Министерство образования и науки Украины

Реферат

по теме

"Революция в программном обеспечении УЧПУ"

Выполнила:

Проверил:

Донецк 2008 г.

Содержание

Введение

Внедрение новых технологий и модернизации в машиностроении

Устройство и основной принцип работы УЧПУ

Классификация и виды УЧПУ

Область применения

Варианты модернизации токарного оборудования

Система программирования ЧПУ"Электроника НЦ-31"

Целесообразность и превосходство использования УЧПУ в производстве

Список используемой литературы

## Введение

Развитие числового программного управления (ЧПУ) имеет примерно тридцатилетнюю историю. Этот процесс протекает столь стремительно, что в технике не так просто найти другой аналогичный в этом смысле пример.

Сменялись поколения электронных устройств ЧПУ, принципиально изменялись их возможности, что накладывало отпечаток на конструкцию и функциональную связь с самим объектом управления - металлорежущим станком. Основное свойство станков с ЧПУ - это их гибкость, т.е. скорость переналадки, которая на порядок выше гибкости станков автоматов на основе копирования, командаппаратов, путевых выключателей и пр.

В результате развития устройств ЧПУ, построенных по структуре ЭВМ, созданы высокопроизводительные технологические модули, в состав которых входят: многооперационный станок с автоматической сменой инструмента, транспортно накопительная система, позволяющая производить замену детали на заготовку, система контроля и регенерации отходов. Такие модули могут работать в автономном режиме или встраиваться в автоматические линии. Станки с ЧПУ позволяют производить обработку деталей с большой концентрацией инструментальных переходов, что повышает точность деталей (обработка с одной технологической базы), снижает Тшт. на операцию и уменьшает длину транспортных потоков. Все эти качества позволяют предположить увеличение объема обработки на станках с ЧПУ в условиях перехода к рыночной экономике.

Тенденции развития станков с ЧПУ: создание УЧПУ с применением микро-ЭВМ на микропроцессорах, применение в электроавтоматике станка с ЧПУ микроэлектроники, введение в систему станка диагностических устройств; широкое внедрение автоматизированных самоприспосабливающихся (адаптивных) устройств, обеспечивающих оптимизацию управления и обработки деталей; создание УЧПУ, управляющих как отдельными станками, так и группой станков.

## Внедрение новых технологий и модернизации в машиностроении

Технический процесс не стоит на месте, все больше происходит внедрение в жизнь машиностроения и производства УЧПУ постоянно усовершенствуя его. Станки с ЧПУ, как новое умное оборудование позволяет производству перейти на следующий уровень развитых технологий.

В современном промышленном и экспериментальном производстве используются станки, в которых устройства числового программного управления (УЧПУ) выполнены на базе микропроцессорных платформ, совместимых с персональными компьютерами (ПК), в качестве носителей информации используются дискеты, или же файлы с управляющими программами (УП) которая считывается станком программирую его на выполнение заданных операций. Таким образом в отрасли технологий машиностроения производство становиться более обширным.

Современное механообрабатывающее производство, как правило, предполагает наличие и эффективное использование различного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Это могут быть самые разнообразные фрезерные, токарные, электроэрозионные как проволочные, так и прошивочные станки, фрезерные и токарные обрабатывающие центры, прессы для листовой штамповки, лазерное оборудование, координатно-измерительные машины и т.п. Для эффективного использования всего спектра оборудования необходима современная компьютерная система разработки управляющих программ.

## Устройство и основной принцип работы УЧПУ

В общем виде структуру комплекса “Станок с ЧПУ" можно представить в виде трех блоков, каждый из которых выполняет свою задачу: управляющая программа (УП), устройство ЧПУ (УЧПУ) и собственно станок.

Все блоки комплекса работают взаимосвязано в единой структуре. *Управляющая программа* содержит укрупненное кодированное описание всех стадий геометрического и технологического образования изделия. В *УЧПУ* управляющая информация в соответствии с УП транслируется, а затем используется в вычислительном цикле, результатом которого является формирование оперативных команд в реальном масштабе машинного времени станка. Станок является основным потребителем управляющей информации, исполнительной частью, объектом управления, а в конструктивном отношении - несущей конструкцией, на которой смонтированы механизмы с автоматическим управлением, приспособленные к приему оперативных команд от УЧПУ, которое является основным элементом в общей системе управления оборудованием. Функциональность реальной системы ЧПУ (СЧПУ) определяется степенью реализации целого ряда функций при управлении:

