

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан АВТФ



С.А. Гайворонский

«26» марта 2008 г.

**УПРАВЛЕНИЕ ГИБКИМ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ МОДУЛЕМ
ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 1
по курсам «Гибкие производственные системы»,
«Технологическое оборудование с ЧПУ» для студентов III–IV курсов,
обучающихся по специальностям 220401 «Мехатроника»,
220200 «Автоматизация управления»

Издательство
Томского политехнического университета
2008

УДК 621.914.2/3-52(07)

ББК 34.362я7

У67

Управление гибким производственным модулем токарной обработки изделий: методические указания к выполнению лабораторной работы № 1 по курсам «Гибкие производственные системы», «Технологическое оборудование с ЧПУ» для студентов III–IV курсов, обучающихся по специальностям 220401 «Мехатроника», 220200 «Автоматизация управления» / сост. В.Н. Шкляр, С.В. Леонов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 32 с.

ISBN 5-98298-233-4

УДК 621.914.2/3-52(07)

ББК 34.362я7

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры интегрированных компьютерных систем управления
«11» марта 2008 г.

Зав. кафедрой ИКСУ
доктор технических наук,
профессор



А.М. Малышенко

Председатель
учебно-методической
комиссии



В.И. Рейзлин

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент ТПУ

С.А. Гайворонский

ISBN 5-98298-233-4

© Шкляр В.Н., Леонов С.В., составление, 2008

© Составление. Томский политехнический университет, 2008

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2008

УПРАВЛЕНИЕ ГИБКИМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ МОДУЛЕМ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

1. Цель лабораторной работы

Гибкий производственный модуль токарной обработки включает в состав станок и промышленный робот с числовым программным управлением. Прежде чем изучать и исследовать модуль токарной обработки, студент должен научиться работать с программами управления станком и роботом.

Цель данной лабораторной работы: ознакомиться с составом гибкого производственного модуля токарной обработки изделий, освоить программу управления станком, научиться составлять и проводить отладку управляющих программ в режимах станка и имитатора.

2. Описание учебного гибкого производственного модуля токарной обработки изделий

2.1. Назначение комплекса, его состав

Общий вид учебного гибкого производственного модуля токарной обработки изделий представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид гибкого производственного модуля

Гибкий модуль токарной обработки включает:

- токарный станок;
- робот;
- накопитель заготовок;
- имитаторы токарного и сверлильно-фрезерного станков с ЧПУ и ГПМ;
- система технологического диагностирования управляющих программ;
- система тестирования знаний;
- компьютер с сенсорным монитором;
- подиум.

Общий вид учебного настольного токарного станка с компьютерным управлением представлен на рис. 2.

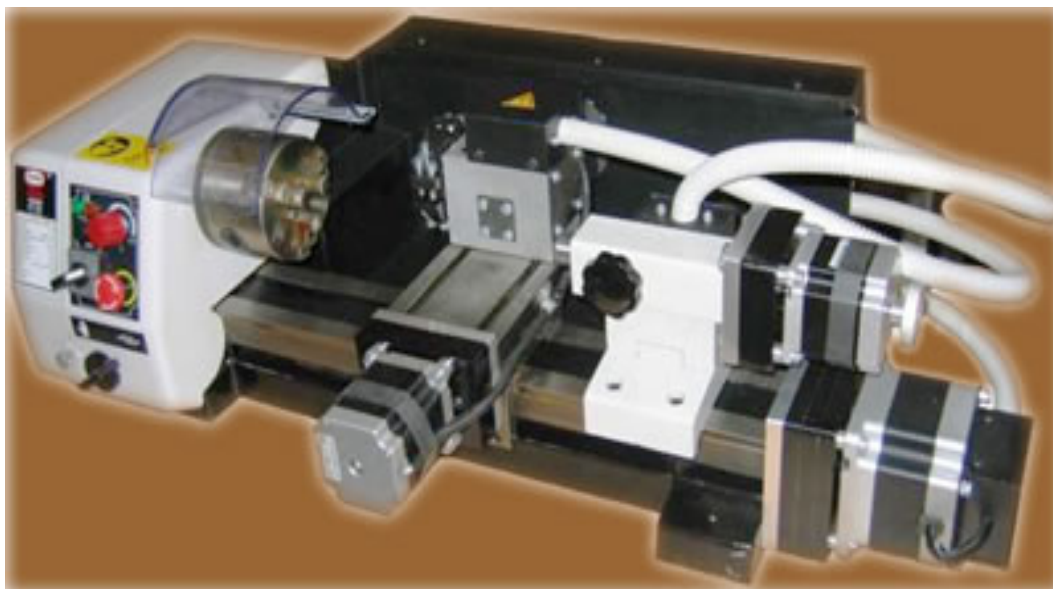


Рис. 2. Общий вид станка SM-250E2Ф3

Учебный настольный токарный станок с компьютерным управлением SM-250E2Ф3 имеет привод основного движения (коллекторный двигатель постоянного тока), приводы продольной и поперечной подачи, а также привод задней бабки. В приводах подачи использованы униполярные шаговые двигатели с системами управления, позволяющими реализовать одношаговый, полушаговый и микрошаговый режимы работы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОКАРНОГО СТАНКА

| | |
|--|----------------------------|
| Обрабатываемые материалы | пластмасса, древесина |
| Максимальный диаметр обрабатываемой над станиной заготовки | 140 мм |
| Длина обточки | 250 мм |
| Диапазон (бесступенчатый) частот вращения шпинделя..... | 100–2000 мин ⁻¹ |
| Диаметр отверстия в шпинделе | 9 мм |
| Конус пиноли задней бабки..... | Морзе № 2 |
| Число одновременно управляемых координат..... | 2 |
| Величина хода поперечного суппорта | 45 мм |
| Величина хода продольного суппорта | 120 мм |
| Точность перемещений..... | 0,1 мм |
| Тип привода главного движения..... | коллекторный, регулируемый |
| Тип приводов подач | шаговые |
| Класс системы ЧПУ | PCNC |
| Подключаемый порт компьютера..... | LPT |
| Питание от сети переменного тока..... | 220 В |
| Потребляемая мощность | не более 150 Вт |
| Габариты (длина, ширина, высота) | 650, 400, 270 мм |
| Масса | 5 кг |

Станок работает от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТА

| | |
|---|-------------------|
| Количество степеней свободы | 5 + схват |
| Максимальный вылет кисти..... | 420 мм |
| Углы поворота звеньев, град.: | |
| основание | ±160 |
| плечо..... | минус 5–150 |
| предплечье... .. | минус 30–150 |
| наклон кисти..... | ±12 |
| вращение кисти | ±95 |
| Грузоподъемность при максимальном вылете..... | 1000 г |
| Величина раскрытия схвата... .. | 0–70 мм |
| Максимальное усилие сжатия схвата..... | 30 Н |
| Минимальный шаг поворота по осям, град.: | |
| основание | 0,06 |
| плечо | 0,06 |
| предплечье | 0,06 |
| наклон кисти..... | 0,3 |
| вращение кисти | 0,01 |
| Скорости разворота в степенях подвижности..... | 15 град/с |
| Погрешность повторяемости позиционирования, не более..... | 1 мм |
| Тип интерфейса | RS232 |
| Питание | сеть 220 В, 50 Гц |
| Максимальная мощность потребления | 70 Вт |
| Время непрерывной работы... .. | не более 8 ч |
| Диапазон рабочих температур... .. | +(15...35) °С |

Для управления станком SM-250E2Ф3 используется УЧПУ класса PCNC (с компьютерным управлением). Возможности систем этого класса:

- изменять и корректировать в период эксплуатации управляющую программу;
- изменять и корректировать программу функционирования самой системы с целью максимального учёта особенностей конкретного станка;
- ввод управляющей программы вручную с пульта;
- дорабатывать и отлаживать управляющую программу в режиме диалога;
- вывод информации на дисплей (монитор);
- корректировать погрешности станка;
- проводить диагностику станка и самой УЧПУ;
- формировать управляющую программу в режиме обучения.

В системе управления ГПМ в УЧПУ реализуется программа **STEPPER CNC**. Эта программа предназначена для управления минигабаритным станком SM-250E2Ф3 из операционной системы Windows XP или Windows 2000, она имеет интерфейс, способствующий быстрому обучению оператора, ранее работавшему с указанными операционными системами.

Программа управляет всеми приводами станка в реальном режиме времени. Она обеспечивает поддержку общепромышленного стандарта программирования станков с ЧПУ – ISO-7bit с базовым набором основных команд, включая спектр команд линейной и круговой интерполяции. Кроме того, в программе реализуется сплайновая интерполяция. Управляющая программа имеет в своём составе встроенный имитатор работы станка с ЧПУ. Имитатор имеет возможность работать на компьютере автономно, без подключенного станка SM-250E2Ф3, что позволяет отлаживать и тестировать управляющие программы на виртуальной трёхмерной модели станка.

