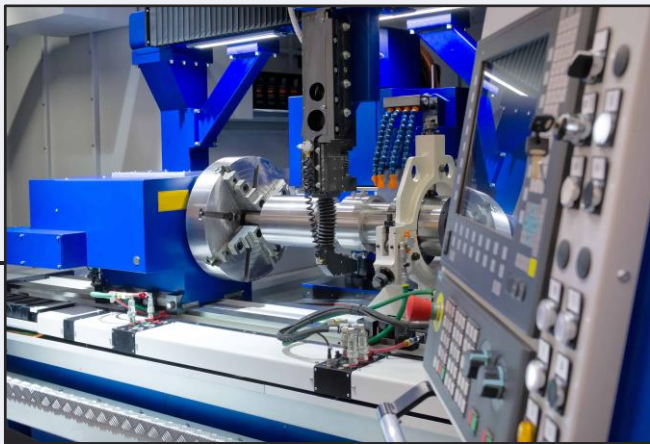


Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) в современном производстве

Повный А. В. «Школа для электрика» - <https://electricalschool.info/>

Применение станков с ЧПУ в современном производстве



Точность и повторяемость

Исключительная точность обработки

Производительность

Сокращение времени обработки и себестоимости

Сложные геометрии

Возможность обработки инновационных изделий

Снижение человеческого фактора

Минимизация ошибок и трудозатрат

Гибкость

Быстрая адаптация к требованиям рынка

Анализ применения станков с ЧПУ в производстве



- **Классификация станков:** токарные, фрезерные, шлифовальные и др.
- **Эффективность:** автоматизация, производительность, качество.
- **Области применения:** машиностроение, авиация, автомобилестроение.
- **Современные тенденции:** цифровизация, аддитивные технологии, ИИ.
- **Программирование:** G-код, CAD/CAM системы.
- **Экономические аспекты:** затраты, эффективность.

Основные принципы работы станков с ЧПУ

Станок с ЧПУ: Сложная система



Механическая подсистема

- Станина и направляющие
- Приводные механизмы
 - Шпиндель и инструментальная головка
 - Стол
 - Система подачи СОЖ

Система управления (ЧПУ)

- Центральный процессор
- Интерфейс оператора
 - Память
 - Контроллер приводов
 - Интерфейсы связи

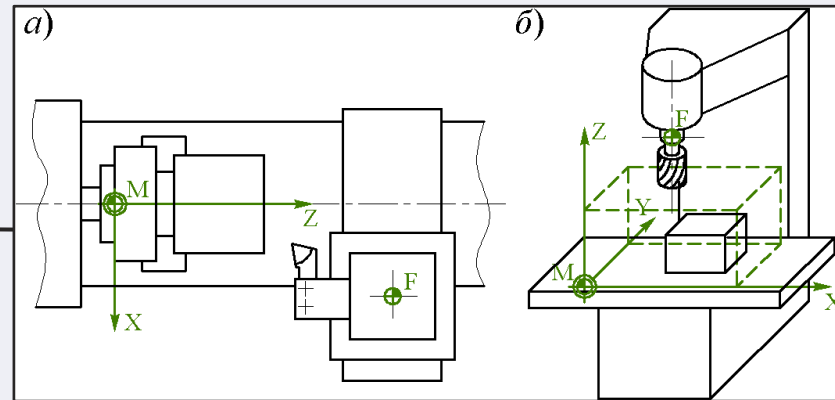
Электронная подсистема

- Серводвигатели
- Датчики обратной связи
 - Драйверы серводвигателей
 - Датчики положения
 - Система электропитания

Ключевое взаимодействие

Программа обработки → ЦП → Драйверы → Серводвигатели → Датчики → Коррекция траектории

