

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Методические указания

к выполнению лабораторных работ
для студентов специальностей
6.05050301 «Металлорежущие станки и системы»,
6.05050301 «Инструментальное производство»
всех форм обучения

Утверждено
на заседании
методического совета
Протокол № 1 от 20.10.2016

Краматорск
ДГМА
2016

УДК 621.011.71

Автоматизированный электропривод металлорежущих станков : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 6.05050301 «Металлорежущие станки и системы», 6.05050301 «Инструментальное производство» всех форм обучения / сост.: Полупан И. И., Шаповалов М. В. – Краматорск : ДГМА, 2016. – 23 с.

Содержат краткие сведения о назначении, устройстве, технических возможностях и практическом применении программы ЧПУ Sinumerik 840D. Приведено описание программирования с обучающей программы – эмуляр ЧПУ Sinutrain.

Составители: И. И. Полупан, ассистент,
М. В. Шаповалов, ассистент

Отв. за выпуск В. Д. Ковалев, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие сведения	4
Лабораторная работа 1. Знакомство с программной средой Sinutrain	5
Лабораторная работа 2. Создание управляющей программы для обработки деталей на станке фрезерной группы.....	11
Лабораторная работа 3. Программирование контура обрабатываемой детали	16
Лабораторная работа 4. Программирование обработки заготовки по траектории, заданной уравнениями.....	19
Литература	23

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Современные металлорежущие станки – это высокоразвитые машины, включающие большое число механизмов и использующие механические, электронные, гидравлические, пневматические и другие методы осуществления движений и управления циклом. По конструкции и назначению трудно найти более разнообразные машины, чем металлорежущие станки. На них обрабатывают всевозможные детали – от мельчайших элементов часов и приборов до деталей, размеры которых достигают многих метров, – турбин, прокатных станков, теплоходов.

На станках обрабатывают и простые цилиндрические, и поверхности, описываемые сложными математическими уравнениями или заданные графически, например, для криволинейных кулачков, турбинных лопаток, штампов, лопастей винтов. На станках обрабатываются детали из сталей и чугунов, из цветных, специальных жаропрочных, легких, твердых и других сплавов, из пластмасс, дерева, кварца, ферромагнитных сплавов и других материалов.

Все большее развитие получают станки с программным управлением, в том числе многоцелевые, обеспечивающие высокую мобильность производства, точность и производительность обработки. Автоматика все шире применяется не только для повышения производительности процесса обработки, но и для получения его высоких качественных показателей. Управление от ЭВМ группой станков, возможность оптимизировать процесс обработки и автоматически устанавливать необходимые режимы обработки с учетом изменяющихся условий также характерно для автоматических систем современных станков.

При создании новых станков используются достижения станкостроительной промышленности и науки. Например, на конструкцию станка влияет создание новых типов электродвигателей (высокомоментных, линейных), появление новых датчиков (преобразователей) положения, совершенствование электрогидравлической и оптической аппаратуры, создание новых методов управления от специализированных ЭВМ и т. д. Микропроцессорные устройства управления превращают станок в станочный модуль, сочетающий гибкость и универсальность с высоким уровнем автоматизации.

Современные металлорежущие станки обеспечивают исключительно высокую точность обработанных деталей. Ответственные поверхности наиболее важных деталей машин и приборов обрабатывают на станках с погрешностью в долях микрометров, а шероховатость поверхности при алмазном точении не превышает сотых долей микрометра. Требование к точности постоянно растут, и это, в свою очередь, ставит новые задачи перед инженерами-конструкторами.

Лабораторная работа 1

Знакомство с программной средой Sinutrain

Цель работы: изучить назначение, устройство, технические возможности и практическое применение устройства ЧПУ SINUMERIK 840D. Научится применять на компьютере обучающую программу-эмулятор ЧПУ Sinutrain. Запуск программы Sinutrain.

1.1 Краткие теоретические сведения

SINUMERIK 840D – это система управления ЧПУ для обрабатывающих станков, предлагающая благодаря модульности, открытости и убедительной унифицированной структуре значительные возможности при управлении, программировании и визуализации. SINUMERIK 840D представляет собой системную платформу с основополагающими функциями практически для всех технологий (рис.1.1). В комбинации с линейкой приводов SIMODRIVE 611 digital и расширением на систему автоматизации SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D образует цифровую комплексную систему, подходящую прежде всего для сложных задач обработки и характеризующуюся высокой динамикой и точностью.



Рисунок 1.1– Общий вид устройства ЧПУ SINUMERIK 840D

SINUMERIK 840D используется в технологиях: токарная обработка, сверление, фрезерование, шлифование, лазерная обработка, вырубка, штамповка, в изготовлении инструмента и форм, как управление для прессов, в приложениях High-Speed-Cutting, а также в обработке дерева и стекла, в манипуляторах, на автоматических линиях и агрегатных станках, а также в крупносерийном производстве и производстве JobShop.

SINUMERIK 840D объединяет на одном модуле NCU задачи ЧПУ, PLC и коммуникации. Высокопроизводительный многопроцессорный модуль NCU после установки в NCU-Box напрямую интегрируется в цифровую линейку приводов SIMODRIVE 611, при этом он размещается справа

рядом с модулем E/R. Все NCU имеют подключение 4-х быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ уже onboard. Другие быстрые входы/выходы могут быть подключены через терминальные блоки NCU на приводной шине.