3. Работа с программой управления

Минимальные системные требования к компьютеру

Компьютер Celeron 2,4 ГГц/ 512 М/ HDD 40 Гб/ SVGA 128 М.

Поддержка режима EPP 1.9 LPT порта. Режим экрана 1024 × 768 × 24. Монитор 17 дюймов. Операционная система Windows XP или Windows 2000.


Установка программы

Для установки программы необходимо обладать правами администратора. Необходимо запустить файл **setup.exe** с диска. По умолчанию программа устанавливается в каталог **C:\STEP CNC**. Программа установки создаст группу **STEP CNC** в меню программы и ярлык «STEP CNC» на Рабочем столе. После первого запуска система попросит перезагрузить ПК.

Запускается программа с помощью ярлыка «STEP CNC» или через меню **Пуск – Программы – STEP CNC**.

Основные свойства программы

- После запуска программа находится в режиме ИМИТАТОР.
- Любое перемещение инструмента возможно, если скорость суппорта F не равна нулю.
- Для запуска Ручного режима в режиме ИМИТАТОР не требуется дополнительных действий и настроек.
- Для выполнения отдельной команды с командной строки в режиме ИМИТАТОР не требуется дополнительных настроек.
- Для запуска **Автоматического выполнения** управляющей программы требуется выполнить выход в **Ноль станка** по всем координатам для режимов СТАНОК и ИМИТАТОР.


Для того, чтобы задать **Ноль станка** необходимо вывести инструмент в **Главном окне программы** в точку, которая будет принята за **ноль станка** и нажать кнопку «Определить ноль станка»  на панели управления. Счётчики координат сбрасываются. Последующие команды выхода в **Ноль станка** будут выводить суппорт в эту точку.


Для приведения изображения ИМИТАТОРА в соответствие обработке на станке в режиме СТАНОК требуется:

- вывести инструмент на станке в позицию, которая будет принята за **Ноль станка**.
- Переключить программу в режим ИМИТАТОР.
- Вывести инструмент на имитаторе в позицию, которая будет принята за **Ноль станка**.
- Переключить программу в режим СТАНОК.
- Нажать кнопку «Определить ноль станка».
- Запустить Управляющую программу (УП).

Запуск управляющей программы

Для запуска УП необходимо:

- открыть диалог загрузки программы, нажав кнопку  на панели управления.
- Выбрать файл УП.

- Нажать кнопку «Загрузить». Текст УП будет загружен в окно «Программа на панели управления».
- Вывести суппорт в **Ноль станка**.
- Нажать кнопку  на панели управления.
- Для пошагового выполнения программы установить флаг «Пошаговый режим» на панели управления.
- Для изменения типа станка открыть диалог «Настройка оборудования» и на вкладке «Общие» выбрать тип станка **Токарный** или **Фрезерный**. Нажать кнопку «Сохранить» и перезапустить программу.
- Для остановки выполнения УП или отдельной команды необходимо нажать кнопку «СТОП». При этом значения скорости суппорта и скорости главного движения будут установлены в **ноль**.
- Включение работы с реальным станком проводится через «Команды – Станок».

Если произошло переключение в режим СТАНОК, но приводы не работают, требуется проверить следующее:

- установлена ли скорость перемещения суппорта F?
- Подключен ли станок к LPT порту ПК?
- Правильно ли установлены управляющие линии для данного станка?
Проверка проводится по паспорту к станку и диалогу «Настройка оборудования».
- Задана ли минимальная ширина импульса для шаговых приводов?
Проверка проводится по паспорту к станку и диалогу «Настройка оборудования».

Минимальную ширину управляющих импульсов шагового привода можно настроить следующим образом:

1. Установить значение **максимальной скорости** равным 300 (диалог «Настройка оборудования»).
2. Установить значение **Импульс** равным 2500 (диалог «Настройка оборудования»).
3. Нажать кнопку «Сохранить».
4. Переключить программу в режим СТАНОК.
5. Вызвать диалог «Ручное управление».
6. Установить скорость суппорта на максимальное значение.
7. Нажать кнопку перемещения какой-либо из осей в любом направлении.
8. Если привод работает равномерно, уменьшить значение «Импульс» на 100 и повторить пп. 5, 6, 7.
9. Повторять п. 8 до момента достижения максимальной скорости перемещения при равномерной работе двигателя.

4. Главное окно программы

Главное окно программы представлено на рис. 3.

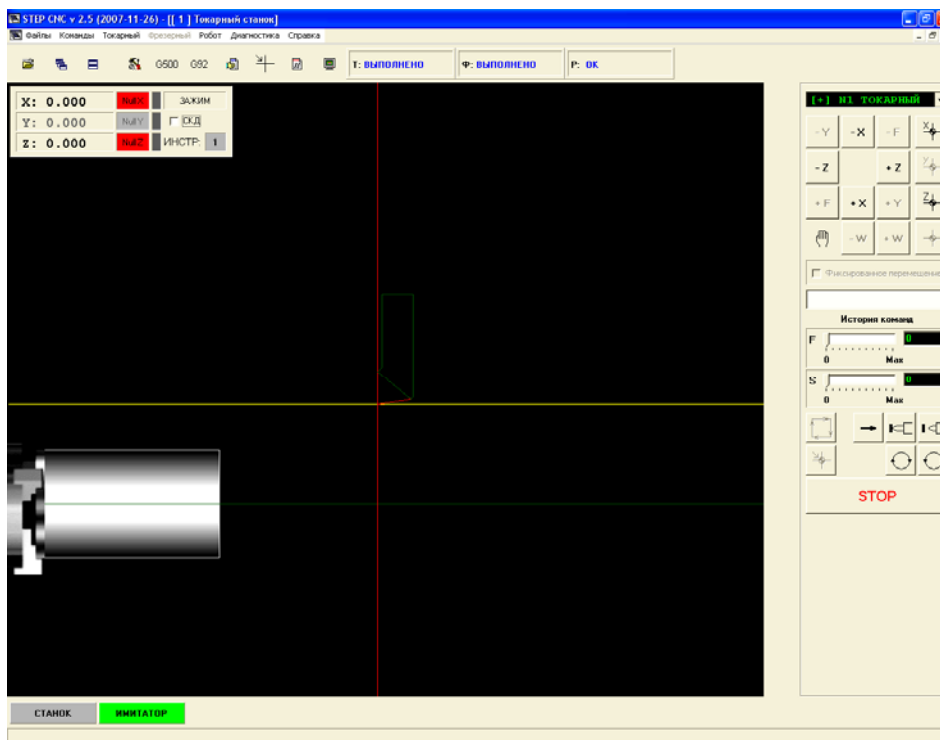


Рис. 3. Главное окно программы

Оно содержит:

- панель статуса, расположенную слева – внизу окна;
- панель инструментов, расположенную сверху окна;
- панель управления, расположенную справа от окна.

На рис. 4 показана *панель статуса*



Рис. 4. Панель статуса

На ней отображаются:

- текущий режим системы ИМИТАТОР (активен, если зелёный);
- текущий режим системы СТАНОК (активен, если зелёный).

Нажатием на индикаторы **СТАНОК** или **ИМИТАТОР** можно между режимами производить переключение.

На рис. 5 показана *панель инструментов*.

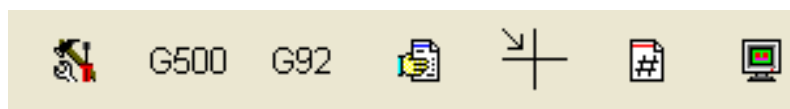


Рис. 5. Панель инструментов

В табл. 1 приведены обозначения кнопок панели инструментов и указано их назначение.

Таблица 1

Обозначение кнопок панели инструментов

| | | | | | | | |
|--------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Обозначение кнопки | | G500 | G92 | | | | |
| Назначение кнопки | Вызов диалога «Настройка оборудования» | Вызов диалога настройки функции G500 | Вызов диалога настройки функции G92 | Системные сообщения | Определить фиксированную точку | Текст управляющей программы | Окно визуализации |

Панель управления

На рис. 6 показана основная панель управления программы, которая находится справа в главном окне программы.