Ввод и хранение системного программного обеспечения (СПО)

Ввод, хранение УП и реализацию исходной информации

Интерпретация кадра

Интерполяция

Управление приводами подач

Управление приводом главного движения

Логическое управление

Коррекция на размеры

Реализация циклов

Смена инструмента

Коррекция погрешностей механических и измерительных устройств

Адаптивное управление обработкой

Накопление статистической информации

Автоматический встроенный контроль

Дополнительные функции: обмен информацией с ПК верхнего уровня, оптимизацию отдельных режимов и циклов технологического процесса, согласованное управление оборудованием технологического модуля, управление элементами автоматической транспортно-складской системы, управление внешними устройствами, связь с оператором, техническую диагностику технологического оборудования и самой системы ЧПУ и др.

К УЧПУ сходятся все нити управления автоматическими механизмами станка. Конструктивно УЧПУ выполнено как автономный электронный агрегат, имеющий устройство ввода УП, вычислительную часть, электрический канал связи с автоматическими механизмами станка.

В соответствии с международной классификацией все УЧПУ по уровню технических возможностей делятся на следующие *основные классы*:

*NC* (Numerical Control); *SNC* (Stored Numerical Control); *CNC* (Computer Numerical Control); *DNC* (Direct Numerical Control); *HNC* (Handled Numerical Con*trol); VNC (Voise Numerical Control), NEURO-Fuzzy (НЕЙРО-ФАЗЗИ) системыуправления*.

Все современные УЧПУ имеют класс не ниже *CNC,* то естьимеют в основе устройства - мощный ПК со всеми его возможностями.

УЧПУ классов *CNC, DNC, HNC* относятся к устройствам с переменной структурой. Основные алгоритмы работы этих устройств задаются программно (или аппаратно-программно) и могут изменяться для различных условий, что позволяет уменьшить число модификаций УЧПУ, ускорить их освоение, в том числе УЧПУ с самоподнастраивающимися алгоритмами. УЧПУ этих классов имеют структуру ПК и обладают характерными признаками вычислительной машины.

Для работы УЧПУ должно быть соответствующим образом запрограммировано. Для этого подобные системы имеют специальное ПМО, представляющее собой комплекс алгоритмов переработки информации, поступающей в виде УП. Математическое обеспечение может вводиться в систему через устройство ввода, как и основная УП. Тогда система ЧПУ относится к классу свободно программируемых. В иных случаях математическое обеспечение закладывается в постоянную память системы на стадии ее изготовления. Однако, во всех случаях существуют возможности для изменения, дополнения, обогащения этого математического обеспечения, в силу чего подобные УЧПУ обладают большой гибкостью и способностью к функциональному наращиванию. УЧПУ могут быть как составной частью поставляемого оборудования, так и устройством, используемым при модернизации уже имеющихся в эксплуатации станков. Моделей УЧПУ достаточно много, эти устройства производятся как отечественными, так и зарубежными фирмами. От уровня модели, от ряда ее характеристик зависят многие технологические характеристики управляемого данной УЧПУ оборудования. В общем случае выделяют у УЧПУ следующие данные:

количество одновременно управляемых осей;

количество цифровых входов/выходов;

обеспечиваемая дискретность приводов подач;

объемы оперативной памяти и памяти жесткого диска базового компьютера ЧПУ;

интерфейс обмена;

характер и схемы компенсаций погрешностей;

виды и схемы коррекций;

функции интерполяции;

графический интерфейс;

функции "Просмотр кадров вперед"/ "Управление разгоном-торможением";

дополнительные технологические программы и подпрограммы;

измерительные циклы;

и др.

Выбор УЧПУ и оценка его характеристик определяется рядом факторов - типом и назначением станка, характером и видом выполняемых работ, точностными характеристиками принятого станка, видом производства, возможностями предприятия и т.д. и т.п. Но в настоящее время в характеристиках УЧПУ часто выделяют два момента: возможности использовать УЧПУ для управления высокоскоростной обработкой (ВСО) и соответственно высокоскоростным оборудованием, и принятая схема подготовки управляющих программ.

Основной принцип ВСО: малое сечение среза, снимаемое с высокой скоростью резания, и, соответственно, высокие частоты вращения шпинделя и высокая минутная подача.

