

Пермский научно исследовательский  
политехнический университет  
Кафедра «Инновационные технологии  
машиностроения»

# «Введение в станки с ЧПУ»

Конспект лекций  
для студентов специальностей «Технология машиностроения»,  
дневной и заочной формы обучения

**Ассистент каф. ИТМ Мельников Сергей Алексеевич**

# Содержание

Введение.....	3
Конструктивные и технологические особенности станков с ЧПУ.....	5
Конструктивные особенности многооперационных станков.....	8
Особенности токарных обрабатывающих центров.....	11
Особенности токарно-фрезерных обрабатывающих центров.....	14
Особенности горизонтально-/вертикально- фрезерных обрабатывающих центров.....	20
Вспомогательная оснастка для станков с ЧПУ.....	23
Режущий инструмент.....	30
Мерительный инструмент.....	35
Система «привязки режущего инструмента» ToolSetter и др.....	39
Система контроля геометрии заготовки (адаптивная обработка) Renishaw и др.....	41
Средства автоматического контроля готовой детали КИМ, ATOS и др.....	43
Системы автоматического контроля вылета инструмента.....	49

# Введение

Оснащенность современного оборудования системами ЧПУ давно стала привычной, поскольку влияние человеческого фактора на производственные процессы может привести к снижению производительности, ухудшению качества выпускаемой продукции, а также выпуску огромного количества брака.



Рис.1

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 по достоинству оценить преимущества станков с ЧПУ по сравнению с универсальными станками и сводить к минимуму влияние человеческого фактора при изготовлении ответственных деталей.

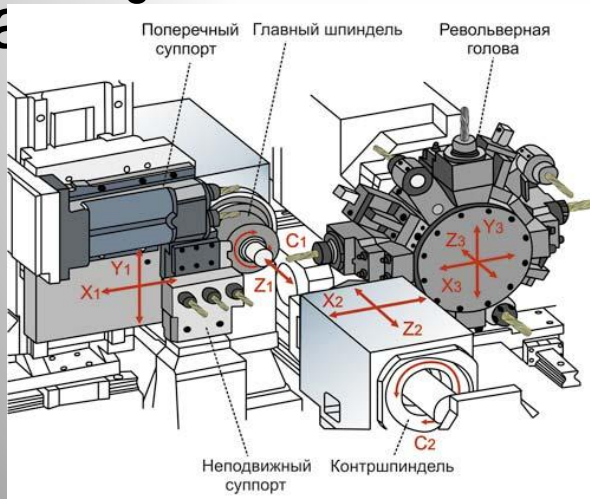


Рис. 2

# Конструктивные и технологические особенности станков с ЧПУ

В зависимости от вида основных операций обработки

станки подразделяются на группы:

- токарные,
- фрезерные,
- токарно-фрезерные,
- фрезерно-токарные,
- сверлильные,
- шлифовальные,
- эрозионные,
- и др.



Рис. 3

По количеству используемого инструмента, станки с ЧПУ подразделяются:

- много инструментальные , с числом автоматически сменяемых инструментов до 12, как правило станки с инструментальной револьверной головкой;
- многооперационные, с числом автоматически сменяемых инструментов более 12, снабженные специальным инструментальным магазином цепного или барабанного типа.

По принципу управления движением, различают четыре группы

станков, при этом к основному обозначению станка, добавляется

соответствующий индекс:

- ◆ Ф1 – станки с цифровой индикацией положения рабочих органов. Такие станки можно называть программными только условно.
- ◆ Ф2 – станки с позиционной системой ЧПУ. Программируется только выход на позицию обработки на ускоренном ходу, и движение на рабочей подаче по одной координате.  
Обычно это сверлильные станки.
- ◆ Ф3 – станки с контурной системой ЧПУ. Программируется траектория перемещения на рабочей подаче по контуру. Обычно это фрезерные станки.
- ◆ Ф4 – станки с комбинированной системой ЧПУ, имеющей признаки систем Ф1, Ф2, Ф3. Такой системой управления, как правило, оснащены многооперационные станки.

По числу координат управления, наиболее распространенные,

трех, четырех и пяти координатные станки.

# Конструктивные особенности многооперационных станков

Станки данного типа, имеют второе название – обрабатывающий центр. Позволяют эффективно использовать принцип постоянства баз, концентрации инструментальных переходов, осуществлять обработку многими инструментам с одного установка.



Рис. 4



Для многооперационных станков  
характерны

компоновки всевозможных типов в  
зависимости

от количества обрабатываемых осей, вида  
обработки, конструкции станка, количества  
рабочих органов.

Станки оснащаются инструментальным  
магазином, системами обдува и подачи СОЖ,  
транспортером для удаления стружки, могут  
комплектоваться устройством смены паллет  
кроме того рабочих органов с

металлорежущим

инструментом в некоторых станках  
реализовано

до 4-х и два шпинделя



Рис. 5 Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ Kitamura HX400 -iF  
Для крепления металлорежущего  
инструмента в станках с ЧПУ предусмотрены  
приводные (осевые, радиальные и  
поворотные) и не приводные блоки для  
крепления токарных резцов и осевого  
инструмента.

