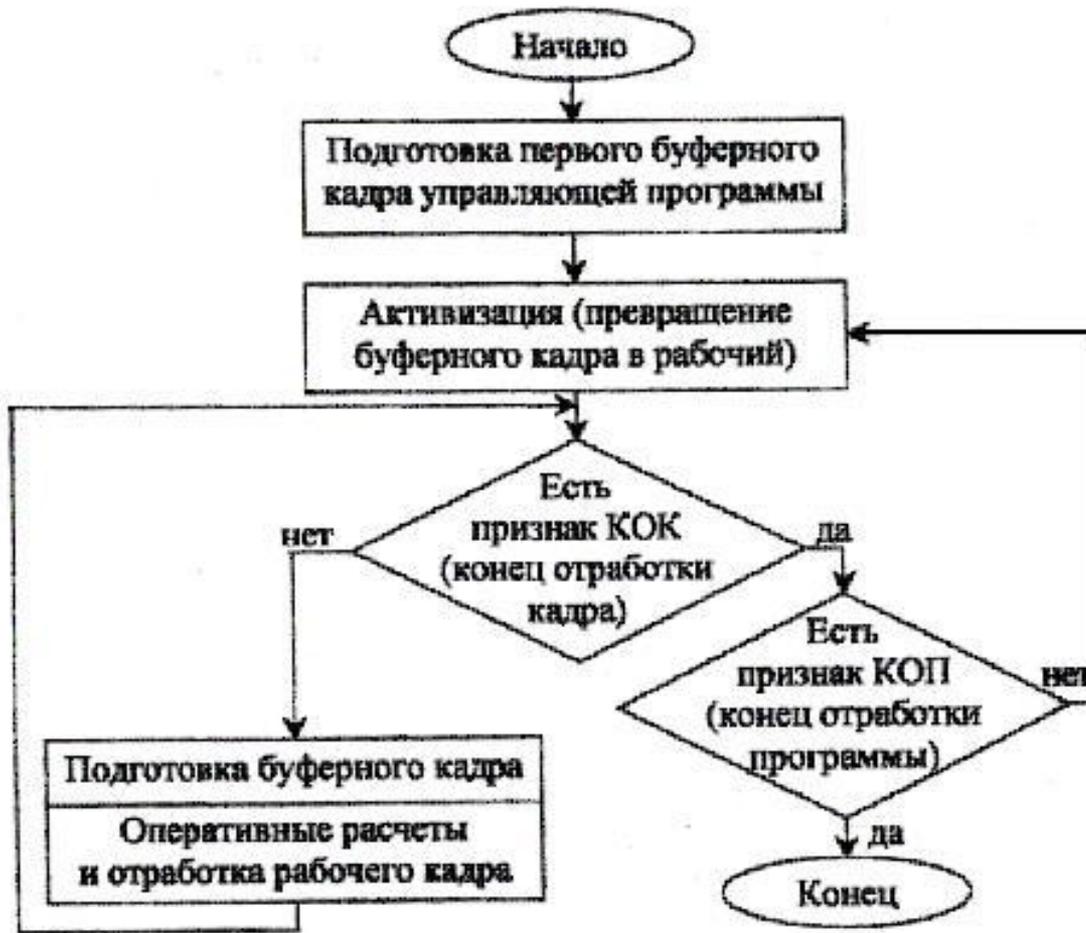
технологическая задача ЧПУ - управление рабочим процессом станка;

терминальная задача ЧПУ - задача взаимодействия с окружающей производственной средой, проявляющаяся через диалог с оператором, и информационный обмен с управляющей ЭВМ более высокого ранга.

Геометрическая задача ЧПУ

ГЗ ЧПУ формулируется следующим образом: отобразить геометрическую информацию чертежа в совокупность таких формообразующих движений станка, которые материализуют чертеж в конечном изделии. Формообразующие движения воспроизводятся обычно следящими приводами подачи станка. Следящие приводы подачи расположены так, что они соответствуют координатной системе станка, в которой и осуществляется в процессе обработки управляемое относительное движение инструмента и заготовки. **При этом координатная система должна быть такой, чтобы ГЗ ЧПУ была реализуемой.** ГЗ ЧПУ реализуется с помощью управляющей программы, состоящей из кадров. Последовательная активизация кадров управляющей программы, то есть последовательная обработка содержащейся в них информации сопровождается выдачей оперативных команд на исполнительные приводы станка, приводит к последовательному обходу запрограммированного контура от одной опорной точки к следующей. Во избежание приостановки подачи на стыке двух элементарных участков, то есть в момент активизации очередного кадра, этот очередной кадр должен быть подготовлен к оперативным расчетам и отработке. Кадр, подготовленный в таком виде, называется буферным.