Для достижения требуемой точности обработки, особенно финишной, требуются частые проходы инструмента с небольшим шагом. Указанное приводит к тому, что программируемые траектории инструмента являются сложными многоточечными и представляются в управляющих программах большим количеством кадров. Особенно это заметно при программировании обработки сложно контурных трехмерных изделий, когда управляющая программа должна неразрывно связывать согласованные перемещения элементов станка по 3-м, 4-м и даже по 5-ти координатам при шаге в 0, 01...0,02 мм. Требования неразрывности в подаче управляющих сигналов от системы ЧПУ к приводам, обеспечивающих к тому же большие скорости рабочих подач, приводит к тому, что данные от УЧПУ у высокоскоростных станков к приводам должны передаваться с большими скоростями и в значительно больших объемах, чем при обычной обработке на обычных станках с ЧПУ.

Поскольку у существующих СЧПУ имеются ограничения по скорости обработки (передачи) кадра управляющей программы и передачи сигнала управления к приводу, то при ВСО возможны ограничения по подаче, то есть УЧПУ может непрерывно управлять приводами лишь до определенной скорости их перемещения. Максимальную подачу, которую способна обеспечить конкретная система ЧПУ, можно определить по формуле:

Fmax = (Длина перемещения в кадре) / (Время обработки кадра) \* 60.

Из приведенного отношения следует, что при перемещениях 0,01 мм и времени обработки кадра 2 мс максимальная подача ограничена значением 0,3 м/мин.

Таким образом, при организации ВСО, при определении УЧПУ выбираемого станка должны учитываться три фактора, связанные с системой управления станком:

для обеспечения непрерывного движения инструмента требуются у УЧПУ высокие скорости обработки данных (не менее 200 блоков в минуту);

система ЧПУ должна просматривать данные как минимум на 150.200 блоков вперед с тем, чтобы вычислять изменения величины подачи при подходе инструмента к острым углам (или другим подобным препятствиям) и отходе от них;

для повышения качества поверхности и снижения нагрузок на инструмент необходимо, чтобы закон изменения величины подачи имел плавный колоколообразный вид, так как причиной снижения качественных характеристик процесса являются слишком резкие ускорения при движениях по траекториям с углами.

Так, если рассмотреть характер обычной линейной интерполяции, то видно, что привода по осям подач после каждого шага интерполяции попеременно прекращают движение рабочего элемента. В связи с этим обязательным условием программирования ВСО является использование NURBS интерполяций как в процессе создания УП, так и в реализации NURBS конкретной системой ЧПУ.

Использование 3D электронных моделей обрабатываемых деталей-наиболее современный метод подготовки УП, где 3D модели есть программный продукт CAD / CAM систем. Здесь можно выделить две основные схемы. В первой из них, которая стала уже традиционной, созданная на ПК электронная модель детали обрабатывается САМ модулем. Этот модуль позволяет выбрать инструмент (инструменты), задать схемы удаления припуска, установить по заданному инструменту траектории движения этого инструмента, задать режимы обработки, выполнить массу расчетов координат различных точек по траектории движения инструмента и т.д. Созданную таким образом компьютерную УП можно визуализировать, то есть посмотреть запрограммированную обработку на мониторе ПК в виде своеобразного технического мультфильма. Естественно, по результатам просмотра программу можно отредактировать. Но созданную САМ программу нельзя сразу отправить на станок в его систему ЧПУ. Поэтому обязательно применение согласующей программы (постпроцессора), которая переводит компьютерную САМ программу в машинные коды, то есть в УП данного станка (данной УЧПУ). К любой САМ системе обычно прикладывается несколько десятков постпроцессоров (для различных моделей УЧПУ), которые и обеспечивают перевод общей САМ программы (для заданной детали) по мере надобности в УП для станков с различными моделями УЧПУ.

Применение постпроцессоров, как этапа в производственном процессе, естественно увеличивает стоимость и время разработки станочных УП, в какой-то мере ухудшает качество программы управления станком и, как следствие, приводит к ухудшению качества изготовляемых деталей.

Электронная 3D модель обрабатываемой деталикак программа для станка - новейшая схема САМ программирования. Она позволяет исключить этап использования постпроцессоров при подготовке УП для станков, устанавливая тем самым определенный новый стандарт для станкостроения. Однако, новая схема требует применения для управления станками и новых моделей УЧПУ, позволяющих вести такое программирование [].

Компьютерные УЧПУ к этим станкам содержат ПО, включающее 3D CAD / CAM систему, систему автопрограммирования и систему автотехнолога. Комбинация технологии и программного обеспечения позволяет УЧПУ напрямую использовать геометрическое определение детали как программу и исключает этап постпроцессора в цикле работ по подготовке станочных УП.