# Особенности токарных обрабатывающих центров

Токарные обрабатывающие центры предназначены главным образом для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезания резьб и обработки торцовых поверхностей деталей типа тел вращения с помощью разнообразных резцов, свёрл, зенкеров, расточных инструментов.



Рис. 6



Токарные станки, полуавтоматы и автоматы, в зависимости от расположения шпинделя, несущего приспособление для установки заготовки обрабатываемой детали, делятся на горизонтальные и вертикальные. Кроме этого наличие противошпинделя позволяет значительно расширить функциональные возможности горизонтальных станков. Вертикальные станки предназначены в основном для обработки деталей значительной массы, большого диаметра и относительно небольшой длины, но наиболее распространены станки с горизонтальной осью вращения шпинделя.



Рис. 7 Токарные станки с ЧПУ



# Особенности токарно-фрезерных обрабатывающих центров

Токарно-фрезерный станок предназначен для изготовления пазов, отверстий, винтовых элементов и т.д. Его задействуют в различных сферах производства, однако наиболее востребованным он является в металлообработке.

В настоящее время наиболее оптимальным вариантом являются многофункциональные токарно-фрезерные обрабатывающие центры.



Рис. 8

Токарно-фрезерные обрабатывающие центры бывают двух типов:

- горизонтальные (рис. 9а);
- вертикальные (рис. 9б).



Рис. 9а



Рис. 9б

Токарно-фрезерные обрабатывающие центры отличаются тем, что при помощи одного и того же шпинделя фрезерной головки применяют как вращающийся, так и статический инструмент. Различные виды инструментов сменяются с задействованием средства автоматической замены инструмента. При работе токарно-фрезерных обрабатывающих центров применяют инструментарий со сменными твердосплавными пластинками или цельные. В некоторых модификациях токарно-фрезерных станков можно встретить револьверную головку.



Область применения токарно-фрезерного обрабатывающего центра любой модификации

довольно обширна, его можно увидеть на предприятиях следующих отраслей:

- автомобилестроительных;
- деревообрабатывающих;
- металлургических;
- аэрокосмического машиностроения;
- приборостроительных;
- энергетических;
- авиастроительных и т.д.



Рис. 10

Токарно-фрезерный станок, созданный на основе новейших инновационных технологий, обладает высокой степенью гибкости, что дает возможность легко его перенастраивать при переориентации производства на выпуск продукции другой конфигурации.

Рис. 11 Токарно-фрезерный станок



# Особенности горизонтально-вертикально- фрезерных обрабатывающих центров

Обрабатывающие центры ведут свое происхождение от сверлильно-фрезерных станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Отличает их от своих более простых собратьев обязательное наличие системы автоматической замены инструмента.

Оба типа станков предназначены для автоматического и полуавтоматического выполнения разнообразных операций по обработке металлических деталей с высокой скоростью и точностью. Возможна обработка заготовок из черных и цветных металлов, их сплавов и пластмасс в условиях мелкосерийного и серийного производс

Рис. 12





Рис 13.  
Особенности  
фрезерных  
станков

# Вспомогательная оснастка для станков с ЧПУ

Фирм производителей инструментальной оснастки во всем мире больше сотни, есть фирмы всем известные, такие как Seco, Sandvik, Kennametal, Guhring и менее известные.

*Вспомогательная оснастка подразделяется:*

- на металлорежущую
- для крепления и позиционирования детали
- для настройки и калибровки

К металлорежущей оснастке относятся приводные и не приводные блоки, оправки для крепления инструмента (термооправки, цанговые оправки и пр.), переходные втулки, цанги, удлинители и



Рис. 14 Токарные и приводные блоки





Рис. 15 Цанговые оправки

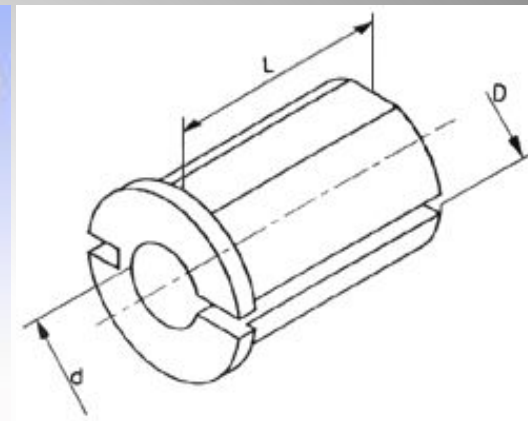


Рис. 16 Втулка переходная



Рис. 17 Цанги тип D, ER и др.