К устройству могут быть подключены следующие компоненты:

- SINUMERIK панель оператора с PCU и станочный пульт;
- панель SIMATIC SE;
- SIMATIC OP7/OP17;
- SINUMERIK кнопочная панель;
- SINUMERIK РПУ типа В-MPI;
- SINUMERIK Handheld Terminal HT 6;
- SINUMERIK Мини-РПУ;
- периферия SIMATIC S7-300;
- SINUMERIK модуль простой периферии EFP;
- SINUMERIK Терминальный блок NCU с компактными модулями DMP;
- 2 маховичка, 2 измерительных щупа и по 4 быстрых входов/выходов ЧПУ через кабельный распределитель;
- децентрализованная периферия PLC через подключение PROFIBUS DP;
- линейка приводов SIMODRIVE 611 digital;
- программатор;
- двигатели SIMODRIVE 1FK, 1FT, 1FN, 1FW, 1PH, 1FE1, 2SP1 и 1LA.

ПО (SinuTrain/JobShop) предназначено для создания и симуляции программ ЧПУ на PC на базе языка программирования DIN 66025, а также продуктов ShopMill, ShopTurn и ManualTurn + языковые команды типа SINUMERIK 810D, 840D, 840Di.

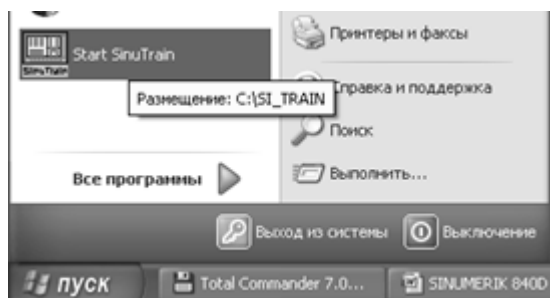


Рисунок 1.2 – Окно запуска программного обеспечения

Запускается программное обеспечение через иконку на рабочем столе или через строку стартового меню (рис.1.2).

В следующем окне существует выбор между двумя технологиями (фрезерная/токарная обработка) и типом управления инструментом (рис.1.3).

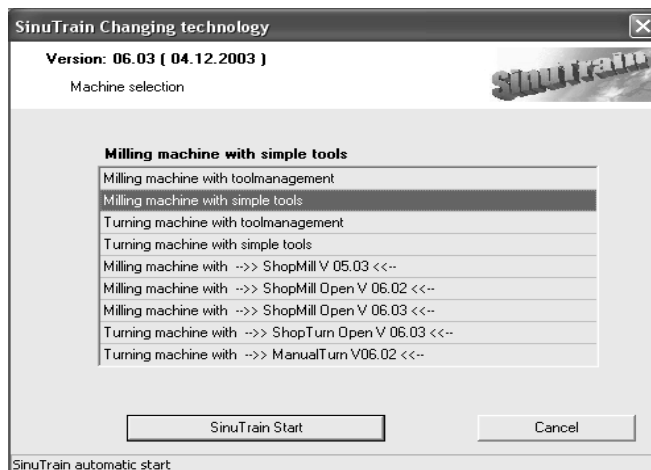


Рисунок 1.3 – Окно выбора технологической операции

Основные функции программы делятся на следующие рабочие зоны в управлении, представленные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Рабочие зоны

Раб. зона	Назначение
СТАНОК	Выполнение программ детали, ручное управление
ПАРАМЕТРЫ	Редактирование данных программ, управление инструментом
ПРОГРАММА	Разработка и адаптация программ детали
СЕРВИС	Считывание/запись программ и данных
ДИАГНОСТИКА	Аварийные и сервисные сообщения
ПУСК	Адаптация CNC данных к станку
СОЕДИНЕНИЕ	Установка линии связи

После включения СЧПУ находится в области управления «СТАНОК» (MACHINE) (рис.1.4).

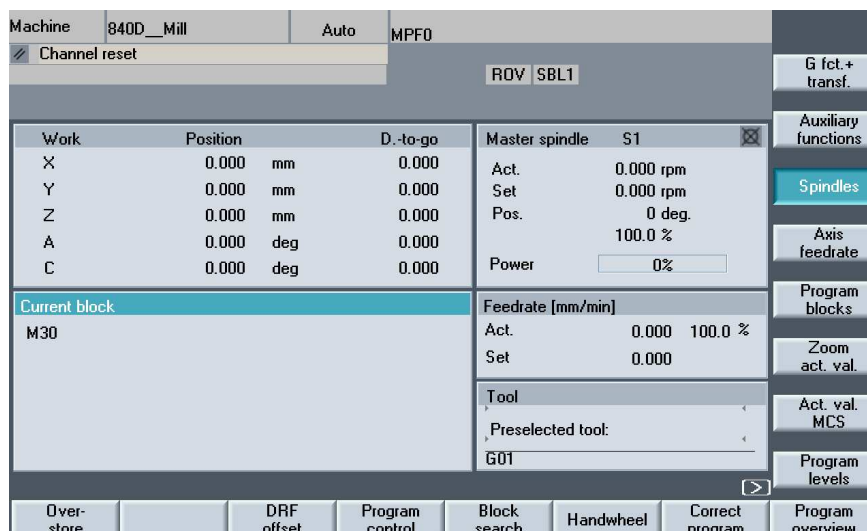


Рисунок 1.4 – Окно рабочей зоны СТАНОК

В активной области «СТАНОК» осуществляется непосредственное управление станком. Здесь можно перемещать оси вручную, осуществлять касание или запускать выполнение программ ЧПУ.