Геометрическая задача ЧПУ



Укрупненный алгоритм работы устройства ЧПУ в автоматическом цикле показан на рис.



Схема отработки управляющих дискрет следящими приводами произвольного типа

Логическая задача ЧПУ.

Выполнением основных операций обработки деталей по заданной управляющей программе далеко не исчерпываются функции ЧПУ. На современных станках автоматизированы многочисленные вспомогательные операции, условно называемые операциями технологического обеспечения. К числу вспомогательных операций относятся: управление автоматической сменой инструмента; управление переключениями в приводах подачи, связанными с ограничениями рабочей зоны; управление переключениями в приводе главного движения; управление зажимными приспособлениями, охлаждением, смазыванием, перемещением ограждений и так далее. Все эти функции выполняет система цикловой электроавтоматики (СЦЭА).

СЦЭА называется САУ механизмами и группами механизмов, поведение которых определяется множеством дискретных операций с отношениями следования и параллелизма. При этом отдельные операции инициируются электрическими управляющими сигналами, а условия их смены формируются под влиянием осведомительных сигналов, поступающих со стороны объекта управления. СЦЭА обеспечивает: подготовку к работе и работу станка в заданных режимах; индикацию состояния электрооборудования станка и самой системы автоматики во всех режимах; выход из аварийных ситуаций; хранение информации при отключении питания; защиту электрооборудования и некоторые другие.

СЦЭА создают для решения ЛЗ ЧПУ. Эта задача распадается на большое число независимых, в то же время и связанных между собой (через взаимные блокировки) подзадач, где отдельная подзадача описывает циклический процесс некоторого дискретного механизма (объекта) на станке.

Логическая задача ЧПУ.

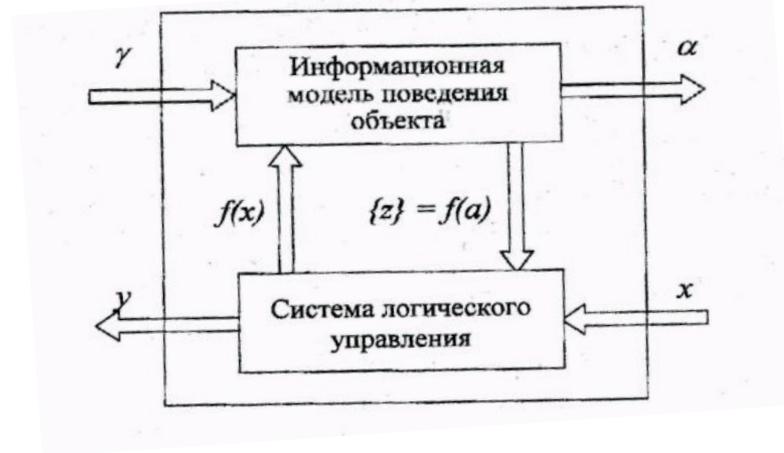
Все сложные циклические процессы на станке с ЧПУ представляются в виде циклов автоматики и операций. **Циклом автоматики станка с ЧПУ** называют последовательность действий, вызываемых по имени одним из трех следующих информационных слов (кадра) управляющей программы: «Скорость главного движения», «Функция инструмента», «Вспомогательная функция». Цикл автоматики состоит из операций. **Под операцией понимается любое независимое действие дискретного механизма, выполняемое** одним двигателем, открываемое самостоятельным управляющим сигналом, подтверждаемое или неподтверждаемое при закрытии осведомительным сигналом.

Дискретные механизмы станка делятся на следующие функциональные группы: привод главного движения и шпиндель; дискретная группа в приводах подачи; механизм автоматической смены инструмента; зажимные приспособления станка; механизм уборки стружки; система охлаждения; люнеты; задняя бабка и пиноль токарного станка и другие.

Отдельные механизмы могут выполнять не один, а несколько взаимоисключающих циклов, называемых ортогональными. В качестве примеров ортогональных групп циклов можно привести: группу циклов смены диапазона частоты вращения шпинделя; группу циклов выбора направления вращения и остановки шпинделя; циклы поиска инструмента; циклы включения частоты вращения шпинделя.

