

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ НАСТОЛЬНЫХ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРОСТОГО И СЛОЖНОГО КОНТУРА

**Федькин Н.С., маг., Канатов А.В., к.т.н., доц.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. В статье рассмотрены особенности разработки управляющих программ для выполнения деталей с помощью настольных станков с ЧПУ. Использование компактных вариантов фрезерных станков при индивидуальном и мелкосерийном производстве не только сокращает затраты, но и упрощает, ускоряет рабочий процесс.

Ключевые слова: настольный фрезерный станок, ЧПУ, программное обеспечение, фрезерный станок с ЧПУ.

Настольные станки с ЧПУ уверенно вытесняют полноформатные станки. Использование фрезерных станков с ЧПУ на мелко, и среднесерийных производствах значительно повышает автоматизацию и сохраняет гибкость, а в крупносерийном и массовом производстве повышает гибкость при сохранении существующего уровня автоматизации.

Числовое программное управление – это управление, в котором программа определяется как массив информации, хранящийся на носителе. В системах с ЧПУ управляющая информация является дискретной и обрабатывается в цифровом виде во время работы. Руководство технологическими циклами чаще всего происходит при помощи программируемых логических контроллеров, реализованных на базе принципов цифрового электронного вычислительного оборудования.

Основным преимуществом оборудования с ЧПУ является улучшенное качество обработки, точность размерных параметров получаемой заготовки, требуемая шероховатость поверхности заготовки и точность всех полученных деталей. Для фрезерных станков с ЧПУ чаще всего используются фрезы, предназначенные для работы с плоскими и криволинейными плоскостями, различных пазов, отверстий и других поверхностей.

Работы на станках с ЧПУ происходит с использованием G-кода – это последовательности команд, определяющие направление движения исполнительного инструмента и остальные параметры. Управляющий код может быть произведён на основе уже подготовленной 3D-модели, разработанной в программах CAD и CAE, таких как ArtCAM или AutoCAD.

ArtCAM – один из самых популярных и широко используемых программных продуктов для моделирования объектов. Программа позволяет создавать объёмные модели заготовок на основе плоских чертежей. После создания контура создаётся управляющая программа, где задаются все необходимые параметры, включая нормированные размеры исполнительного инструмента, скорость подачи и осевое вращение. Готовая управляющая программа сохраняется в формате G-кода.

Разработанный в ArtCAM G-код передаётся в специализированное ПО с последующей числовой обработкой в среде Mach3. Для правильной работы с Mach3 требуется индивидуальный профиль станка, который содержит всю информацию о работе станка и создаётся производителем. Профили, созданные для других станков, могут частично работать с необходимым станком, но полный функционал будет отсутствовать. С помощью Mach3 можно не только загружать готовый G-код, но и управлять станком вручную с клавиатуры. Перемещение по X и Y осуществляется с помощью клавиш управления курсором, а навигация по Z – с помощью клавиш «Вверх» и «Вниз».

На рисунке 1 изображена схема системы с числовым программным управлением, где ЧД – чертёж детали, СПП – система подготовки программы, УП – управляющая программа, СУ – считывающее устройство, УЧПУ – устройство числового программного управления, СТП – система технологической подготовки, ЦМ1-ЦМ3 – целевые механизмы, ДОС1-ДОС3 – датчик обработки связи, ДВ – двигатель, П – передача, ИО – исполнительный орган, Д – деталь.