Рабочая зона Станок состоит из всех функций и переменных управления, которые запускают действия на станке и определяют состояние. Зона Станок имеет 3 режима:

- Jog (Ручной);
- MDA (Преднабор);
- Automatic (Автомат).

NC-управления:

- перемещение инструментов;
- перемещение детали и т.д.

В основном дисплее режима Ручной отображаются позиция, скорость подачи, значения шпинделя и инструмента.

В режиме "MDA (Преднабор)" можно записать и запустить программу детали поблочно. Можно ввести необходимые перемещения как блоки единичной программы детали в управление при помощи панели управления оператора. Управление выполняет блоки, введенные нажатием кнопки "NC start"(Пуск NC).

В режиме "Automatic (Автомат)" можно программу детали выполнять полностью автоматически, т.е. это режим для обычной обработки детали. Программа детали может быть введена через V.24 интерфейс, непосредственно через панель управления оператора или в режиме "MDA (Преднабор)"

С помощью «клавиши переключения области» можно, независимо от текущей ситуации управления, открыть главное меню с областями управления СЧПУ (рис.1.5).

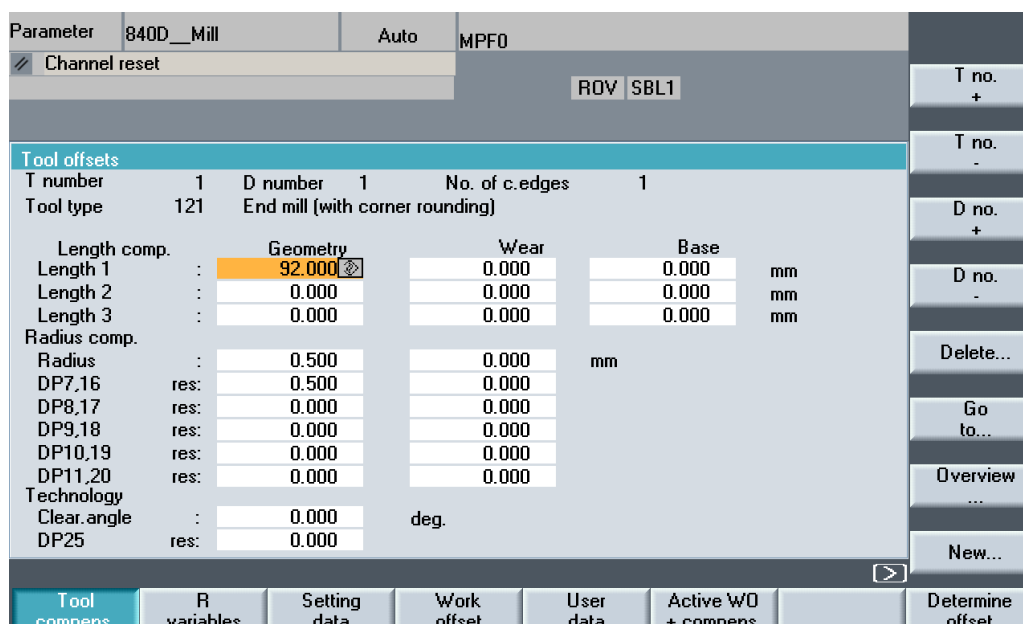


Рисунок 1.5 – Окно рабочей зоны ПАРАМЕТРЫ

Рабочая зона «ПАРАМЕТРЫ» (Parameter) позволяет задавать параметры инструмента или выбирать стандартные: T – номер инструмента, D – номер кромки инструмента. Любое поле данных, которое может быть вызвано с номером D, содержит не только геометрическую информацию об инструменте, а также тип инструмента– сверло, фреза и т.д. (рис.1.6).

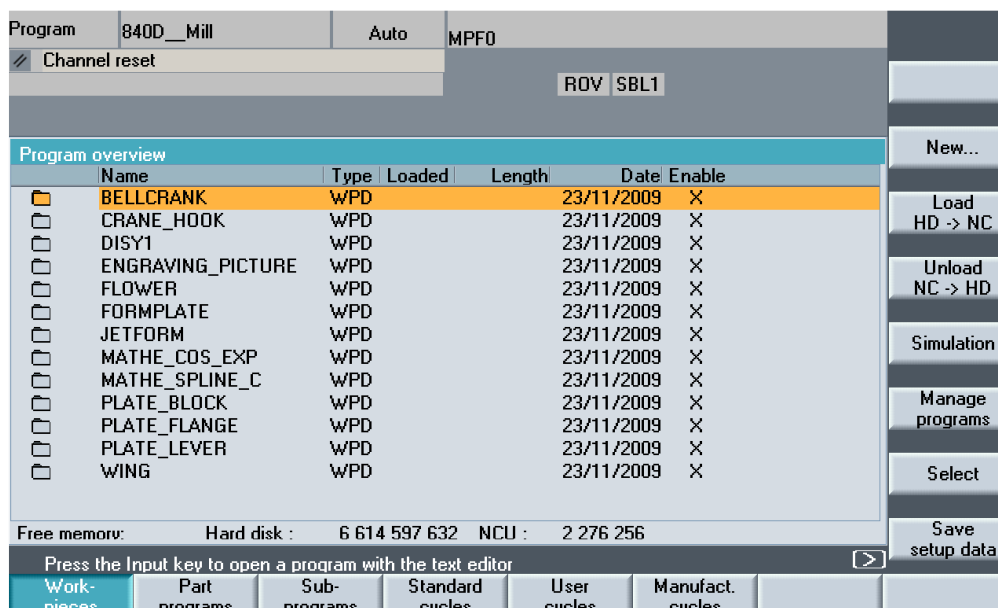


Рисунок 1.6 – Окно рабочей зоны ПРОГРАММЫ

В области управления «ПРОГРАММЫ» (Program) осуществляется запись и симулирование программ ЧПУ. Главные программы и подпрограммы сохраняются в памяти программы. Кроме этого имеется множество типов файлов, которые могут быть в буферах и переданы (например для инициализации) в рабочую память.