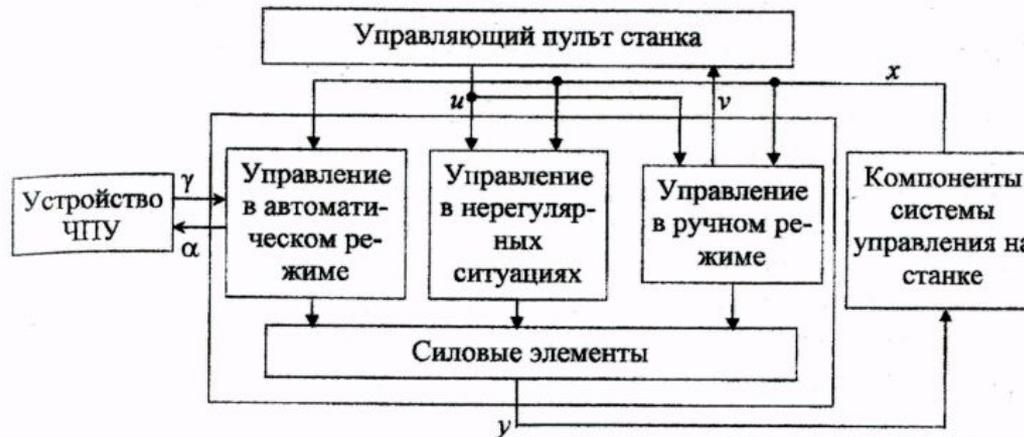
Общая структура вспомогательного технологического обеспечения построена по иерархической системе: функциональные группы дискретных механизмов; ортогональные группы циклов автоматики для каждого механизма и операции каждого отдельного цикла автоматики.

Обобщенной моделью решения ЛЗ ЧПУ является функциональный автомат. При решении ЛЗ ЧПУ в качестве операционного автомата выступают исполнительные цикловые механизмы объекта (станка), а функции управляющего автомата выполняет СЦЭА, что отражено на рис. 3.5. Множество двоичных или цифровых осведомительных сигналов x (от конечных и путевых выключателей, датчиков параметров), поступающих со стороны объекта, определяют его текущее состояние. Множество управляющих сигналов u (типа включить-выключить) поддерживают состояние объекта неизменным или переводят объект в новое состояние. СЦЭА имеет и внешний интерфейс, так как получает извне от других управляющих устройств команды управления (например имена



Роль операционного автомата играет информационная модель поведения объекта, то есть модель воспроизводимых циклов автоматки.

Роль управляющего автомата играет система логического управления.



Общая конфигурация системы управления цикловой автоматикой

Терминальная задача ЧПУ

- К ТрЗ ЧПУ относятся все проявления взаимодействия устройства ЧПУ с окружающей средой, то есть диалог с оператором и диалог с другими системами управления. Техническими средствами поддержания диалога являются пассивный терминал (панель оператора) или активный терминал (персональный компьютер), а также интерфейс с управляющими устройствами внешней среды.
- Инструментом общения оператора с панелью оператора являются дисплей и клавиатура. Клавиатура предназначена для выбора режима работы: ввод алфавитно-цифровых данных; управление курсором с целью редактирования вводимой информации; смена страниц информации, выводимой на дисплей; изменения системы отчета выбора дискретности перемещений; ввод исполнительных команд типа «включить», «выключить», «стоп», «пуск»; задание элементов геометрии; задание укрупненных команд типа технологических циклов и других,

Терминальная задача ЧПУ

- Оптимальным режимом работы оператора с системой управления является диалог. Диалог имеет следующую структуру: **выдача (системой управления) очередного сообщения оператору через экран дисплея (сообщение - это та часть системной реакции, которая появляется на экране дисплея и приглашает оператора к дальнейшей работе); ожидание системой управления ввода директивы оператором, где директива - минимальная совокупность действий оператора через клавиатуру панели, которая вызывает смену сообщения; ввод оператором директивы через клавиатуру панели, вызов системой управления соответствующей подпрограммы обработки директивы оператора; переход к началу.**

Технологическая задача ЧПУ

- ТхЗ ЧПУ состоит в достижении требуемого качества деталей с наименьшими затратами. Главным показателем качества деталей является их точность. **Под точностью детали** понимается степень их приближения к геометрически правильному прототипу, включая учет макрогеометрии, а также волнистость и шероховатость. К другим показателям качества относится, например, состояние поверхностного слоя обрабатываемой детали.
- **Статическая настройка детали** есть процесс управления первоначальным установлением точности относительного движения и положения (без резания) инструмента, оборудования и приспособления, то есть статическая настройка состоит в согласовании на уровне управления уже трех координатных систем: станка, детали и инструмента. Параметры согласования обычно хранят в виде корректур инструмента в памяти устройства ЧПУ, где под **корректурами** понимают координаты исполнительных поверхностей инструмента в системе координат станка.
- **Динамическая настройка** представляет собой этап управления точностью обработки непосредственно в условиях резания, когда искажению точности способствуют деформационные, тепловые и динамические процессы. В основе указанных процессов лежат различные физические эффекты: упругие и контактные деформации; температурные Деформации; трение, изнашивание; вынужденные колебания и автоколебания



. Схема решения ТхЗ ЧПУ, связанной с управлением качеством обработки



Обобщенная структурная схема системы адаптивного упр