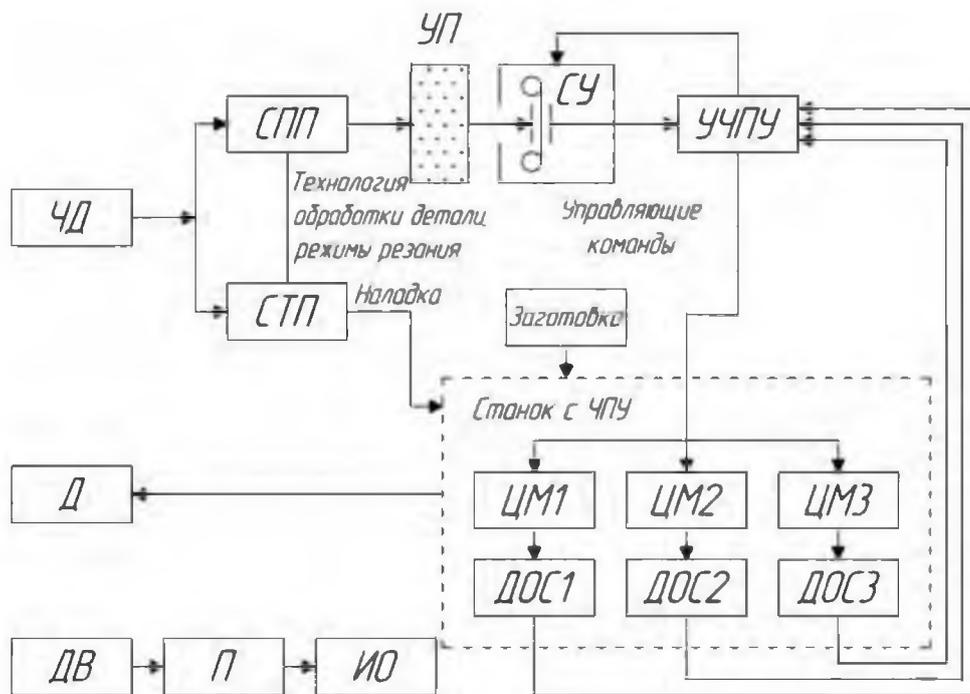


Рисунок 1 – Схема системы ЧПУ

Основными параметрами, влияющими на точность получаемой детали на фрезерных станках, являются достаточная жёсткость и устойчивость к вибрациям; выход из строя станка из-за неподходящей температуры; погрешности, возникающие при установке; базирование и закрепление заготовки на фрезерном станке; погрешности, вызванные неточной настройкой станка или инструмента.

Точность обработки детали на фрезерных станках с ЧПУ контролируется, например, за счет уменьшения скорости инструмента по контуру или уменьшения припуска в переходной зоне уменьшается искажение контура.

Принципиальная кинематическая схема фрезы (рис. 2) сочетает в себе два равномерных вращательных движения фрезы  $V$  (основное движение) и ее поступательного движения  $S$ , осуществляющееся вдоль обрабатываемой поверхности заготовки (движение подачи). В результате траектория относительного рабочего движения любой точки режущего лезвия представляет собой удлинённую циклоиду.

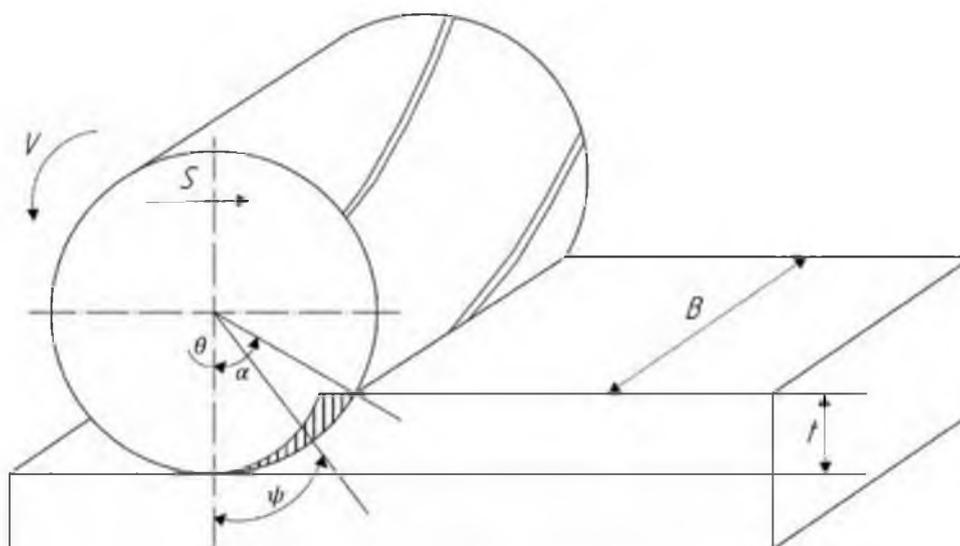


Рисунок 2 – Принципиальная кинематическая схема для фрезы

Траектории движения отдельных зубьев смещены относительно друг друга на расстояние  $S_z$ , называемое подачей на зуб. Зная подачу на зуб и количество зубьев  $z$ , можно определить оборот фрезы  $S_o$ , мм/об (1):

$$S_o = S_z \cdot z, \quad (1)$$

где  $S_z$  – подача на зуб, мм/об;  $z$  – количество зубьев.

Определив оборот фрезы  $S_o$ , можно найти минутную подачу  $S$ , мм/мин (2):

$$S = S_o \cdot n, \quad (2)$$

где  $S_o$  – оборот фрезы, мм/об;  $n$  – частота вращения фрезы.

Глубина резания  $t$ , обозначенная на рис 2, это расстояние между обрабатываемой и уже обработанной поверхностью или толщина слоя материала, который был удален с заготовки за один проход. Ширина фрезерования  $B$  равна ширине обрабатываемой поверхности [1].

При структуризации систем числового управления важное значение имеют разные признаки, но чаще всего их разделяют на следующие группы: на основании характера движения исполнительных механизмов станка, определяемым геометрической информацией в программе; с учётом степени совершенства и функциональным возможностям; по количеству информационных потоков [2].