Следующие типы файлов могут храниться в памяти программы:

- имя.MPF – главная программа;
- имя.SPF – подпрограмма;
- имя.TEA – данные станка;
- имя.SEA – установочные данные;
- имя.TOA – смещение инструмента;
- имя.UFR – смещение нуля / рамки;
- имя.INI – инициализация;
- имя.GUD – глобальные данные пользователя;
- имя.COM – комментарии;
- имя.DEF – определение глобальных данных пользователя и макросы.

Не только файлы, но и директории могут иметь расширение:

- имя.DIR – общая директория включает программу и модули данных, дополнительные директории и другие директории с расширением DIR;
- имя.WPD – директория детали содержит программу и модули данных, которые относятся к детали. (Он не должен включать другие директории с расширением DIR или WPD.);

– имя.CLP – все файлы и типы директорий могут быть созданы и сохранены здесь. Окно рабочей зоны СЕРВИС приведено на рис.1.7.

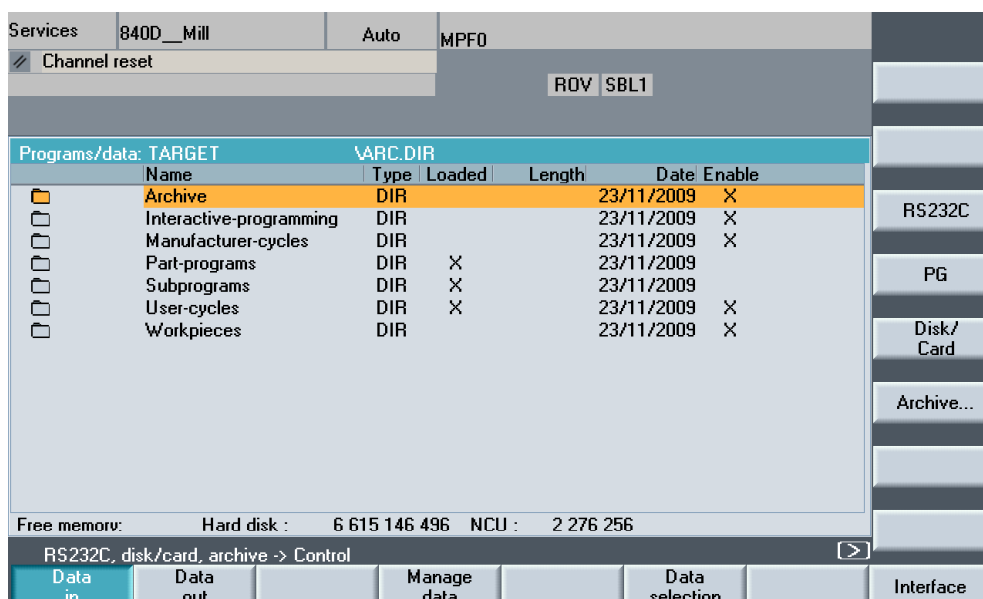


Рисунок 1.7 – Окно рабочей зоны СЕРВИС

В активной области управления «СЕРВИС» (Services) можно управлять файлами и загружать/выгружать их через последовательный интерфейс или дискету.

В активной области «ДИАГНОСТИКА» (Diagnosis) показываются и документируются ошибки и сервисная информация.

Активная область управления «ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ» (Startup) используется системными специалистами для согласования данных ЧПУ со станком.

1.2 Порядок выполнения работы

1 Запустить программу Sinutrain (Пуск>Программы>Sinutrain...> SinuTrain START) либо через иконку на рабочем столе.

2 Выбрать технологию – фрезерная/токарная (Milling/Turning).

3 Перейти в рабочую зону «ПРОГРАММЫ». При нажатии F10 в горизонтальной панели программных клавишах показываются все рабочие зоны. Переключение рабочих зон происходит с помощью мыши либо клавиатуры (F1...F6). Рабочей зоне «ПРОГРАММЫ» соответствует F3.

4 Создать рабочую директорию для программ. В рабочей зоне на вертикальной панели клавиш выбрать окно New. На панели в диалоговом окне записать имя файла, после чего нажать Enter. Далее из списка Data type выбрать расширение WPD и нажать ОК.

5 Создание подпрограммы для обработки детали. Необходимо открыть папку и выбрать снова окно New. В диалоговом окне написать имя файла и выбрать расширение для подпрограммы (MPF). Далее автоматиче-

ски создается программа и открывается редактор. В окне Editor происходит запись программы для обработки. Выход из редактирования с помощью Close editor.

6 Активация рабочей программы в память ЧПУ. Войти в рабочую зону «СТАНОК» и выбрать иконку PROGRAM OVERVIEW. В открытом окне произвести скачивание рабочей программы LABA2 в ЧПУ с помощью иконки LOAD HD->NC и последующем выборе Select. После загрузки напротив выбранной программы появится символ X. Программа разместится в основном окне рабочей зоны в области Current block.