К оснастке для крепления и позиционирования детали относятся 3х и 4х кулачковые патроны, цанговые патроны, паллеты, фиксированные и поворотные столы, вакуумные и магнитные столы, специальные оправки, прижимные универсальные (прецизионные тиски) и специальные приспособления и прочие элементы, уча

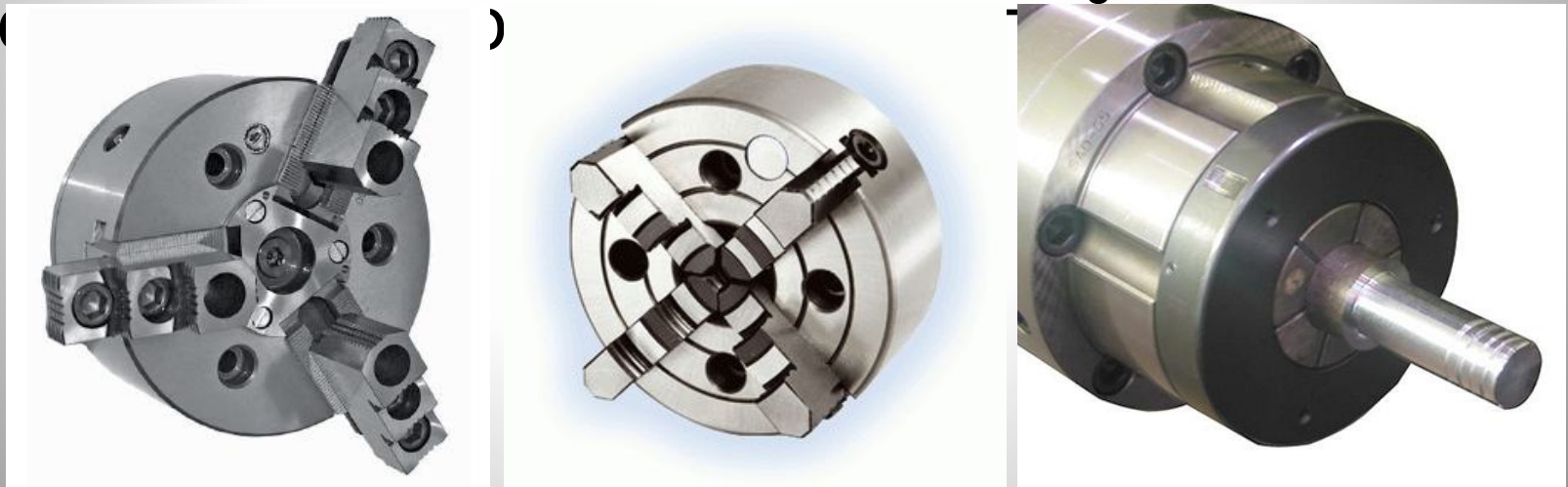


Рис. 18 Токарные 3х, 4х кулачковые, цанговые патроны 26



Рис. 13  
Поворотные  
столы

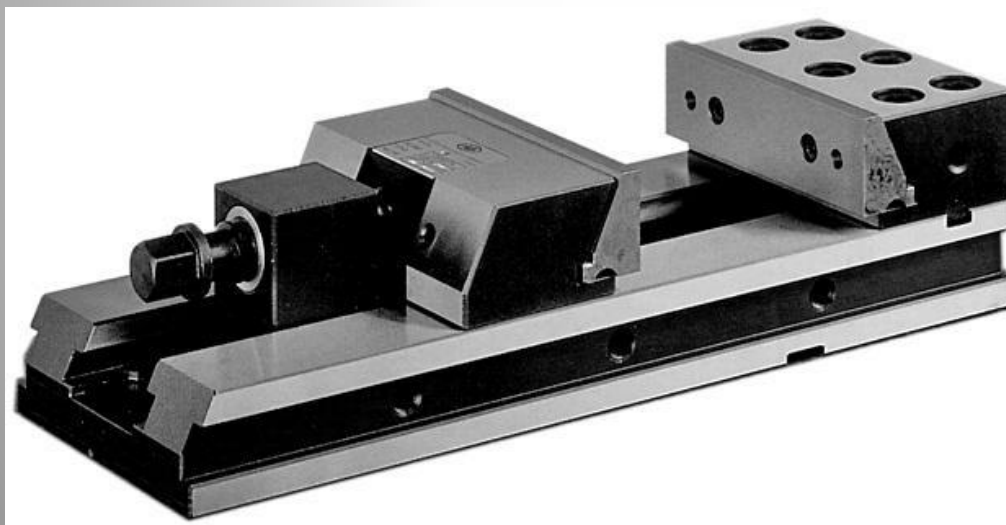


Рис. 19 Тиски станочные  
прецизионные

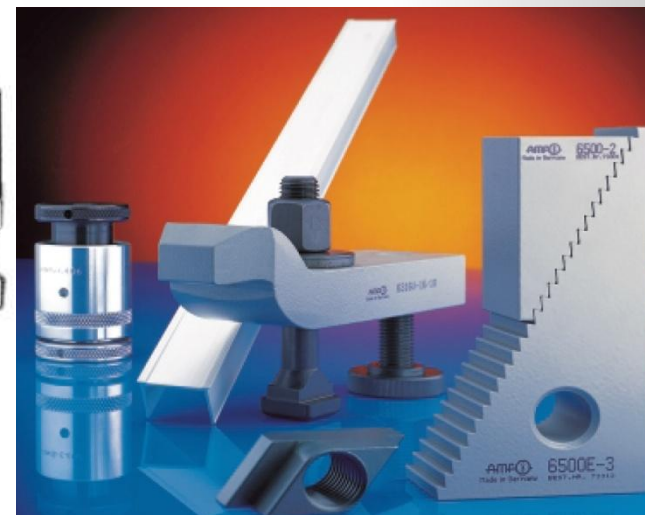


Рис. 20 Универсальные прижимные  
приспособления

К оснастке для настройки и калибровки элементов станка относятся: эталонные калибровочные кольца и валики (для проверки и калибровки измерительных систем, таких как ToolSetter, Renishaw и др.), магнитные и немагнитные индикаторные стойки (для обкатки приводных блоков и выверке специальных оправок установленных в шпинделе), набор эталонных мер длины (для настройки мерительного инструмента),



Рис. 21  
Эталонные  
кольца, эталоны  
шероховатости.



Рис. 22 Резьбовой калибр, концевые меры длины



Рис. 23 Эталонный валик

# Режущий инструмент

Режущий инструмент является составной частью комплексной автоматизированной системы станка с ЧПУ. Тщательному выбору и подготовке инструмента для станков с ЧПУ и ГПС должно уделяться особое внимание. Это связано с высокой стоимостью этого оборудования и необходимостью достижения максимальной производительности и более высокой точности обработки. Для обеспечения автоматического цикла работы этих станков требуется более высокая степень надежности работы инструмента.

Сборный инструмент с СМП нашел широкое применение, выпуск его постоянно увеличивается, как по объему, так по номенклатуре. Удельный вес такого инструмента сегодня составляет 35-40% общего объема выпуска режущего инструмента. Для составления различных типов инструмента используется определенное число сменных элементов, которые после сборки представляют собой взаимосвязанный механизм, обладающий достаточными результирующими жесткостью и точностью. Такой метод позволяет создавать комбинированный инструмент с наименьшими



Рис. 24



Основным направлением повышения работоспособности твердых сплавов является нанесение на них износостойких покрытий, повышающих стойкость инструмента по сравнению с непокрытым инструментом, применяемым в тех же областях, в 3-4 раза. Конструкции крепления зависят от конструкций самих СМП, а также от вида инструмента, величины и направления нагрузки на пластину в процессе резания, от условий размещения элементов крепления и других факторов.