Модель в 3D формате может быть создана непосредственно в УЧПУ, либо введена извне практически из любой CAD / CAM системы. Для работы станка в автоматическом режиме после ввода 3D модели требуется ввести (в режиме диалога) лишь некоторые исходные данные по материалу заготовки и инструмента, по требуемой шероховатости и т.п. Система может интерполировать реально заданный профиль детали, управлять ускорением, точно управлять скоростью обработки, толщиной снимаемого материала, стабилизировать усилия на инструмент при обработке и др. Адаптация к режимам резания позволяет увеличить точность и сократить износ инструмента, улучшить качество обрабатываемой поверхности, при этом уменьшается стоимость обслуживания оборудования и процессов подготовки УП. Резко сокращается объем УП, оптимизируется сама УП, сокращается время обработки.

Большое количество моделей УЧПУ в представлении различных фирм требует внимательного изучения при их выборе для конкретного использования. При этом, естественно, важнейшим фактором является фактор цены при равных характеристиках, среди которых гарантии стабильности работы могут быть определяющими.

Кратко рассмотрим модели УЧПУ, представляемые на рынке РФ.

Данные моделей УЧПУ в представлении различных фирм целесообразнее всего просмотреть в информации, представляемой фирмами на своих Web-сайтах в сети Интернет. Приведенная ниже таблица поможет читателю в этом.

## Классификация и виды УЧПУ

Станки с УЧПУ разделяются на:

токарные с ЧПУ (токарные, токарно-револьверные, токарно-карусельные, токарные полуавтоматы с горизонтальной осью шпинделя, токарные с вертикальной осью шпинделя, токарные - универсальные);

сверильные, расточные с ЧПУ (вертикально-сверлильные, координатно-сверлильные, станки сверлильные специальные, горизонтально-расточные, координатно-расточные);

шлифовальные, полеровальные с ЧПУ (круглошлифовальные, круглошлифовальные, плоскошлифовальные полуавтоматы, станки заточные вертикальный контурно-шлифовальный полуавтомат);

зубо- и резьбообробатывающие с ЧПУ (зубодолбежные, зубофрезерные);

фрезерные с ЧПУ (вертикально-фрезерные, продольные фрезерно-расточные, горизонтально-фрезерные для объемной обработки, фрезерный широкоуниверсальные);

и др. (строгальные, долбежные, протяжные и отрезные, также оснащенные системой ЧПУ).

## Область применения

Из всех станков нового поколения оснащенных ЧПУ наиболее востребованы в машиностроении и сфере металлообработки (изготовления различных деталей типа тел вращения высокой точности, монтажных единиц для сборки в узлы) именно токарные автоматы и полуавтоматы. Токарные станки с числовым программным управлением предназначены для наружной и внутренней обработки сложных заготовок деталей типа тел вращения. Они составляют самую значительную группу по номенклатуре в парке станков с ЧПУ. На токарных станках с ЧПУ выполняют традиционный комплекс технологических операций: точение, отрезку, сверление, нарезание резьбы и др.

Большой путь модернизаций прошли станки. ЧПУ и Интернет - последние вехи его развития к совершенству. Если посетить музеи посвященные прогрессу индустрии, то невольно вызовет улыбку информация о том, какими были первые станки. ЧПУ и тем более Интернет, дополнившие сегодня эти механизмы, просто восхищают. Объединение в один механизм станок - ЧПУ способны творить чудеса. Без вмешательства человека тандем станок - ЧПУ способны выдать любую деталь с невероятной сложностью исполнения.

Станок ЧПУ это оборудование, которое имеет компьютерную оснастку, и способно по предварительно заданной программе выполнить необходимые операции без непосредственного участия человека. Используемые станки с ЧПУ в промышленном производстве резко повышают производительность труда, благодаря тому, что один оператор может обслуживать сразу несколько машин. Так же используемые станки с ЧПУ значительно повышают эргономические показатели, сокращая число травм на производстве.

Доля оборудования станки - ЧПУ в производстве всех направлений растет из года в год. Сегодня уже никому не нужны простые станки. ЧПУ - неотъемлемая часть любого станка. Обусловлено это большими экономическими показателями: значительным сокращением обслуживающего персонала и улучшением качества выпускаемой продукции. Кроме того на крупных промышленных предприятиях, где используются станки с ЧПУ в больших количествах возможно объединенное управление всеми машинами из одного диспетчерского пульта посредством гибкой автоматизации производственной системы - ГПС.