7 Удаление рабочей программы из устройства ЧПУ. Процесс удаления аналогичен предыдущему. В открытом окне PROGRAM OVERVIEW процесс удаления происходит с помощью команды UNLOAD NC->HD.

8 Выход из программного обеспечения Sinutrain. Для выхода из программного обеспечения необходимо нажать F10 и выбрать в горизонтальной панели программных клавиш выбрать иконку Exit.

1.3 Содержание отчета

- наименование работы;
- цель работы;
- краткое описание работы программного обеспечения;
- выводы по работе.

1.4 Контрольные вопросы

- 1 Какие компоненты могут быть подключены к устройству ЧПУ?
- 2 На какие зоны делятся основные функции программы УЧПУ?
- 3 Какие функции входят в рабочую зону СТАНОК, ПАРАМЕТРЫ?
- 4 Какие функции входят в рабочую зону ПРОГРАММЫ?
- 5 Какие типы файлов могут храниться в памяти программы.

Лабораторная работа 2

Создание управляющей программы для обработки деталей на станке фрезерной группы

Цель работы: ознакомление с основными элементами программирования, структурой и содержанием программы ЧПУ, изучение основных функции программирования.

2.1 Краткие теоретические сведения

Для записи NC программ используются буквы английского алфавита и арабские числа. NC программа составлена по блокам, а каждый блок состоит из слов. Слово в языке программы NC состоит из характера адреса и числа или последовательности чисел, представляющих арифметическое значение. Характером адреса слова обычно является буква. Последовательность чисел может включать начальный знак и десятичная точка. Начальный знак обычно появляется между буквой адреса и последовательностью чисел. Положительный начальный знак (+) не может быть определен.

Адресами являются фиксированные или переменные идентификаторы осей (X, Y, ...), скорости шпинделя (S), скорости подачи (F), радиус круга (CR) и т.д. Основные адреса управляющей программы приведены в таблице 2.1:

Чтобы структура блока была по возможности четче, слова в блоке должны распределяться следующим образом:

Пример:

N10 G...X...Y...Z...F...S...T...D...M...H...

Обозначение адресов приведено в таблице 2.2:

Таблица 2.1 – Основные адреса управляющей программы

<i>Адрес</i>	<i>Значение (установка по умолчанию)</i>
D	N режущей кромки инструмента
F	Подача
G	Подготовительная функция
H	Осевая функция
L	Вызов подпрограммы
M	Смешанная функция
N	Подблок
P	Число ходов программы
R	Арифметический параметр
S	Скорость шпинделя
T	Номер инструмента
:	Главный блок

Таблица 2.2 – Обозначение адресов в программе NC

<i>Адрес</i>	<i>Значение</i>
N	Адрес номера блока
10	Номер блока
G	Подготовительная функция
X, Y, Z	Позиционные данные
F	Подача
S	Скорость
T	Инструмент
D	Номер смещения инструмента
M	Смешанная функция
H	Осевая функция

Блоки, которые не выполняются в каждом этапе программы, могут быть пропущены. Блоки, которые пропущены, идентифицируются характером "/" перед номером блока. Несколько последовательных блоков могут быть пропущены. Команды в пропущенных блоках не выполняются; программа продолжается со следующим блоком, который не опускается. Чтобы NC программы было легче понять другим пользователям и программистам, рекомендуется вставить в программе комментарии. Комментарии идут в конце блока и отделяются от части программы NC блока точкой с запятой (";").

Пример:

N10 G1 F100 X10 Y20; комментарии объяснения NC блока:

– для "конца программы" должно появиться слово в последнем блоке последовательности: M2, M30, M17 или RET.

Сообщения могут быть запрограммированы для обеспечения пользователя информацией о текущей ситуации обработки во время выполнения программы. Сообщение, сгенерированное в NC программе вставкой пароля "MSG" в скобках "()" с последующим текстом сообщения в кавычках. Сообщение может быть стерто также программированием "MSG()".

Пример:

N10 MSG ("Roughing contour"); Активизировать сообщение

N20 X... Y...

N ...

N90 MSG (); Очистить сообщение из N10

2.2 Порядок выполнения работы

1 Создать рабочую программу в рабочей директории (см. ЛР№1).

2 Рассчитать координаты перемещения инструмента по рабочей плоскости.

Подготовка чертежа детали:

– определить ноль детали;

– начертить в системе координат.

Определение последовательности обработки.

Для определения последовательности обработки необходимо ответить на следующие вопросы:

– какие инструменты, когда должны использоваться и какой контур обрабатывать? (рабочая зона PARAMETER);

– в какой последовательности должны обрабатываться отдельные элементы?

– какие отдельные элементы повторяются (даже если вращаются) и какие должны быть сохранены в подпрограмме?

– эти или похожие контуры существуют уже в других программах или подпрограммах детали, которые будут здесь использоваться?

– где целесообразно или необходимо осуществлять смещение нуля, отражения или масштабирования (концепция кадра)?

Подготовка графика работы

Определить процессы обработки в шагах, т.е.:

- быстрые перемещения позиционирования;
- смена инструмента;
- нивелировка или калибровка;
- включение/выключение шпинделя сож;
- вызов данных инструмента;
- подача на врезание;
- корректировка траектории;
- подвод траектории;
- отвод от контура;
- и т.д.

3 Войти в окно Simulation и выбрать размеры заготовки.