Рис. 25

# Мерительный инструмент

Измерительные инструменты - специальные устройства для точного определения размеров, а также других геометрических характеристик деталей и предметов.



Рис. 26  
Электронный  
глубиномер

Можно выделить еще несколько весьма востребованных сегодня измерительных приборов и инструментов. Штангенциркуль позволяет узнать глубину и диаметр отверстия, а также толщину детали. Для определения размера до сотых долей миллиметра отлично подойдет микрометр - с его помощью можно измерить толщину валов, труб, валов, листового железа и проволоки. Чтобы произвести замеры внутреннего размера – нутромер. С помощью регулируемого угломера можно уточнить размеры отдельных деталей.



Рис. 27 Магнитные стойки с индикаторами часового типа.



Рис. 28 Электронный микрометр и штангенциркуль

# Система «привязки режущего инструмента» ToolSetter и др.

Современный станок с ЧПУ невозможно представить без автоматической системы «привязки» инструмента (рис. 20). Существует множество разновидностей приспособлений, одним из ярких представителей к примеру ToolSetter фирмы Renishaw.



Рис. 29



Рис. 30 Системы автоматической "привязки" инструмента



# Система контроля геометрии заготовки (адаптивная обработка) Renishaw и др.

Кроме системы «привязки» инструмента неотъемлемой частью высокоточного многофункционального обрабатывающего центра стала и система контроля заготовки. Одной из таких представителей и наиболее популярной на сегодняшний день является система Renishaw фирмы Renishaw.



Рис. 31 Станочная измерительная система Renishaw

# Средства автоматического контроля готовой детали КИМ, АТОС и др.

После выполнения промежуточных или окончательных операций необходимо производить контроль полученных размеров, геометрии и качества поверхности.

И в большинстве случаев автоматизированные системы контроля становятся просто незаменимы, они позволяют повысить точность, скорость и наглядность замеров и исключить человеческий фактор, что не маловажно.



Рис. 32  
КИМ



Рис. 33а Процесс измерения по траектории на КИМ



Рис. 33б Контрольно измерительная машина



Рис. 33в Измерительные щупы для КИМ

Измерение же бесконтактными методами осуществляется с помощью различных систем использующих в своей основе лазерные лучи или «фотокамеры», которые производят измерения или построение фактической модели без соприкосновения с реальной моделью.