Практически на любом предприятии необходимы обрабатывающие станки. ЧПУ, если данные станки оборудованы этим обеспечением, способны считывать инструкцию процесса работы со специального языка программирования и управлять приводами станка и всей оснасткой.

Станки с ЧПУ основаны на микропроцессорах с оперативной памятью, операционной системой и микроконтроллерах. Работы, где необходима точность до микрона, не способен выполнить ни один простой станок. ЧПУ позволяет производить работу с невероятной точностью, притом, что его работа практически не связана с человеческим фактором.

Современный станок с ЧПУ предусматривает использование жестко заданной схемы управления процессом работы. Хранение программы технологического процесса может осуществляться на разных носителях - от перфорированной бумажной ленты до флэш-памяти. По назначению и по задачам выполняемых процессов бывают разные станки. ЧПУ объединяет их своей электронной начинкой, которая универсальна для программирования любых технологических процессов. В металлообработке применяется токарный станок. ЧПУ для этих механизмов является неотъемлемой частью для любых видов выполняемых работ. Комбинированное название токарный станок - ЧПУ означает, что технологический процесс выполняется посредством числового программного обеспечения.

По классификации токарный станок с ЧПУ имеет несколько позиций. В сфере металлообработки совершенно незаменимо такое изобретение как токарный станок. ЧПУ - самое полезное дополнение к этому механизму. Токарный станок с ЧПУ - это компьютеризированная система для управления процессами изготовления деталей из металлов. Механическую обработку производит непосредственно сам токарный станок. ЧПУ - управляет процессом изготовления деталей, исключая малейшие ошибки, которые может совершить человек. Токарные станки с ЧПУ в эксплуатации несложны, и обучение для работы на них не требует много времени. На сегодняшнем этапе такое объединение как токарный станок - ЧПУ - имеет весьма прогрессивный характер. Токарный станок с ЧПУ сегодня может программироваться даже посредством Интернета. Токарные станки с ЧПУ являются наиболее востребованными для применения в сфере металлообработки.

В основе классификации токарных станков с ЧПУ лежат следующие признаки:

расположение оси шпинделя (горизонтальные и вертикальные станки);

число используемых в работе инструментов (одно - и многоинструментальные станки);

способы их закрепления (на суппорте, в револьверной головке, в магазине инструментов);

вид выполняемых работ (центровые, патронные, патронно-центровые, карусельные, прутковые станки);

степень автоматизации (полуавтоматы и автоматы).

Центровые станки с ЧПУ служат для обработки заготовок деталей типа валов с прямолинейным и криволинейным контурами. На этих станках можно нарезать резьбу резцом по программе.

Патронные станки с ЧПУ (**например, револьверный станок)** предназначены для обточки, сверления, развертывания, зенкерования, цекования, нарезания резьбы метчиками в осевых отверстиях деталей типа фланцев, зубчатых колес, крышек, шкивов и др.; возможно нарезание резцом внутренней и наружной резьбы по программе. Современные станки с ЧПУ прошли огромный путь модернизаций - от первых, приводящихся в работу паровой машиной, до механизмов, которыми можно управлять через интернет без непосредственного участия человека. Токарные станки с ЧПУ стали важнейшим оборудованием по обработке металлов. Следует обратить внимание, что токарные станки с ЧПУ призваны для работы с металлами лишь условно. Токарный станок с ЧПУ может обрабатывать практически все материалы, такие как пластмасса, эбонит и другие.

Продаваемые в наше время различными компаниями станки с ЧПУ имеют множество наименований и предназначены для исполнения разных работ на предприятиях по производству определенного вида продукции.