Размеры заготовки выбираются исходя из трехмерной системы координат в окне Settings (рис.2.1).

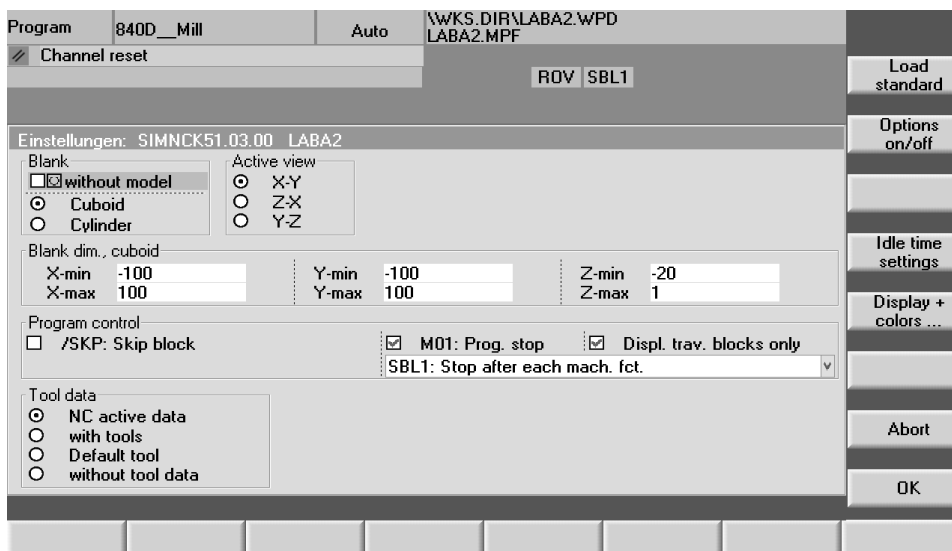


Рисунок 2.1 – Окно для определения размеров заготовки

4 Написать управляющую программу в зависимости от чертежа детали.

Перемещения инструмента, запрограммированные с G0, выполняются с возможно самой высокой скоростью (быстрое перемещение). Скорость быстрого перемещения определяется отдельно в данных станка (номинальная скорость двигателя). G0 используется для подвода начальных позиций или точек смены инструмента, отвода инструмента и т.д.

Для обработки заготовки используется G1 (активируется скорость подачи). Перемещения инструмента со скоростью подачи F по прямой линии от текущей исходной точки к запрограммированной точке назначения. Деталь обрабатывается по траектории.

Для прямолинейного перемещения инструмента достаточно задать координаты конечной точки. В этом случае инструмент будет перемещаться по кратчайшему расстоянию. Если в последующей операции перемеще-

ние происходит не по всем координатам, в строке программы указываются только активные.

В случае криволинейного перемещения инструмента используется криволинейная интерполяция:

– G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...;

– G2 – перемещение по круговой траектории по часовой стрелке;

– G3 – перемещение по круговой траектории против часовой стрелки;

– X Y Z – конечная точка в Декартовой системе координат;

– I J K – центр круга в Декартовой системе координат (в X, Y, Z направлении);

Пример:

N20 X0 Y10 Z10 – перемещение инструмента в точку с координатами (0,10,10);

N30 X10 Y0 – перемещение инструмента в точку с координатами (10, 0, 10);

N40 Z-10 – перемещение инструмента в точку с координатами (10, 15, -10);

N50 G2 X30 Y0 I=AC(20) J=AC(0) – обработка по радиусу 10 мм.

5 Сохранить управляющую программу

6 Произвести симуляцию технологического процесса

2.3 Содержание отчета

– наименование работы;

– цель работы;

– краткое описание структуры описания управляющей программы;

– чертеж заданной детали;

– программа обработки обрабатываемой детали;

– вывод по работе.

2.4 Контрольные вопросы

1 Определение последовательности обработки.

2 Как выбираются размеры заготовки в программном обеспечении Sinutrain?

3 Из чего состоит слово в языке программы NC?

4 Какая последовательность слов в кадре программы?

5 Как программируются прямолинейные и криволинейные перемещения инструмента?

Лабораторная работа 3

Программирование контура обрабатываемой детали

Цель работы: научиться программировать контур обрабатываемой детали; загружать ее в виде подпрограммы в управляющую программу.

3.1 Краткие теоретические сведения

Для облегчения программирования контура обрабатываемой детали в программной среде Sinutrain существует рабочее поле Contour.

Этапы контурной программы создаются из сориентированной геометрии, если непрерывные контурные зоны предназначены для определения траектории, использованной для обработки детали. Вся контурная зона должна определяться математически. Отдельные элементы контура, однако могут быть определены частично. Интегрированный контурный калькулятор высокой разрешающей способности (процессор данных) разрабатывает смешанные точки резания и осуществляет геометрические взаимоотношения между неопределенными контурными элементами и известными элементами контурного сечения.

Следующее контурное сечение обеспечивает полный просмотр работы функции "ориентированная геометрия".

Возможно также вызвать вспомогательные экраны контурных элементов, когда открывается диалоговый экран.

Для вызова поля в рабочей программе или подпрограмме необходимо в горизонтальной панели клавиш выйти на окно Contour. В нем с помощью вертикальных клавиш и диалоговых окон задать траекторию контура.

После подтверждения диалогового экрана "Start Point (Точка пуска)" необходимые контурные элементы появляются на вертикальных программных кнопках. Кнопка "Finish Contour (Окончание контура)" используется для активизации рабочего уровня для покидания контурного калькулятора.