На рисунке 3 представлена классификация всех видов устройств с числовым программным управлением, содержащая разделение на три основные группы: по числу потоков информации, по степени совершенства и функциональным возможностям, по виду движения исполнительных механизмов станка [3].

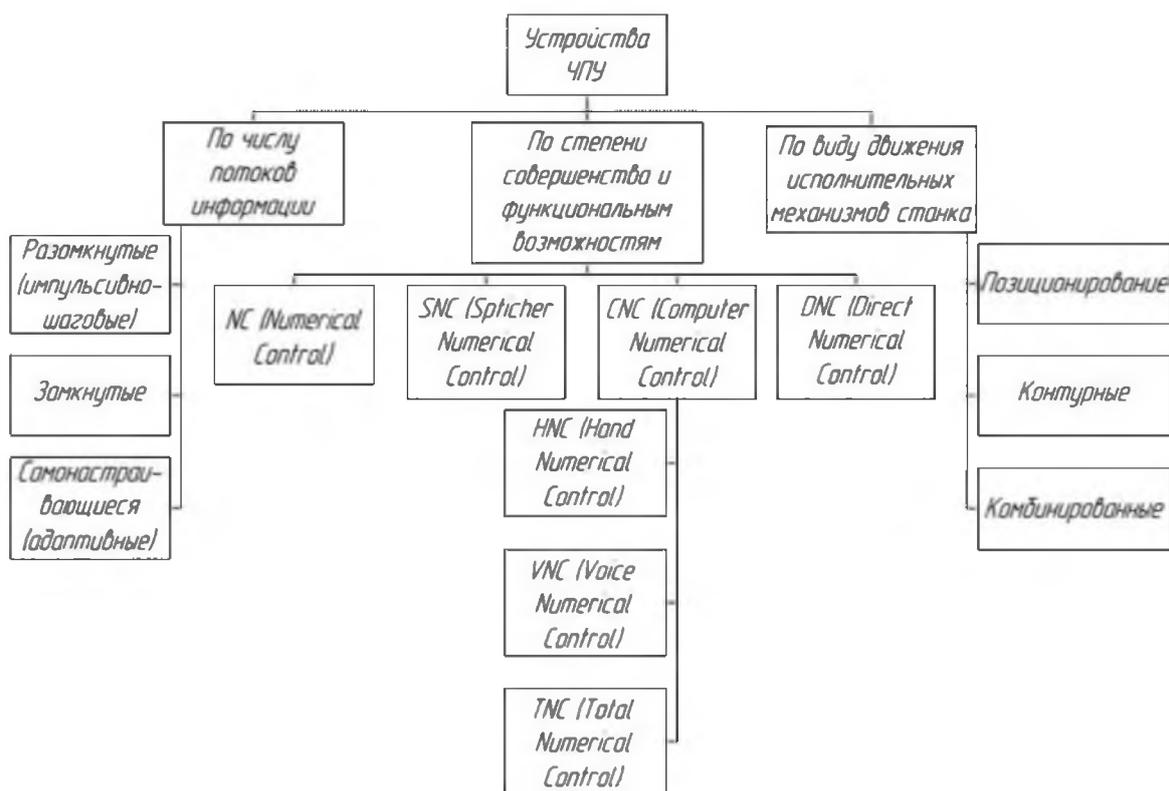


Рисунок 3 – Классификация систем числового программного управления

В подразделении с рассматриваемым в работе компьютерным числовым управлением (CNC – Computer Numerical Control) также представлены NC (Numerical Control), SNC (Spitcher Numerical Control) и DNC (Direct Numerical Control).

Компьютерное числовое управление подразделяется ещё на несколько пунктов: HNC (Hand Numerical Control), VNC (Voice Numerical Control), TNC (Total Numerical Control).

Цифровые технологии упрощают и ускоряют рабочий процесс при разработке деталей простого и сложного контура. ArtCAM и Mach3 имеют простой в использовании и интуитивно понятный пользовательский интерфейс, что упрощает их освоение даже начинающими пользователями, а использование настольных станков позволяет выполнять сложные фрезерные операции с меньшими затратами в мелкосерийном и индивидуальном производстве.

#### Список используемых источников

1. Рябов, С. А. Современные фрезерные станки и их оснастка: учеб. пособие; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. – 102 с.
2. Литвиненко М. П. Россия молодая / М. П. Литвиненко // Сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. – 2015. – С. 218.
3. Аманкулов, Г. М. Международный молодёжный конкурс научных проектов «Стираем границы» / М. П. Литвиненко // Сборник материалов Международного молодёжного конкурса научных проектов. Москва, 2021. – С. 12–16.