Определение системы координат в ЧПУ



**Вспомогательные оси: U, V, W;
A, B, C**

**Системы отсчета: MCS, WCS,
TCS**

1

2

3

4

5

**Основные оси: X, Y, Z (правило
правой руки)**

**Оси движения: Различие
между движением инструмента
и заготовки**

**Взаимосвязь систем:
Преобразования координат
для точности обработки**

Интеграция CAD, CAM и CNC в современном производстве



Преимущества и недостатки станков с ЧПУ

Преимущества станков с ЧПУ



Точность

Высокая точность обработки,
минимальные отклонения

Гибкость

Быстрая перенастройка для разных
деталей

Производительность

Увеличение объема производства,
сокращение времени

Снижение ошибок

Минимизация влияния человеческого
фактора

Недостатки внедрения станков с ЧПУ



1 Высокая стоимость

значительные затраты на оборудование, установку и обслуживание

2 Необходимость высококвалифицированного персонала

операторы и программисты должны обладать специализированными знаниями

3 Сложность программирования

требует глубоких знаний и тщательной проверки для предотвращения ошибок

Классификация станков с ЧПУ

Классификация станков с ЧПУ

Токарные

Обработка деталей вращения

1

Фрезерные

Обработка плоских и объемных поверхностей

2

Сверлильные

Выполнение отверстий с высокой точностью

3

Шлифовальные

Финишная обработка для точности размеров

4

Электроэрозионные

Удаление материала электрическими разрядами

5

Типы станков по управлению

Станки с ручным управлением

Переход от ручного к ЧПУ.

- Ручная установка заготовки и инструмента.
- Корректировка параметров обработки вручную.
- Используются для единичного и мелкосерийного производства

Станки с полуавтоматическим управлением

Частичная автоматизация.

- Ручная загрузка заготовок.
- Оператор контролирует процесс в реальном времени.
- Применяются в серийном производстве

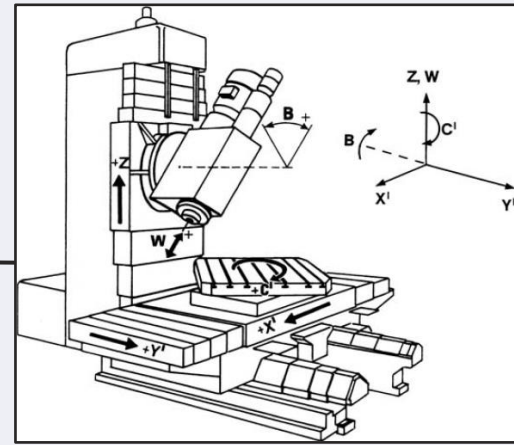


Станки с автоматическим управлением

Полная автоматизация.

- Автоматическая загрузка/выгрузка и смена инструмента.
- Минимальное участие оператора.
- Ориентированы на крупносерийное производство

Классификация станков с ЧПУ по количеству осей



2D (2-х осевые)

Простые токарные станки, ограничены простыми контурами

3D (3-х осевые)

Распространенные фрезерные и гравировальные станки, обрабатывают сложные формы

4-х осевые

Добавление оси вращения, обработка с нескольких сторон

5-ти осевые

Максимальная гибкость, сложные компоненты, высокие требования к квалификации

Многоосевые

Для очень сложной геометрии, высокая производительность

Применение станков с ЧПУ в различных отраслях промышленности

Роль станков с ЧПУ в машиностроении



- Ключевые технологии для:
 - Автомобильной промышленности:
 - Высокоточные детали двигателей и трансмиссий
 - Элементы кузова и интерьера
 - Авиационной промышленности:
 - Детали двигателей и конструктивные элементы
 - Станкостроения:
 - Прецизионные детали станков и режущий инструмент
- Обеспечивают производительность и гибкость.

Преимущества станков с ЧПУ

- 1 **Точность и повторяемость:** критически важны для прецизионных деталей
- 2 **Изготовление корпусных деталей:** герметичность и прочность
- 3 **Производство элементов оптических систем:** высокоточное фрезерование и шлифование
- 4 **Создание микромеханических компонентов:** миниатюрные детали для датчиков
- 5 **Обработка материалов с особыми свойствами:** стабильность размеров
- 6 **Формирование сложных поверхностей:** 5-осевые станки для уникальных форм



Использование ЧПУ-станков повышает качество, автоматизирует процессы и снижает себестоимость.