4 контурных элемента имеется для определения контурного сечения:

– Start Point (исходная точка): раз после выбора контурного калькулятора;

– Straight line (прямая линия): вверх/вниз/налево/направо, любая;

– Arc (дуга): с любым направлением вращения;

– Macro (макро): из основных базовых элементов, названных выше.

Рабочая среда Contour приведена на рисунке 3.1.

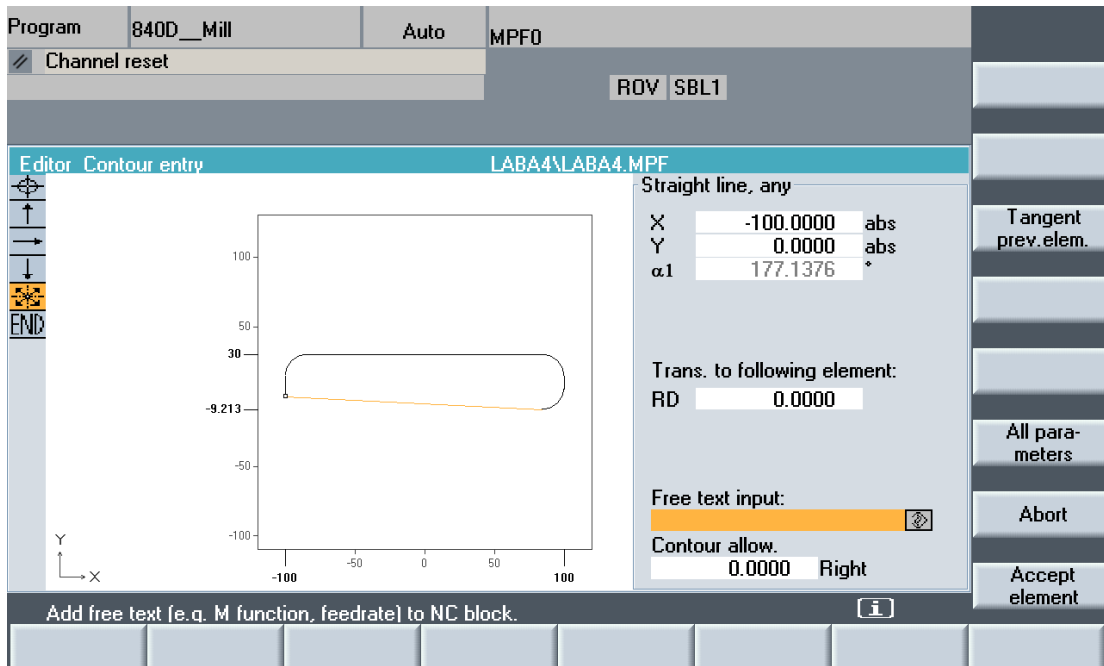


Рисунок 3.1 – Рабочая среда Contour

3.2 Порядок выполнения работы

- 1 Создать рабочую программу в новой директории. В рабочей программе выбрать параметры заготовки и инструмента.
- 2 Создать подпрограмму. Подпрограммы создаются в существующей директории с расширением SPF. Пример для контура на рисунке 3.2.

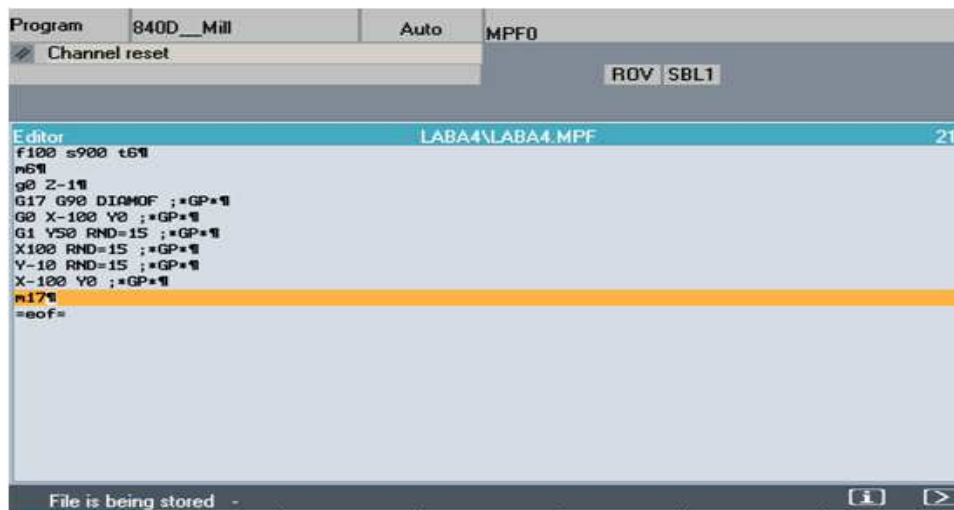


Рисунок 3.2 – Пример программирования контура в среде Sinutrain

- 3 В данной подпрограмме запрограммировать контур обрабатываемой детали с помощью рабочей среды Contour. После описания контура в подпрограмму автоматически запишется алфавитно-цифровой код. Подпрограмму необходимо завершить с помощью команды M17 и сохранить. В режиме симуляции можно сравнить обработанный контур с заданным.

4 Войти в основную программу и вызвать в ней с помощью команды MCALL сохраненную подпрограмму обработки контура. MCALL имя подпрограммы.