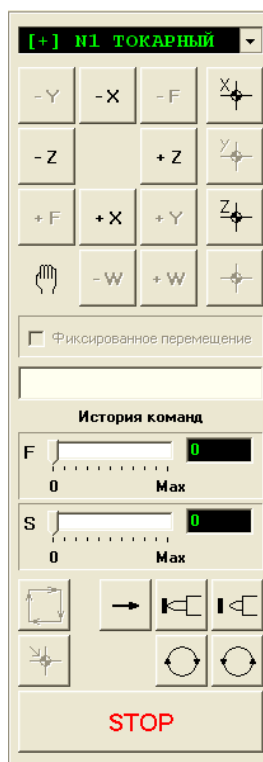


Рис. 6. Основная панель управления

Назначение многих кнопок панели управления объяснено выше, назначение других кнопок будет указано ниже при рассмотрении обращений к панели управления.

На рис. 7 изображена панель координат, которая служит для отображения положения суппорта в системе координат станка (СКС) и в системе координат детали (СКД).

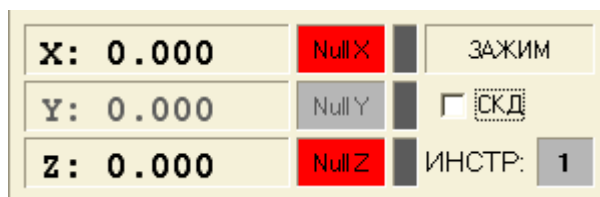
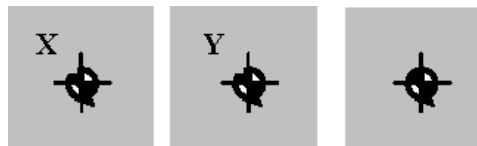



Рис. 7. Панель координат

Панель нулевого положения, размещённая в центре панели координат, предназначена для отображения нулевого положения суппорта станка. Кнопки вывода суппорта в ноль находятся на панели управления.



Информационная панель, расположенная на панели координат справа, служит для отображения информации о текущем корректоре инструмента и номере инструмента. Информация о текущей скорости суппорта F и скорости главного движения S располагается на панели управления.

Командная строка на панели управления предназначена для ввода и исполнения отдельных команд. Выполнение команды системой начинается после нажатия клавиши «Enter» клавиатуры ПК или кнопки .

Историю команд можно вызвать, нажав на кнопку .

Панель автоматического режима

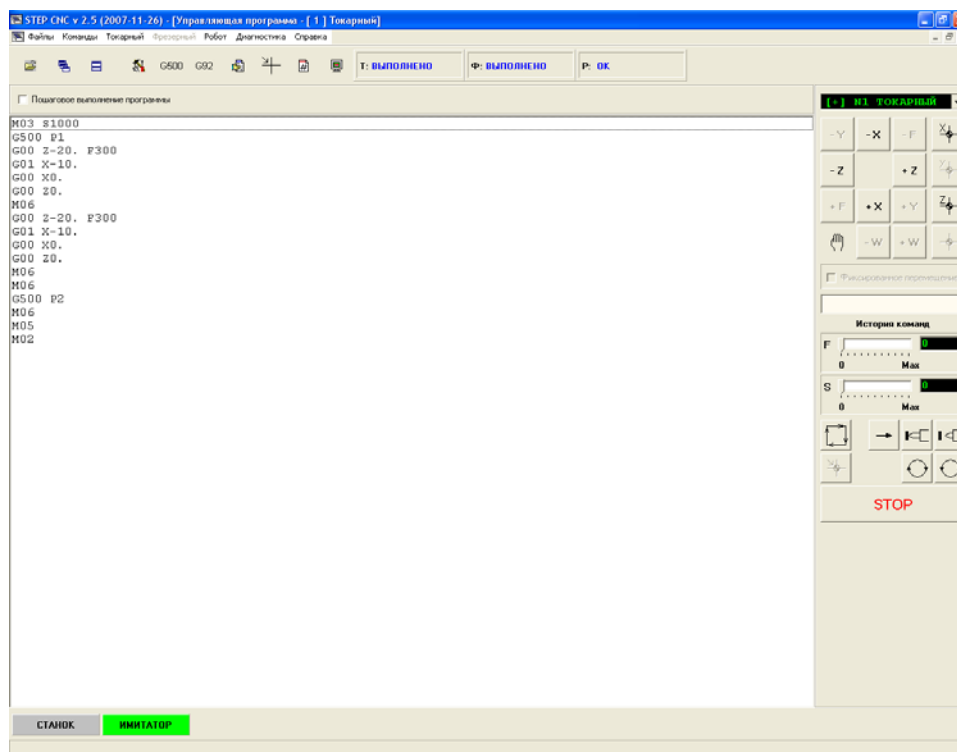



Рис. 8. Панель автоматического режима

Вызов диалога загрузки УП производится нажатием на кнопку .

Текст загруженной УП будет отображён в окне «Программа» панели автоматического режима. Запуск УП производится нажатием кнопки .

5. Меню ФАЙЛЫ

Меню *Файлы* представлено на рис. 9 и содержит позиции, относящиеся к работе с файлами.

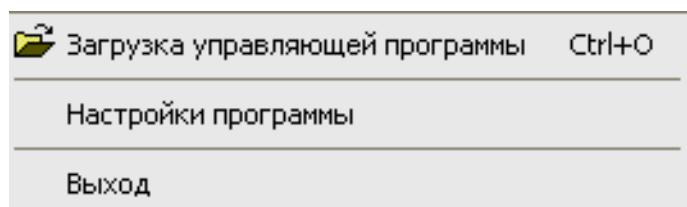


Рис. 9. Меню *Файлы*

«Загрузка управляющей программы **Ctrl + O**» используется для загрузки управляющих программ в режимах ИМИТАТОР и СТАНОК.

«Настройки программы» открывает меню для выбора оболочек для работы: *робот, токарный станок, фрезерный станок*.

При выборе *Токарный станок* открывается меню, содержащее следующие опции:

- видео;
- восстановить заготовку;
- размеры заготовки;
- инструмент;
- вылеты инструмента;
- ноль станка;
- зона запрета;
- фиксированные точки;
- настройки оборудования: показать зоны запрета, показать фиксированные точки.

Рассмотрим кратко назначение этих опций меню.

Видео. Используется для подключения веб-камеры для наблюдения за зоной резания или работой в цикле элементов обслуживания оборудования ГПС.

Восстановить заготовку. Заготовка на имитаторе токарного станка перерисовывается в начальное состояние.

Размеры заготовки. При выборе этой опции открывается меню *Заготовка*, вид которого показан на рис. 10.

В столбце **D** этого меню задаются диаметры заготовки, начиная от левого торца заготовки до правого, последовательно записывая их в строки от 1-й до *n*-й. Напротив диаметра – в столбце **H** указываются

длины участков заготовки с соответствующими диаметрами. Кнопкой «Сохранить» указанные размеры сохраняются и применяются к заготовке в окне визуализации. Кнопка «Загрузить» загружает размеры заготовки из файла.

| D(50 max) | H |
|-----------|----|
| 49 | 79 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Рис. 10. Параметры заготовки

Ноль станка. Этой опцией открывается меню **Ноль станка**, показанное на рис. 11.

X NULL 45.000

Z NULL 150.000

Сохранить

Закреть

Рис. 11. Параметры ноля токарного станка

В меню задаётся в миллиметрах положение *ноля* токарного станка относительно базовой точки. После задания координат ноля их необходимо сохранить кнопкой «Сохранить», затем окно можно закрыть.

Инструмент. Этой опцией открывается «*Редактор инструмента*», вид которого приведён на рис. 12.