# ATOS III

**ATOS III** - Высокопроизводительная система ATOS III имеет две цифровые камеры с разрешением 4 млн. пикселей и проектор с мощной ртутной лампой и лазерные указатели для контроля расстояния. Отлично подходит для оцифровки объектов большими объемами измерения ( до 2x2 м за один съем данных ) и получения данных с высокой точностью в жестких внешних условиях.

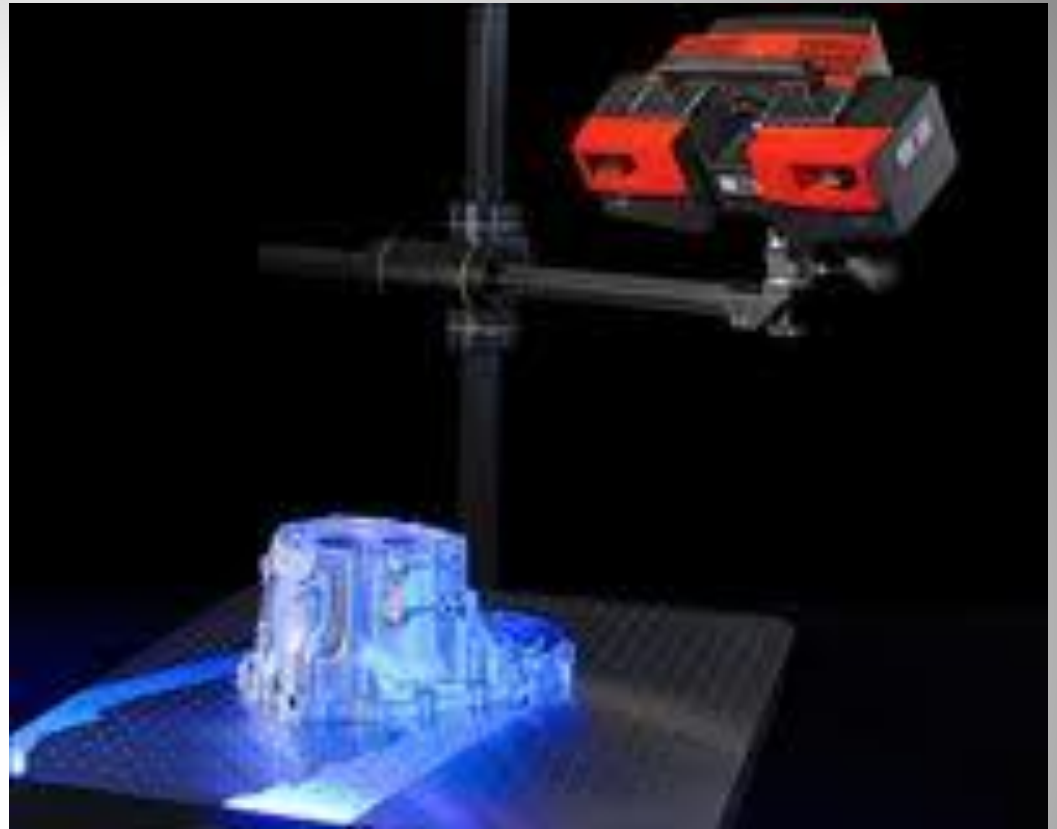


Рис. 34 Измерительные щупы для КИМ

Системы применяются в автомобилестроении, турбостроении, авиастроении и аэрокосмической промышленности, а также в разработках для производства бытовой техники и в медицине.

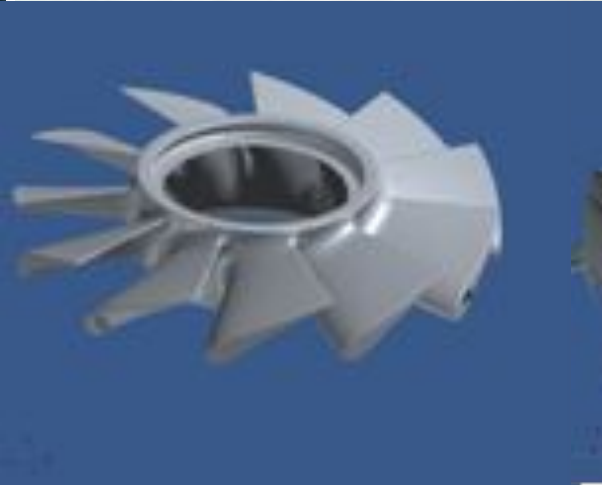
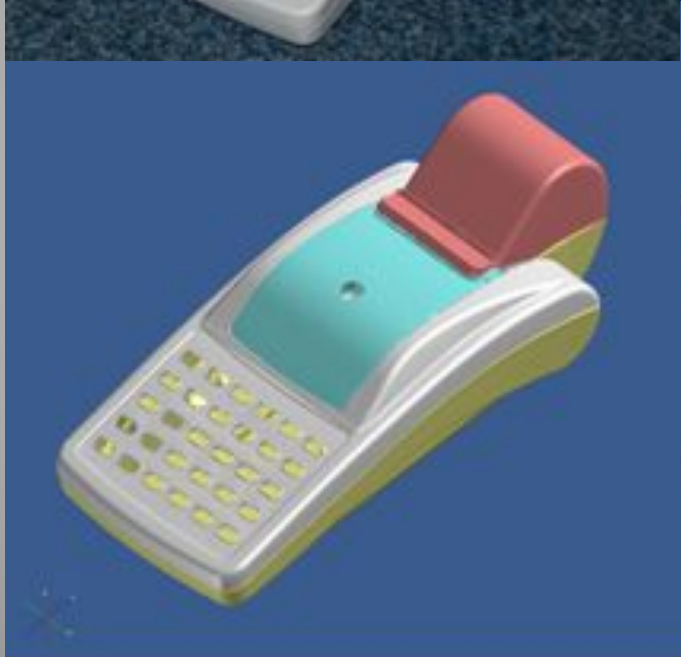