Роль ЧПУ в медицинской промышленности

Имплантаты

Точная обработка биосовместимых материалов.

- Высокая точность и сложность геометрии.
- Персонализированные решения на основе КТ и МРТ.
- Контроль качества через 3D-сканирование

Хирургические инструменты

Высокая твердость и износостойкость.

- Миниатюризация и точность.
- Эргономичный дизайн и функциональность.
- Гибкость серийного производства

Роль станков с ЧПУ в аэрокосмической промышленности



Станки с ЧПУ обеспечивают:

- Высокую точность и повторяемость
- Гибкость в производстве сложных деталей

Примеры применения:

- Лопатки турбин
- Компоненты планеров
- Детали шасси
- Пресс-формы для композитов

Технологические вызовы:

- Обработка трудных материалов
- Минимизация вибраций
- Обеспечение шероховатости
- Автоматизация контроля качества

Тенденции:

Тенденции развития станков с ЧПУ

Развитие многоосевых станков с ЧПУ



1

- Ключевой фактор в производстве

2

- Обработка сложных поверхностей за один установ

3

- Снижение переустановок и повышение точности

4

- Доступ к труднодоступным участкам

5

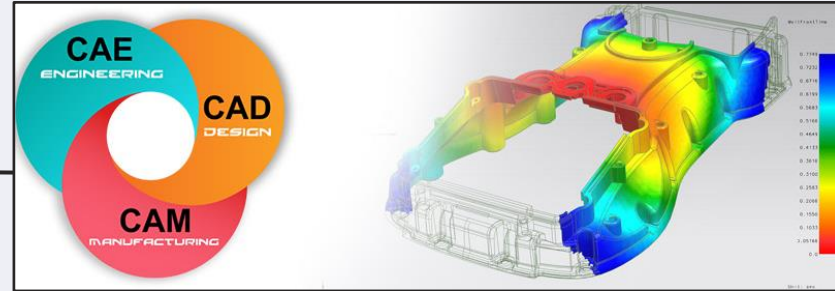
- Улучшенное качество поверхности

6

- Расширение возможностей дизайна

Интеграция станков с ЧПУ и CAD/CAM/CAE/MES

Ключевые преимущества интеграции:
- Сокращение времени цикла производства



Снижение затрат

Улучшение контроля и прозрачности процессов

1

2

3

4

Повышение точности и качества продукции

Гибкость производства

Искусственный интеллект в станках с ЧПУ

Оптимизация процессов

Алгоритмы МО для анализа параметров обработки.

- Реальное время оптимизации режимов.
- Нейронные сети для адаптивного управления

Предиктивная аналитика

Модели прогнозирования отказов оборудования.

- Анализ данных с датчиков для выявления проблем.
- Снижение простоев и операционных расходов

Практические примеры использования станков с ЧПУ

Проект "Электро-Буревестник"

Изготовление кронштейна для тягового электродвигателя:

- Сложная геометрия
- Материал: алюминиевый сплав 7075-T6
- Допуски: ± 0.05 мм, $Ra \leq 1.6$ мкм
- Использование 5-осевого станка DMG Mori DMU 50
- Время изготовления: 4 часа
- Точность: отклонения $\leq \pm 0.02$ мм



Изготовление сложных пресс-форм на станках с ЧПУ

1 Пресс-формы для литья пластмасс

2 Акцент на сложность геометрии и чистоту поверхности

3 5-осевые системы управления

4 Одновременное управление движением инструмента

5 Качество поверхности Ra до 0.01 мкм

6 Эффективность производства и сокращение ручной доводки

Заключение: Станки с ЧПУ в современном производстве



- Важный шаг к эффективности и точности.
- Высокая точность обработки для ключевых секторов.
- Автоматизация увеличивает производительность и снижает себестоимость.
- Гибкость для адаптации к требованиям рынка.
- Высокие первоначальные инвестиции и необходимость квалифицированного персонала.
- Современные тенденции: многоосевые станки, CAD/CAM, ИИ.
- Необходимость дальнейших исследований и внедрений.