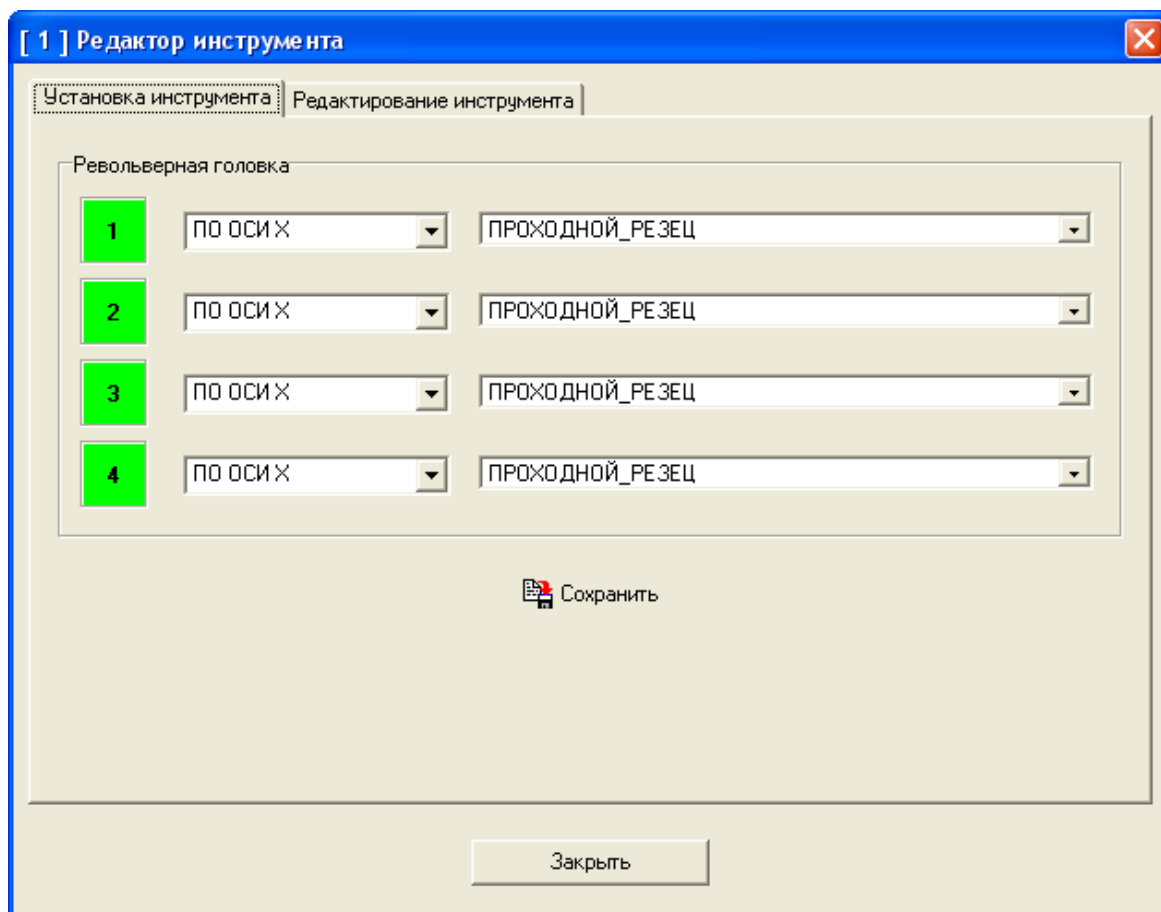


Рис. 12. Установка инструмента

Последовательность работ в редакторе:

В позиции «*Установка инструмента*» установить в необходимую позицию **Револьверной головки** требуемый инструмент. Для этого:

1. У требуемой позиции Револьверной головки выбрать из списка требуемый инструмент.
2. Выбрать положение инструмента: вдоль оси X (оси суппорта) или оси Z (оси шпинделя).
3. Повторить действия 1 и 2 для всех позиций Револьверной головки.
4. Нажать кнопку «Сохранить».

После этого выбранные инструменты будут присвоены указанным позициям Револьверной головки.

Создание и редактирование режущего инструмента выполняется с помощью вкладки «*Редактирование инструмента*» Редактора инструмента. Вид вкладки представлен на рис. 13.

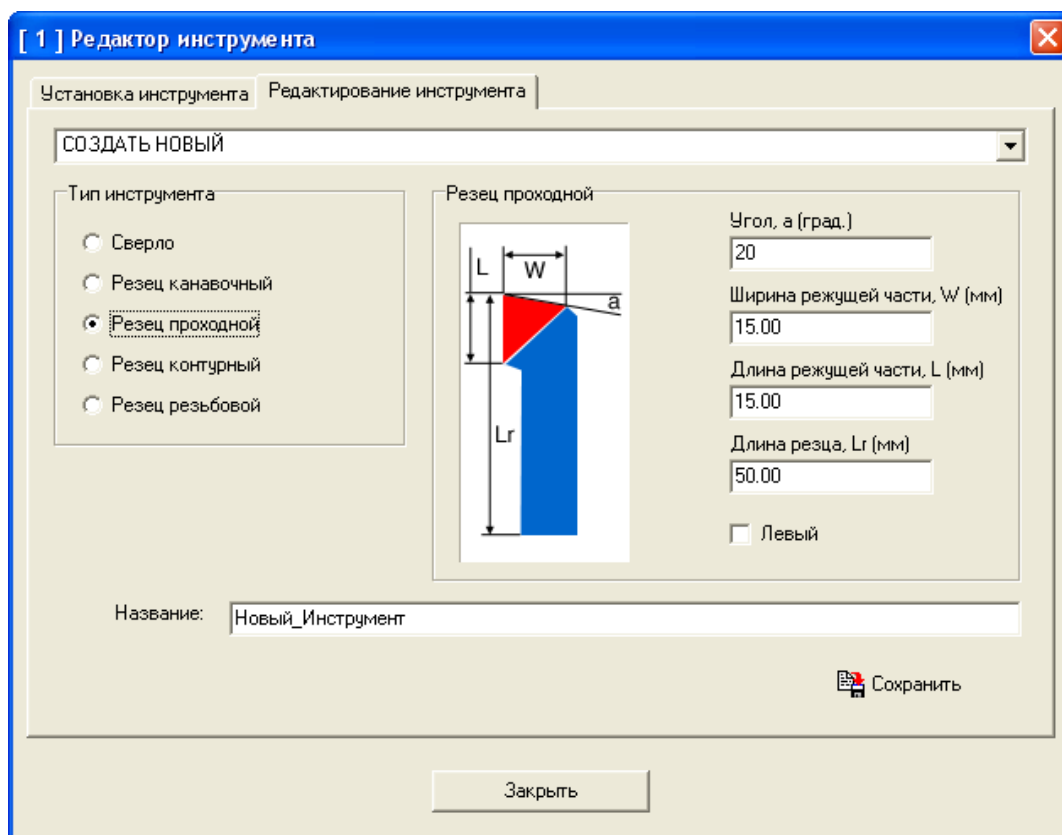


Рис. 13. Редактирование и создание инструмента

Порядок действий при создании нового инструмента:

1. Выбрать в верхнем списке строку «Создать новый».
2. Выбрать тип инструмента в группе «Тип инструмента».
3. Выставить указанные на схеме выбранного инструмента параметры, используемые системой для данного типа инструмента.
4. Ввести название инструмента без пробелов. Если требуются пробелы, то их можно заменить символом «_». Например, строка «Новый инструмент» должна выглядеть – «Новый_инструмент».
5. Нажать кнопку «Сохранить».

Порядок действий при редактировании инструмента:

1. Выбрать в верхнем списке требуемый инструмент.
2. Изменить его параметры, как это требуется.
3. Нажать кнопку «Сохранить».

Вылеты инструмента. Этой опцией меню открывается вкладка «*Параметры инструмента*». Вид вкладки представлен на рис. 14.



Рис. 14. Настройки вылетов инструмента

Дважды щёлкнув мышью по требуемому корректору инструмента, выделить его. При выделении номера инструмента открывается вкладка «Изменение вылетов», вид которой представлен на рис. 15.

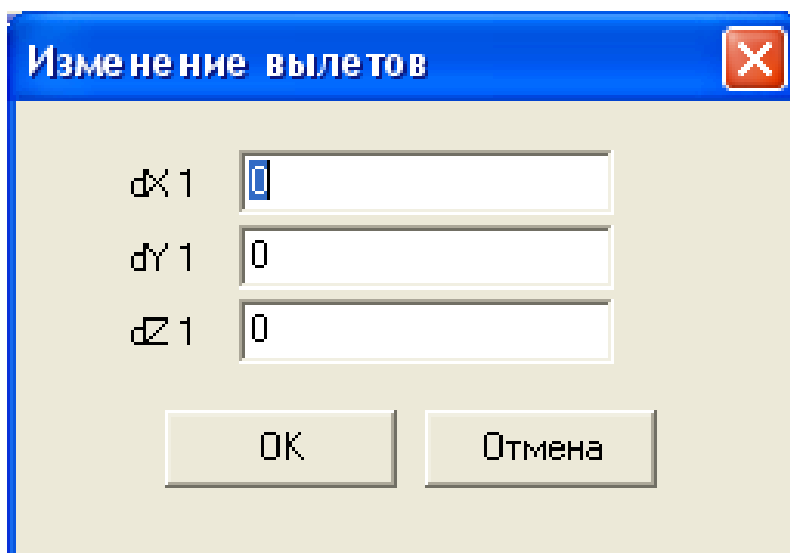


Рис. 15. Изменение значений вылетов

Установить требуемые значения вылета инструмента по всем координатам. Установив значения, нажать кнопку «ОК».

Зоны запрета. Эта опция открывает показанное на рис. 16 меню «Зоны запрета перемещений».