Рис. 35 Оцифрованные модели с помощью системы ATOS III



# Системы автоматического контроля вылета инструмента

Систем контроля геометрии режущих кромок и вылета несколько, но принцип работы отличается незначительно. Одна из популярных и самых передовых систем контроля геометрии - это система Zoller. Система построенная на программном обеспечении "pilot3.0" позволяет накапливать статистику, выводить на печать геометрию инструмента для наиболее удобного занесения в таблицы геометрии инструментов станка, кроме этого существует возможность автоматического заполнения таблиц геометрии станка сразу из программы "pilot3.0" через сетевое соединение со станком.

Режим отображения „Измерение/настройка/управление инструментом“

Изображение с камеры

Динамическое перекрестие

Вкладка (опциональный модуль)

Кнопки библиотек

Дополнительные настройки/ виды

Калибровка адаптера

Поля ввода параметров инструмента

Поля ввода измеряемых параметров

Поля ввода допусков / заданных значений

Информационное окно:

- клавиатура
- сообщения
- комментарии
- рисунки
- результаты измерений
- геометрия реза

Индикация текущей позиции оси (щелчок для переключения счётчика)

Режимы работы отдельных осей

Индикация статуса обработки изображений \*

Шкала резкости/ настройки

Функциональные клавиши

Клавиша управления для переключения назначения функциональных клавиш

Индикация статуса с описанием функций

Клавиши управления для:

- включения/ выключения изображения с камеры
- открытия дерева меню
- активирования вспомогательной функции
- вызова расширенных функций

Рис. 36  
Структура и концепция управления системой Zoller в ПО "pilot3.0"

# Пульт управления станком с ЧПУ

Пульт управления станком с ЧПУ является основным элементом с помощью которого производится влияние на процесс обработки. У каждого производителя системы управления станком с ЧПУ есть свои особенности, кроме этого функциональные возможности станка тоже накладывают свой отпечаток на наличие функций отраженных на станке. Но основные принципы работы одинаковы для всех станков.



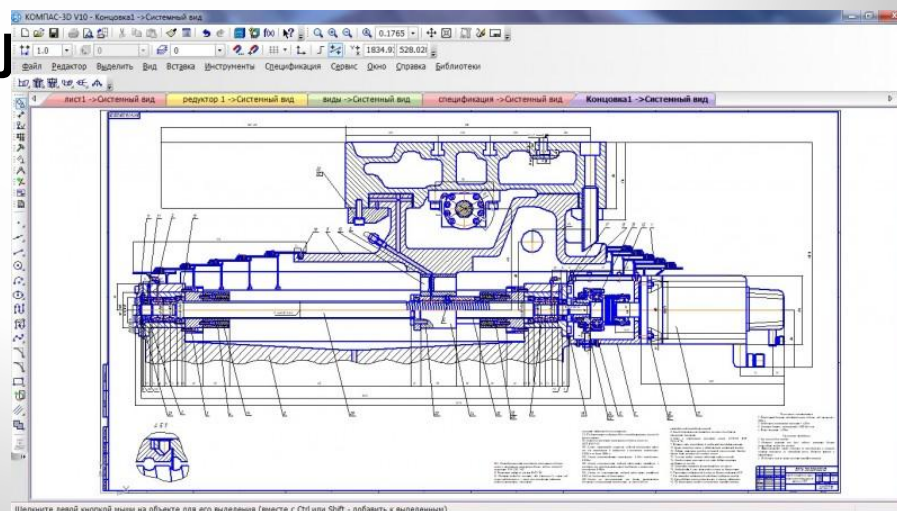
Рис. 37 Пульт управления станком с ЧПУ

# Процесс изготовления от чертежа к готовой детали

После получения от конструктора чертежа с параметрами детали наступает технологическая проработка процесса изготовления, которая заканчивается технологическим процессом и по

И.

Рис. 38



# Системы визуализации перемещений SIMCO EDIT

Одной из самых простых визуализаторов обработки с отображением кода программы является программа SIMCO EDIT. Она позволяет наглядно представлять процесс обработки чем значительно упрощается процесс редактирования программ. Наиболее актуально применения программ такого типа для создания управляющих программ на детали простой геометрии, не требующей значительных вычислений расчетов и построений.