## Варианты модернизации токарного оборудования

Сегодня многие промышленные предприятия хотели бы заменить изношенное и морально устаревшее оборудование на современное. Часто, имеющееся оборудование просто разукомплектовано. При этом механика, как правило, находится еще в очень приличном состоянии. А учитывая качество металла современного "дешевого" оборудования из Китая, многие задумываются о восстановлении, ремонте или модернизации оборудования, произведенного еще в советские времена. Недаром же в 95-99х годах зарубежные и отечественные станкостроители скупали станки своего же производства для модернизации и дальнейшей продажи. И если по механике еще можно что-то предпринять, то с электроникой, по причине ее моральной старости, сделать уже ничего нельзя. Кроме того, на промышленных предприятиях встречаются раритетные системы УЧПУ, которые, надо отдать им должное, продолжают работать и сегодня. Правда, в случае поломки, восстановление работоспособности потребует достаточно много усилий от высококвалифицированного обслуживающего персонала, причем надежность системы остается очень низкой. В данной ситуации, лучший вариант модернизация с "Индивидуальным подходом". Такая модернизация подразумевает замену электроники, в зависимости от состояния и износа, а в случае восстановления разукомплектованного оборудования - установка современной электроники и электроавтоматики в замен отсутствующей с сохранением функциональных возможностей и технических характеристик восстанавливаемого или модернизируемого оборудования. Глубина модернизации зависит от технического состояния оборудования, по этому к каждой модернизации или восстановлению необходимо подходить индивидуально, даже если есть готовый проект проведенной модернизации данного типа оборудования. Естественно, основополагающей целью модернизации, какой бы "легкой" она не была, является значительное повышение надежности работы, увеличение производительности и получение новых функциональных возможностей модернизированного оборудования.

1) УЧПУ. Восстановление или ремонт раритетного УЧПУ - дело дорогое и неблагодарное, тем более, что современные УЧПУ имеют широкие функциональные возможности, позволяющие более эффективно использовать оборудование и повышают производительность. Среди предлагаемых на рынке УЧПУ есть как известные зарубежные марки: "BOCSH", "MITSUBISHI", "SIEMENS" и др., так и отечественные.

2) Привода и двигатели. Наиболее нагруженные и требующее постоянного обслуживания элементы. Современные частотные преобразователи и сервопривода отличаются высокой надежностью, отличными динамическими характеристиками, легкой наладкой и уменьшенными габаритами. По этому, замена самих приводов не вызывает больших сложностей, но вместе с тем, значительно повышает надежность и производительность оборудования.

Двигатели постоянного тока нуждаются в постоянном и заботливом отношении.

Таким образом это наиболее благоприятный и выгодный шаг в сторону модернизации и усовершенствования производства, с целью улучшения качества продукции.

## Система программирования ЧПУ"Электроника НЦ-31"

Система ЧПУ "Электроника НЦ-31" является одной из наиболее распространенных систем ЧПУ для станков токарной группы, несмотря на свой более чем 25-летний возраст.

Отсутствие в настоящий момент комплектующих и запасных частей к НЦ-31 в комплексе, как следствие сделало эту популярную систему немного неудобной в эксплуатации. Несмотря на это, простота программирования, небольшие габариты и привычка обслуживающего персонала, останавливают многих пользователей на пути замены CЧПУ "Электроника НЦ-31" на более современные системы, такие как "NC-200", "WL" и т.п. Кроме того такая замена требует немалых финансовых затрат и проведения комплекса работ по перемонтажу электрочасти станка, а также переобучения технического персонала.

В результате была разработана СистемаЧПУ "НЦ-31-М". Она аналогична СистемеЧПУ "Электроника НЦ-31" по интерфейсу и программному обеспечению, но выполнена на современной элементной базе. Данное устройство полностью функционально заменяет СистемуЧПУ "Электроника НЦ-31".

## Целесообразность и превосходство использования УЧПУ в производстве

Опираясь на пройденную историю развития станков в машиностроении их модернизации и усовершенствования до автоматов и полуавтоматов, станков нового умного поколения оснащенных системами ЧПУ, работающих по заданной управляющей программе выполняя безупречно необходимые операции для изготовления деталей разного типа и точности из материалов различной прочности, при этом используемая управляющая программа сохраняется в памяти станка и при необходимости обработки аналогичных деталей корректируется под них и запускается вновь. Особенно наиболее целесообразным является использования станков с ЧПУ для выпуска продукции массового производства (т.е. станок выполняет огромное количество деталей по одной уже заданной УП). Точность и соблюдение необходимых размеров гарантированно, что приводит к улучшению качества изготовляемой продукции и повышению ценны и спроса, а также соответственно снижению затрат на себестоимость единицы изделия, т.к нет необходимости в персональном операторе с высоким уровнем квалификации для каждого станка, одним оператором может обслуживаться до 3х и более станков с ЧПУ.

## Список используемой литературы

1. “Силовая электроника: от простого к сложному“. Семенов Б.Ю., 2005 г.

2. “Разработка программного обеспечения для систем управления электрическими двигателями". А.С. Каракулов, Д.С. Аксенов, Б.В. Арещенко, В.С. Саидов, 2007 г.

3. “Микропроцессорное управление технологическим оборудованием микроэлектроники” А.А. Сазонов, 2001 г.

4. “Машиностроение". Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р., 2006 г.