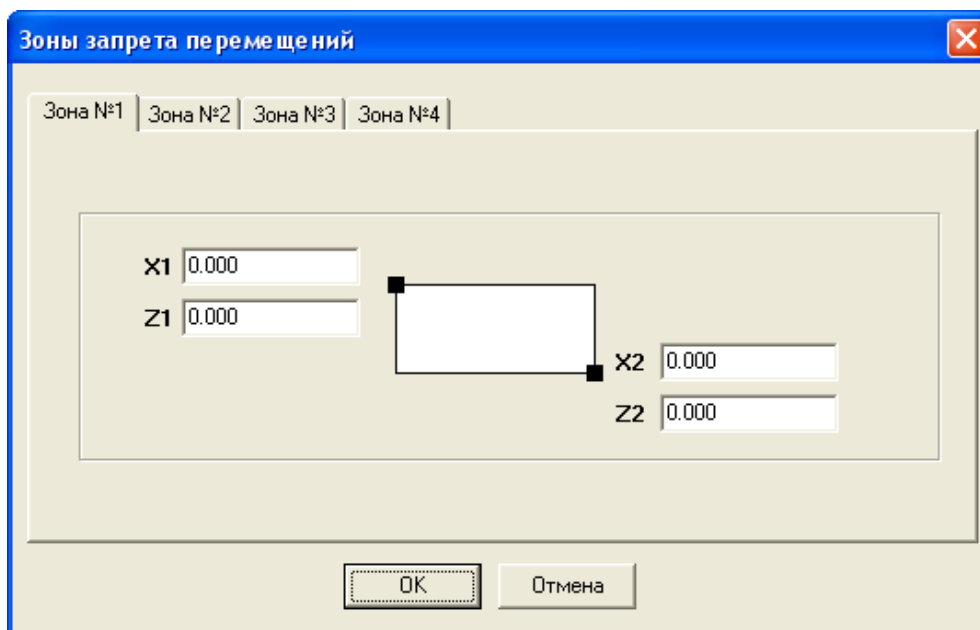


Рис. 16. Настройка четырёх зон запрета

Всего может быть задано 4 зоны запрета. Каждая зона ограничивается прямоугольником, параметры которого задаются в миллиметрах координатами двух вершин в Системе координат станка. Отображение зон запрета на имитаторе токарного станка осуществляется опцией **Показать зону запрета**. Пример отображения зоны запрета 1 приведён на рис. 17.

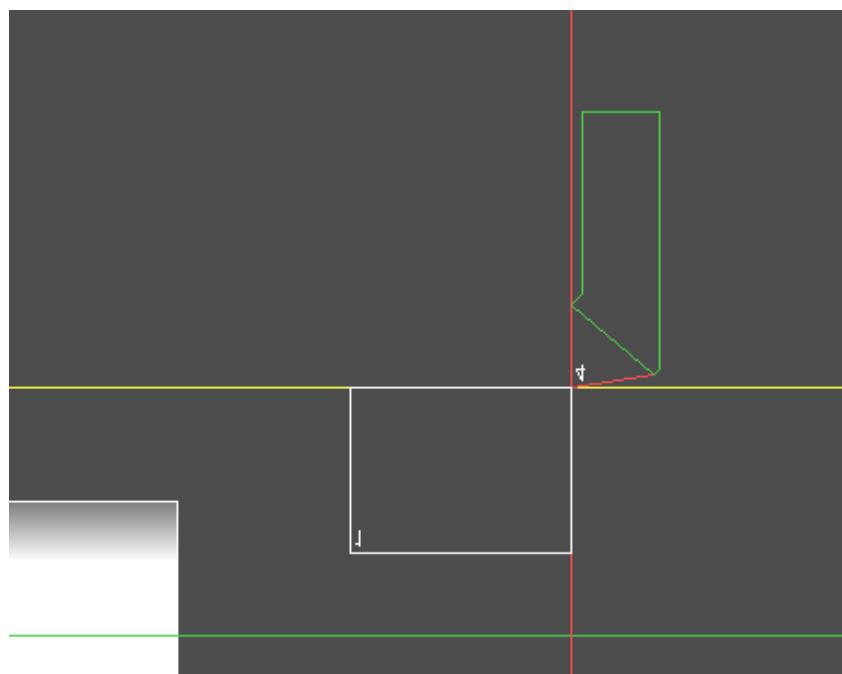


Рис. 17. Отображение зон запрета

При включенном контроле Зон запрета в управляющей программе при пересечении зоны будет остановлено выполнение УП и **будет выдано сообщение об ошибке**.

Показать фиксированные точки. Параметры фиксированных точек настраиваются через меню опцией **Фиксированные точки**. Форма отображения фиксированной точки через опцию **Показать фиксированные точки** приведена на рис. 18.

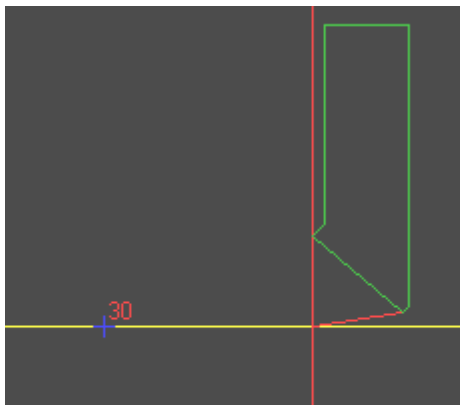


Рис. 18. Отображение фиксированных точек

6. Использование инструмента «ДИАГНОСТИКА»

Окно диагностики открывается либо через Главное меню по маршруту **«Команды – Диагностика»**, либо непосредственно через меню **Диагностика** Панели автоматического режима.

Данный инструмент предназначен для технологического диагностирования кадров Управляющей программы или контроля процесса резания.

Контроль осуществляется по подаче, допустимой:

- прочностью державки;
- жёсткостью державки;
- прочностью твердосплавной пластинки;
- прочностью механизма подачи;
- жёсткостью изделия;
- шероховатостью поверхности;
- крутящим моментом на шпинделе;
- стойкостью резца;
- скоростью резания.

По любому из вышеперечисленных параметров можно включить ограничение, и если во время виртуального выполнения программы значение параметра выйдет за допустимые границы, то произойдёт аварийная остановка процесса «резания».

Допустимую скорость резания можно задать на соответствующей закладке, как показано на рис. 19.

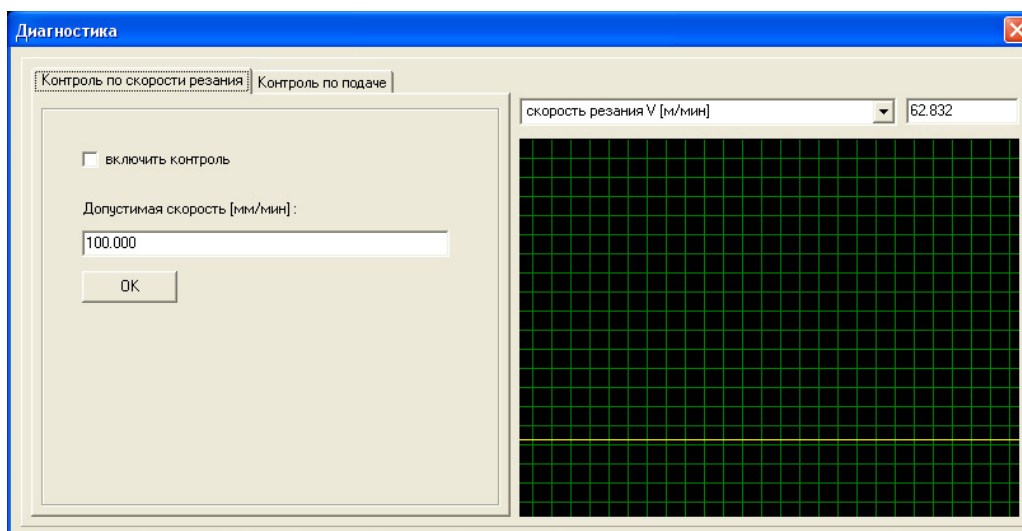


Рис. 19. Задание допустимой скорости резания

Ограничения на подачу рассчитываются по специальным формулам, для которых можно задать исходные данные. При выборе ограничения из выпадающего списка, ниже на панели выводятся поля для ввода исходных данных. Для каждого ограничения существует свой набор данных. На рис. 20, для примера, приведено окно для контроля по подаче, допустимой прочностью державки.