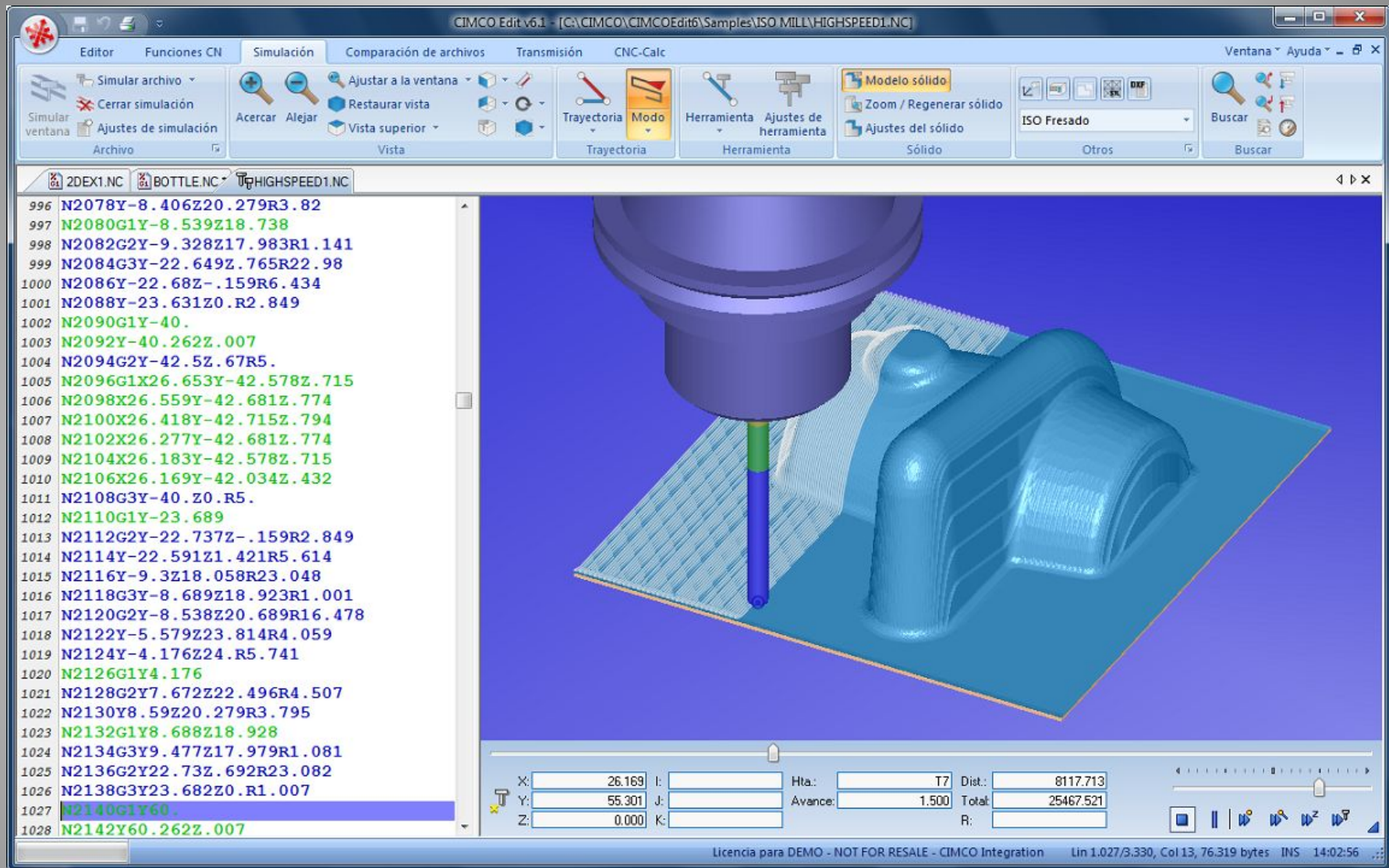


Рис. 39 Графическое отображение обработки в программе CIMCO EDIT

# Заключение

Появление станков с ЧПУ дало новый толчок в интенсивном развитии науки технология машиностроения.

Появляются новые потребности и задачи решение которых без технологии машиностроения и других наук в комплексе не возможно.



**Спасибо за внимание!**

# Список литературы

1. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие для студентов вузов. – К.: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.
2. Автоматизированная подготовка программ для станков с ЧПУ, (Справочник)/ Р.Э. Сафраган, Г. Б. Евгеньев, А.Л. Дерябин и др.; Под общей ред. Р. Э. Сафрагана. – К.: Техника, 1986. – 191 с.
3. Р.И. Гжиров, П.П. Серебrenицкий.  
Программирование обработки на станках с ЧПУ.  
Справочник, – Л.: Машиностроение, 1990. – 592 с.
4. Андреев Г.И. Работа на токарных станках с ЧПУ, Ирлен Инжиниринг, 2005.