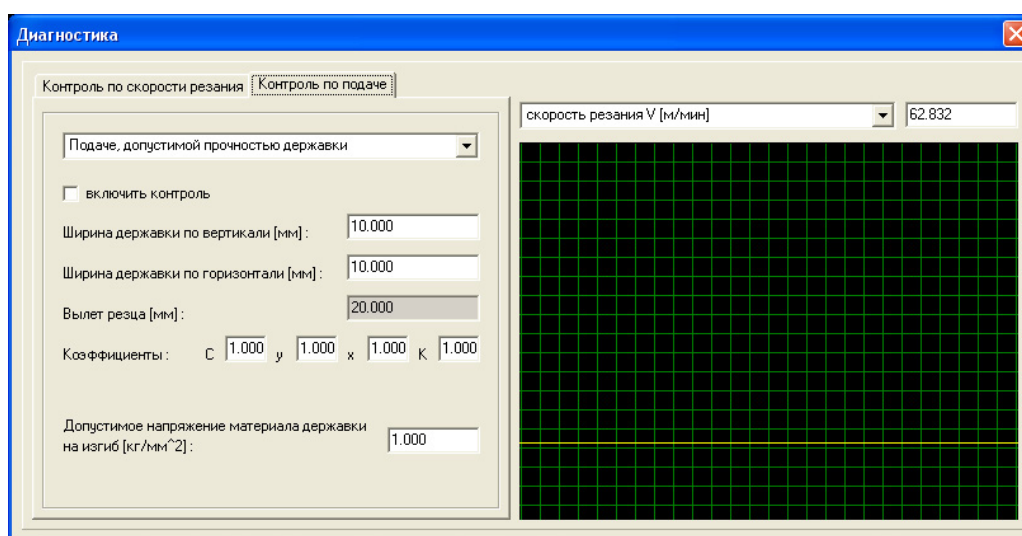


Рис. 20. Контроль по подаче, допустимой прочностью державки

Контроль по выбранному параметру включается с помощью галочки «Включить контроль».

В правой половине окна находится график и выпадающий список, с помощью которого можно выбрать тип информации, отображаемой на графике: «Подача»; «Скорость резания»; «Глубина резания».

Рядом с выпадающим списком находится поле вывода значения текущего параметра.

На графике красным цветом выводится верхняя граница для текущего параметра, если контроль по данному параметру включен. График текущего значения глубины резания выводится синим цветом, а скорости резания или подачи – жёлтым цветом.

Ввод исходных данных для диагностирования управляющих программ может быть осуществлён следующим образом: часть исходных данных берётся из кадра управляющей программы, а другая часть, прежде всего варьируемые параметры, вводятся непосредственно в модуль диагностики в последовательности, предлагаемой программой.

7. Руководство по программированию

Управляющая программа обработки детали состоит из последовательности кадров. Формат кадра определяется ГОСТ 20999-83 и имеет вид: **N04. G02. X+053. Z+053. R+053. I+053. J+053 K+053. F023 F05 E034. S+04. T04. D02. M02. P08. Q08. H04. L04.**

На рис. 21 приведена система координат детали, а на рис. 22 – система координат станка. Обе системы координат являются правыми.

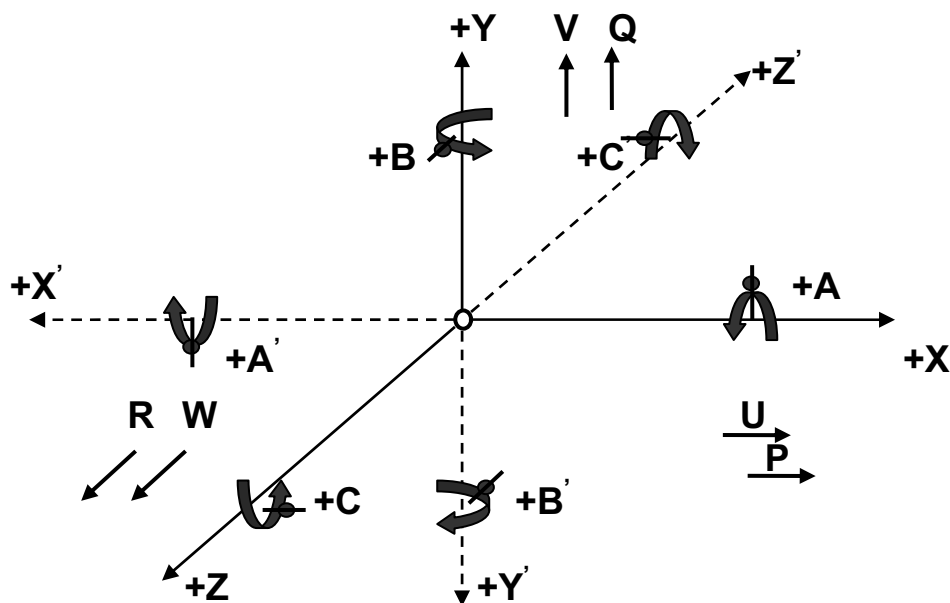


Рис. 21. Система координат детали (СКД)

7.1. Инструкция по использованию G-функций в управляющей программе

Инструкция описывает правила задания систем координат станка и детали, а также особых точек в этих системах координат, а именно:

- учёт в УП реальных условий обработки;
- состав G-функций, их назначение;
- состав буквенных параметров и параметров УЧПУ, необходимых для корректной обработки G-функций.

Система координат станка определяется местоположением начала координат станка – нулевой точки станка. В данном случае применена система плавающего нуля станка, т. е. любое положение крестового стола относительно инструмента может быть принято за нулевое.

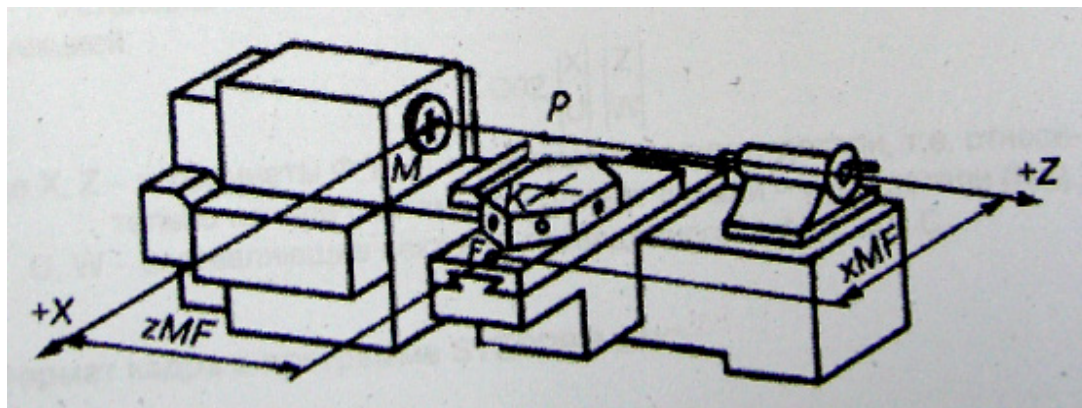


Рис. 22. Система координат станка (CKC)

УЧПУ ориентирована на правую систему координат, при которой взгляд наблюдателя со стороны положительного направления оси Y на квадранты плоскости XZ видит обработку функции круговой интерполяции $G02$ по часовой стрелке.

Установка новой системы координат детали осуществляется функцией:

$$G92 \begin{vmatrix} X & Z \\ U & W \end{vmatrix},$$

где X, Z – координаты фиксированной точки № 1 в системе координат детали, т. е. относительно начала системы координат ноля детали (НД);
 U, W – составляющие вектора, проведённого из НД в НС (ноль станка).

7.2. Формат кадра в программе STEPPER CNC

Каждый отдельный кадр УП должен соответствовать формату: **[Номер кадра] [Команда] [Параметры команды]**.

В одном кадре не должно быть одновременно М- и G-функций, параметрами которых являются одни и те же параметры.

Составляющие кадра отделяются друг от друга **одним пробелом**.

Строка, начинающаяся с символа «;» считается комментарием

Например: ; **Включение шпинделя**

N100 S1000 M03

Параметры и их значения не разделяются пробелами. Например:

X-100.6

Команды и их назначение

| Адресная буква | Назначение символа |
|----------------|---|
| N | Порядковый номер кадра |
| G | Команда задания режима операции (линейная, круговая интерполяция и т. д.) |
| X, Y, Z | Значения координат |
| I, J, K | Координаты центра дуги окружности |
| F | Скорость суппорта |
| S | Скорость вращения шпинделя |
| T | Номер корректора инструмента |
| M | Вспомогательная команда |
| R | Радиус дуги окружности |
| P | Длительность паузы, номер подпрограммы, номер фиксированной точки |
| Q | Параметр команды |

Задание значений координат и параметров

Если значение координаты или радиуса задано с десятичной точкой, то оно задается в миллиметрах.

Если значение координаты или радиуса задано без десятичной точки, то оно задается в дискретах.

Пример: **X100** – сто дискрет; **X100.** – сто миллиметров.

Параметрическое задание значений

Задание значения из параметра

X#200n

Y#210n

Z#220n

Задание значения из переменной

XEn

YEn

ZEn

Задать значение параметра можно следующим образом:

пример: **N10#2005=35.5** – значение параметра 35.5;

N10#2005=E10 – значение из переменной.

Математические операции с параметрами

Сложение

#2001=#2002+#2001 – сумма значений параметров **#2002** и **#2001** записывается в параметр **#2001**.

Вычитание

$\#2001 = \#2002 - \#2001$ – разность значений параметров $\#2002$ и $\#2001$ записывается в параметр $\#2001$.

Умножение

$\#2001 = \#2002 \cdot \#2001$ – произведение значений параметров $\#2002$ и $\#2001$ записывается в параметр $\#2001$.

Деление

$\#2001 = \#2002 / \#2001$ – остаток от деления параметра $\#2002$ на $\#2001$ записывается в параметр $\#2001$.

Задание скоростей суппорта и шпинделя:

- скорость суппорта F_n задаётся в миллиметрах на 1 оборот шпинделя (мм/об);
- скорость шпинделя S_n – в оборотах в минуту (об/мин).

Параметры инструмента:

установка значений вылетов инструмента: $N01 T_n$.

Значения вылетов суммируются с текущей координатой.

Формат файла УП:

- файл управляющей программы представляет собой обычный текстовый файл с расширением **.PRG**;
- каждая отдельная строка файла должна содержать кадр программы или строку комментария, первым символом которой должен быть символ «;»;
- пустые строки игнорируются при загрузке файла.

Ниже приводится таблица функций M , определяющих вспомогательные команды.

Таблица 3

M-функции

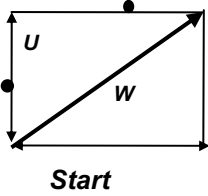
| Обозначение функции | Содержание функции |
|---------------------|--|
| M00 | Программируемый останов выполнения УП. Выполнение будет продолжено после того, как оператор нажмёт кнопку «ОК» в диалоге, вызванном данной функцией. Пример: $N01 M00$ |
| M02 | Остановка выполнения программы. Пример: $N01 M02$ |
| M03 | Включение шпинделя по часовой стрелке. Пример: $N01 S1000 M03$ – Включение на частоту 1000 об/мин |
| M04 | Включение шпинделя против часовой стрелки. Пример: $N01 S1000 M04$ – Включение на частоту 1000 об/мин |
| M05 | Останов шпинделя. Пример: $N01 M05$ |
| M06 | Смена инструмента на одну позицию револьверной головки (РГ). Пример: $N01 M06$. В режиме ИМИТАТОР, совместно с параметром T смена инструмента производится в позицию РГ, указанную параметром T . Например: $N10 T2 M06$ – выбор 2-ой позиции РГ. Так же устанавливаются вылеты для второй позиции РГ |

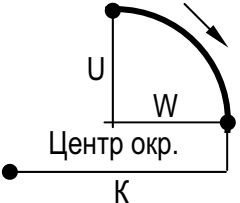
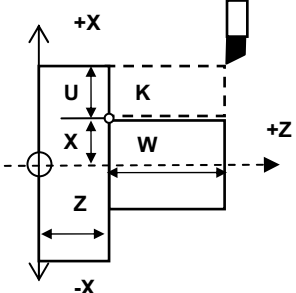
| Обозначение функции | Содержание функции |
|---------------------|--|
| M13 Pn | Зажим детали на токарном станке (движение пиноли вперёд); n – время зажима в секундах. Пример: M13 P10 |
| M14 Pn | Разжим детали на токарном станке (движение пиноли назад); n – время разжима в секундах. Пример: M14 P10 |
| M100 | Установка координат фиксированной точки. Пример: N01 M100 Xn Yn Zn P10 – установка фиксированной точки № 10 с координатами Xn Yn Zn. Допустимо задание значений параметров X, Y, Z из переменных E. Пример: N10 M100 XE11 P4 – установка значения фиксированной точки по координате X равным значению переменной E11. Допустимо задание значений параметров X, Y, Z из параметров 200n, 210n, 220n. Пример: N10 M100 X#2005 P4 – установка значения фиксированной точки по координате X равным значению параметра 2005. |
| M101 | Установка значения переменной E. Пример: N01 M101 @_число_En – запись значения _число_ в переменную En |
| M102 | Установка значений вылетов инструмента. Пример: N01 M102 Xn Yn Zn P_инструмент_ – установка значений вылетов Xn Yn Zn для корректора инструмента с номером _инструмент_. Допустимо задание значений параметров X, Y, Z из параметров 200n, 210n, 220n. Пример: N10 M102 X#2005 P4 – установка вылета по координате X равным значению параметра 2005. |
| M103 | Установка точности аппроксимации дуги окружности. Пример: N01 M103 Cn – разбиение дуги окружности на n частей. В режиме СТАНОК не рекомендуется ставить слишком большую точность (большое значение n). Это снижает быстродействие привода станка |
| M200 | Сравнение параметра E с числом: если $E < @$, тогда _Действие_ Пример: N01 M200 En @_число_G71 P100 – сравнение переменной En с числом: если $E < @$, тогда выполнение функции G71 P100. |
| M201 | Сравнение параметра E с числом: если $E > @$, тогда _Действие_ Пример: N01 M201 En @_число_G71 P100 – сравнение переменной En с числом: если $E > @$, тогда выполняется функция G71 P100. |

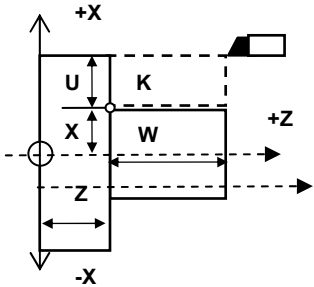
| Обозначение функции | Содержание функции |
|---------------------|---|
| M202 | Сравнение параметра E с числом: если $E = @$, тогда <u>Действие</u> Пример: N01 M202 En @_число_ G71 P100 – сравнение переменной En с числом: если $E = @$, тогда выполняется функция G71 P100. |
| M203 | Сравнение параметра E с числом: если $E \neq @$, тогда <u>Действие</u> Пример: N01 M202 En @_число_ G71 P100 – сравнение переменной En с числом: если $E \neq @$, тогда выполнение функции G71 P100. Примечание: <u>Действие</u> является G-функцией |
| M300 | Сложение $E = E + \text{число}$ Пример: N01 M300 En @_число_ – сложение переменной En с числом и запись результата в переменную En |
| M301 | Вычитание $E = E - \text{число}$ Пример: N01 M301 En @_число_ – вычитание из переменной En числа и запись результата в переменную En |
| M302 | Умножение $E = E \cdot \text{число}$ Пример: N01 M302 En @_число_ – умножение переменной En на число и запись результата в переменную En |
| M303 | Деление $E = E / \text{число}$ Пример: N01 M303 En @_число_ – деление переменной En на число и запись результата в переменную En |
| M305 | Сохранить переменные E в файл Evariables.dat |
| M306 | Загрузить переменные E из файла Evariables.dat |

Таблица 4

G-функции

| Обозначение функции | Содержание функции |
|---------------------|--|
| G00 | Перемещение в точку на максимальной скорости. Пример: N01 G00 XnYnZn |
| G01 | Линейная интерполяция. Пример: N01 G01 XnYnZn, где Xn, Yn, Zn – координаты n-точки интерполяции  |

| Обозначение функции | Содержание функции |
|---------------------|--|
| <p>G02</p> | <p>Круговая интерполяция по часовой стрелке. Пример: N15 G02 U-10. W-10. I-10. K0. F150 – дуга окружности, конечная точка которой находится со смещением I-10. K0. от начальной точки. I – относительное смещение центра окружности относительно начальной точки по координате X. K – относительное смещение центра окружности относительно начальной точки по координате Z. Другой вариант задания дуги – с помощью радиуса дуги окружности. Пример: N10G02 X-40. Z-20. R50 F100</p>  <p>Проверить траекторию дуги можно через файл Test.prq – в него пишется аппроксимированная подпрограмма с использованием функции G01</p> |
| <p>G03</p> | <p>Круговая интерполяция против часовой стрелки (см. G02)</p> |
| <p>G04</p> | <p>Пауза. Пример: N01 G04 P10 – пауза 10 с</p> |
| <p>G20</p> |  <p>Цикл продольного точения с отрицательным радиусом R конуса</p>  <p>Цикл продольного точения с положительным радиусом R конуса</p> <p>Цикл продольного точения. <i>Формат:</i> N...G20 X(U)..Z(W)...F... или N...G20 X(U)..Z(W)... R.. F... (конус) X(U), Z(W) – абсолютные (инкрементные) координаты профиля K, R – размеры в приращениях для конуса по оси X с направлением (+/-), мм</p> <p><i>Примечания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • данный цикл – модальный и отменяется командой G из той же группы; • для последующих кадров необходимо программировать только изменённые координаты, указывая обе координаты X и Z, а так же R – для конуса |