# Практическое занятие

1. Выбор станка, оснастки.
2. Подбор режущего инструмента Seco.
3. Материал: 09Г2С, 30ХГСА
4. Заготовка круглый прокат диаметром 150 мм
5. Операция: токарная, фрезерная, сверлильная.
6. Подбор материала режущего инструмента или пластины Seco
7. Подбор режимов резания по каталогу Seco.

# Оформить в виде таблицы для каждого материала:

Операция	Инструмент	Пластина маркировка	Материал пластины или инструмента	Режимы обработки (глубина, подача, число оборотов)
Токарная (пример)	PWLNR 1616 H06	WNMG 060408 M3	TP 3500	$t=0.8$ мм, $V=150$ м/мин, $f=0.1$ мм/об
Токарная				
Фрезерная				
Сверлильная				

Лист. пр. инж.

Спроб.

Лист. и. в. в.

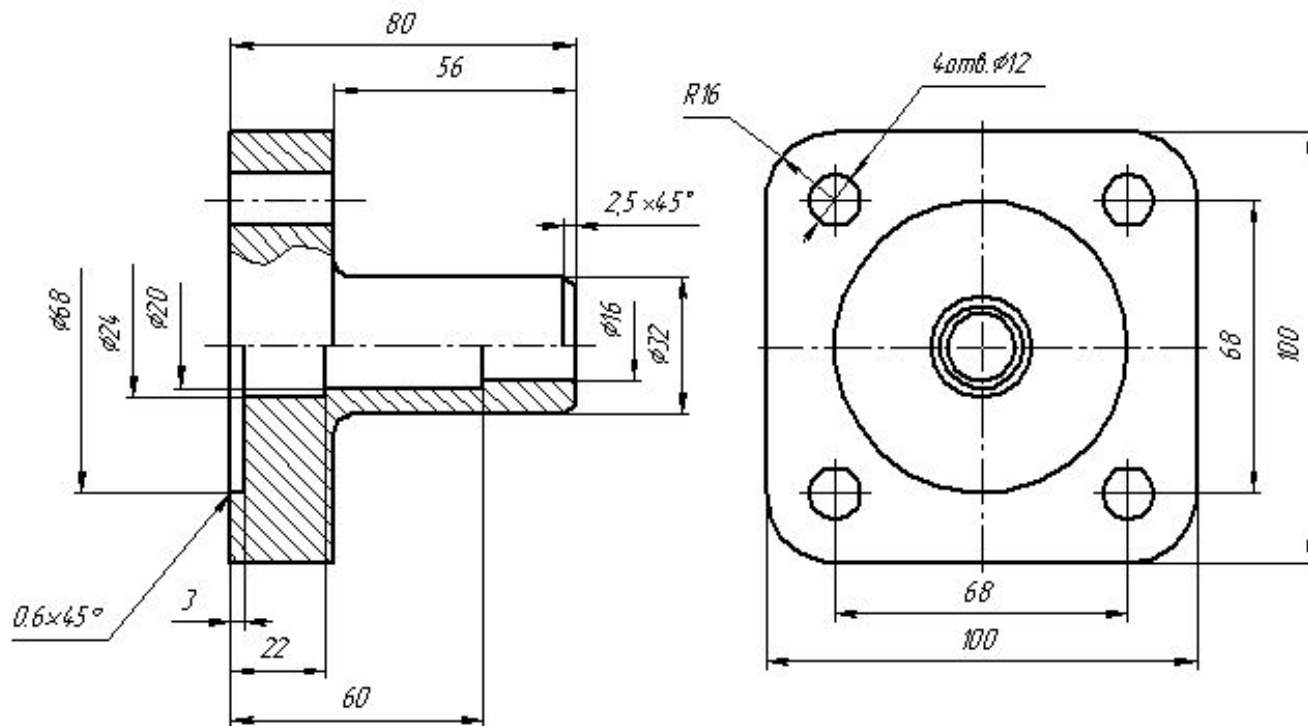
Лист. и. в. в.

Лист. и. в. в.

Лист. и. в. в.

Лист. и. в. в.

Лист. и. в. в.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка	Лист	Носко	Носител
Разр.		Иванов И.И.						1:1
Проб.		Петров И.И.				Лист	Листов	1
И контр.								
И контр.								
Р.тв.								

Копирован

Формат А3

## *Реферат*

1. Мировые производители станков с ЧПУ
2. Мировые производители систем управления станками с ЧПУ
3. Мировые производители оснастки для станков с ЧПУ
4. Мировые производители металлорежущего инструмента для станков с ЧПУ
5. Мировые производители измерительных систем для станков с ЧПУ
6. Мировые производители систем «привязки» инструмента для станков с ЧПУ

### Требования к реферату:

1. Рассмотреть одного из производителей
2. Минимальное количество страниц 10 стр.
3. Наличие введения, содержания и заключения.
4. Список литературы в т.ч. электронные источники.
5. Вопросы и ответы по тексту реферата по 3 вопроса и ответа.
6. Сдача в электронном и бумажном виде.