| | | |
|------|---|---|
| G24 |  | <p>Цикл торцевой обработки. <i>Формат:</i> N...G24 X(U)..Z(W)...F... или N...G24 X(U)..Z(W)... R.. F... (конус) X(U), Z(W) – абсолютные (инкрементные) координаты профиля K, R – размеры в приращениях для конуса по оси X с направлением (+/-), мм</p> |
| G25 | Включение контроля зон запрета перемещений. Зоны должны быть определены через меню <i>Токарный станок – Зоны запрета</i> | |
| G26 | Отмена контроля зон запрета | |
| G28 | Нарезание резьбы с одного прохода. Пример: N01 G28 Z-30. E1 – резьба с шагом 1 мм. Перед запуском команды G28 обязательно должно быть запущено главное движение. Параметром E задаётся скорость суппорта в миллиметрах на один оборот шпинделя | |
| G37 | Выход в фиксированную точку. Пример: N01 G37 Pn – выход в точку, заданную параметром n. Например: N01 G37 X-20. Z-30 | |
| G70 | Возврат из подпрограммы. Пример: N01 G70 – последний кадр подпрограммы | |
| G71 | Вызов подпрограммы. Пример: N01 G71 P200 – вызов подпрограммы, которая начинается с кадра 200. Подпрограмма должна завершаться командой G70 | |
| G72 | Безусловный переход на заданный кадр. Пример: N01 G72 N150 или N01 G72 P150 – переход к кадру № 150 | |
| G92 | Задание смещения центра координатной системы. Пример: N01 G92 Xn Yn Zn | |
| G93 | Отмена смещения центра координатной системы. Пример: N01 G93 | |
| G500 | <p>Вывод на экран сообщения с указанным номером. Выполнение УП прерывается. Система ожидает нажатия на кнопку «ОК».</p> <p>Пример: N102 G500 P4 – вывод сообщения с номером P4.</p> <p><i>Редактирование сообщений осуществляется через меню «Настройка – функция G500».</i></p> <p>Пример: N102 G500 Px En – вывод сообщения с номером x и переменной En.</p> <p>Пример: N102 G500 P1 #2xxx – вывод сообщения с номером 1 и параметра #2xxx.</p> | |
| G800 | <p>Обработка заданного числа канавок (в стандарте отсутствует).</p> <p><i>Формат:</i> G800 X{U} Z{W} QP, где Q – относительная глубина канавки по координате X, P – число канавок. Результатом работы цикла является заданное число канавок P с глубиной Q на линии с конечной точкой X{U} Z{W}. Если координата X конечной точки отличается от координаты X начальной точки, канавки будут проточены с учётом изменения координаты X.</p> | |

8. Запуск системы

Последовательность работы со станком изложена в инструкции по эксплуатации станка и является обязательной для исполнения и использования при работе с данным оборудованием. *Несоблюдение этих правил может привести к неправильной работе или даже выходу оборудования из строя.*

Запуск системы проводится в следующей последовательности:

- Вначале нужно убедиться, что питание станка выключено. Индикатор питания на передней панели корпуса блока управления станка должен быть погашен.
- Включить питание ЭВМ. После загрузки операционной системы Windows необходимо запустить программу управления станком.
- При запуске программа управления автоматически переходит в режим работы с Имитатором, в котором можно отлаживать программу, проводить её диагностику.
- После подготовки и отладки программы следует: включить питание станка (кнопка на блоке управления); перейти в режим СТАНОК.
- После завершения работы на станке необходимо выключить питание станка и произвести закрытие управляющей программы.

9. Программа работы

1. Ознакомиться с устройством модуля токарной обработки изделий, устройством минигабаритного токарного станка, его характеристиками.

2. Изучить работу с программой управления станком. В режиме ИМИТАТОР изучить работу в главном окне программы. Освоить операции задания ноля станка, приведения изображения имитатора в соответствие обработки на станке в режиме СТАНОК, запуска и останова управляющей программы, включения работы с реальным станком, настройки минимальной ширины управляющих импульсов шаговых приводов станка.

3. Изучить содержание меню **Файлы** и освоить работу с его опциями.

4. Изучить содержание меню **Токарный**, освоить работу с его опциями.

*Примечание: изучение программы управления, главного окна программы и его элементов, меню **Файлы**, меню **Токарный** проводить для конкретного варианта объекта, выдаваемого преподавателем каждому студенту.*

5. Разработать технологический процесс изготовления детали из заготовки.

6. Разработать управляющую программу для изготовления детали из заготовки, пользуясь приведёнными в табл. 3 и 4 функциями M и G.

7. Провести технологическое диагностирование управляющей программы по скорости резания и подаче, скорректировать управляющую программу.

8. Включить станок, перейти в режим СТАНОК и отработать управляющую программу (без заготовки).

9. Изготовить деталь из заготовки.

10. Выполнить анализ результатов и сделать выводы о работе.

Таблица 5

Варианты заданий

| Детали | Заготовка | | | Материал | Параметр, мм | Вариант | | | | |
|--------|-----------|------------|------------|---|--------------|---------|-----|----|----|----|
| | № вар. | ΔD | ΔH | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 1 | 5 | 4 | 1) пластмасса | X | 10 | 15 | 20 | 12 | 18 |
| | 2 | 5 | 4 | 2) древесина | U | 5 | 7 | 3 | 2 | 4 |
| | 3 | 4 | 6 | 3) алюминий | W | 70 | 65 | 53 | 40 | 30 |
| | 4 | 3 | 5 | 4) медь | Z | 15 | 10 | 7 | 30 | 40 |
| | 1 | 3 | 5 | 1) пластмасса 2) древесина 3) алюминий 4) медь | X | 12 | 14 | 24 | 16 | 22 |
| | 2 | 5 | 5,8 | | U | 10 | 7 | 3 | 14 | 8 |
| | 3 | 3,5 | 4,2 | | W | 30 | 40 | 15 | 50 | 35 |
| | 4 | 4 | 3,7 | | Z | 40 | 23 | 55 | 14 | 25 |
| | 5 | 5 | 5 | | R | 1 | 2,2 | 4 | 8 | 10 |

Примечание.

1. Все размеры в таблице указаны в миллиметрах.
2. Номер варианта задаётся четырёхзначным числом XYZP, где X – номер детали, Y – номер заготовки, Z – номер вида материала, P – номер варианта размеров.
3. Деталь должна изготавливаться за две установки.

10. Содержание отчёта

1. Цель работы.
2. Схема, характеристики станка, краткое описание режимов его работы.
3. Чертежи заготовки и выполненной из неё детали.
4. Технологическая карта изготовления детали.
5. Полученные настройки параметров управляющей программы, рисунок главного окна программы.
6. Управляющая программа для изготовления детали. Рисунок панели автоматического режима.
7. Результаты технологического диагностирования программы. Рисунок окна «Диагностика».
8. Результаты отладки и проверки управляющей программы.
9. Готовая деталь (по указанию преподавателя).
10. Выводы о работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебный минигабаритный токарный станок модели НТ-2Ф3 (SM-250ЕФ3) с компьютерным управлением (для ГПС-1) / П.Г. Мазеин, С.С. Панов и др.: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 110 с.
2. Серебrenицкий П.П., Схиртладзе А.Г. Программирование для автоматизированного оборудования. – М.: Высшая школа, 2002. – 592 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Цель лабораторной работы | 3 |
| 2. Описание учебного гибкого производственного модуля токарной обработки изделий | 3 |
| 2.1. Назначение комплекса, его состав | 3 |
| 3. Работа с программой управления | 6 |
| 4. Главное окно программы | 9 |
| 5. Меню ФАЙЛЫ | 12 |
| 6. Использование инструмента «ДИАГНОСТИКА» | 18 |
| 7. Руководство по программированию | 20 |
| 7.1. Инструкция по использованию G-функций в управляющей программе | 20 |
| 7.2. Формат кадра в программе STEPPER CNC | 21 |
| 8. Запуск системы..... | 28 |
| 9. Программа работы | 28 |
| 10. Содержание отчёта | 30 |
| Список литературы | 30 |

Учебное издание

УПРАВЛЕНИЕ ГИБКИМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ МОДУЛЕМ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 1
по курсам «Гибкие производственные системы»,
«Технологическое оборудование с ЧПУ» для студентов III–IV курсов,
обучающихся по специальностям 220401 «Мехатроника»,
220200 «Автоматизация управления»

Составители

ШКЛЯР Виктор Николаевич
ЛЕОНОВ Сергей Владимирович

Научный редактор
доктор технических наук,
профессор

А.М. Малышенко

Редактор

А.В. Высоцкая

Верстка

В.П. Аршинова

Дизайн обложки

О.Ю. Аршинова


О.А. Дмитриев

Подписано к печати 20.12.2008. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать RISO. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.
Заказ 874. Тираж 100 экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.