5 В режиме симуляции проверить правильность составления управляющей программы. Окно симуляции управляющей программы приведено на рисунке 3.3:

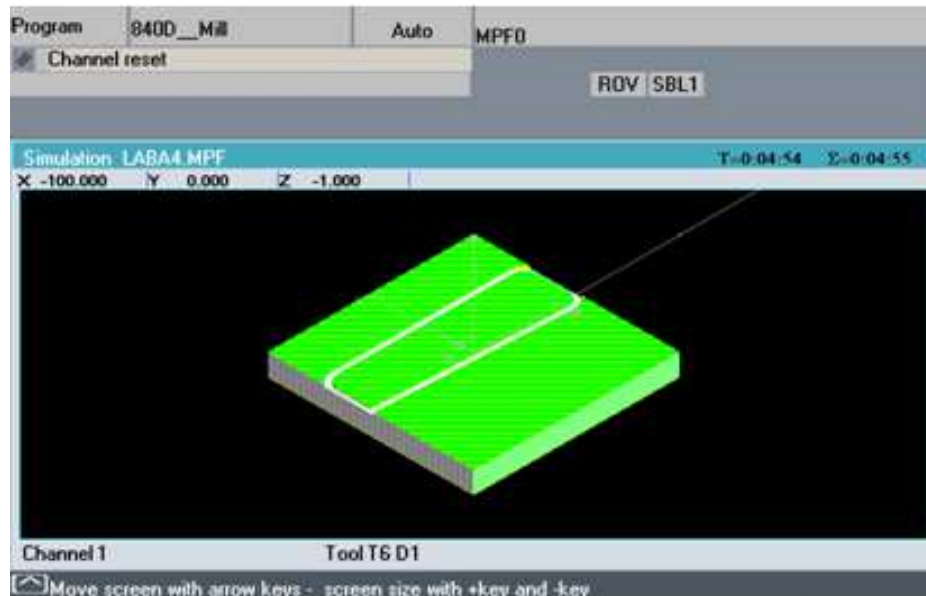


Рисунок 3.3 – Окно симуляции управляющей программы

3.3 Содержание отчета

- наименование работы;
- цель работы;
- краткое описание структуры рабочего поля Contour;
- чертеж заданной детали;
- программа обработки обрабатываемой детали;
- вывод по работе.

3.4 Контрольные вопросы

- 1 Описание рабочего поля Contour.
- 2 Этапы контурного программирования.
- 3 Какие элементы имеются для определения контурного сечения?
- 4 Каким образом происходит вызов подпрограммы?
- 5 Какое расширение имеет подпрограмма?

Лабораторная работа 4

Программирование обработки заготовки по траектории, заданной уравнениями

Цель работы: научиться составлять программу обработки заготовки по траектории, заданной уравнениями.

4.1 Краткие теоретические сведения

В системе числового программного управления при составлении управляющей программы для сложных траекторий используются математические уравнения. В таблице 4.1 приводятся следующие операторы (арифметические функции).

Таблица 4.1 – Математические операторы в языке NC

+	Сложение
-	Вычитание
*	Умножение
/	Деление Примечание: (Тип INT)/(Тип INT)=(Тип REAL); пример: 3/4=0.75
DIV	Деление, только для типа переменных INT Примечание: (Тип INT)DIV(Тип INT)=(Тип INT); пример: 3DIV4=0
MOD	Модульное деление (только для типа INT) получает остаток INT деления, т.е. 3MOD 4=3
:	Цепной оператор (для переменных FRAME)
Sin ()	Синус
COS()	Косинус
TAN()	Тангенс
ASIN()	Синус дуги
ACOS()	Косинус дуги
ATAN2(,)	Тангенс дуги 2
SQRT()	Квадратный корень
ABS()	Абсолютный номер
POT()	Мощность Z (квадрат)
TRUNC()	Усечение до целого
ROUND()	Округление до целого
LN()	Натуральный логарифм
EXP()	Показательная функция

Значение может присваиваться адресу. Способ присвоения зависит от типа имени адреса. Знак "=" должен вставляться между именем адреса и значением, если имя адреса состоит из более одной буквы или значение состоит из более одного постоянного

Знак "=" может быть опущен или имя адреса состоит из одной буквы, а значение из одного постоянного. Ведущие знаки разрешаются, а операторы позволяют после буквы адреса.

Пример:

X10	Присвоение значения (10) адресу X, "=" не требуется
X1=10	Присвоение значения (10) адресу X с числовым расширением (1), "=" не требуется
FGROUP (X1, X2)	Имена осей из прошедших параметров
AXDATA [X1]	Имя оси как индекс при доступности данных оси
AX[X1]=10	Косвенное программирование оси
X=10*(5+SIN(37.5))	Присвоение значения способом числового расширения требуется "="

Переменная может содержать одно числовое значение (или несколько) или характер (или несколько), т.е. букву адреса.

Тип данных, разрешенных для переменной, определяется, если определена переменная. Тип данных системных переменных и предопределенных переменных постоянный.

Целое с или без начального знака, т.е. для присвоения значения адресу.

Пример:

X100 Присвоение значения +100 адресу X

X-100 Присвоение значения -100 адресу X

Реальное число, т.е. с десятичной точкой с или без начального знака, т.е. для присвоения значения адресу.

Пример:

X10.25 Присвоение значения +10.25 адресу X

X-10.25 Присвоение значения -10.25 адресу X

X0.25 Присвоение значения +0.25 адресу X

X.25 Присвоение значения +0.25 адресу X без началь-

ного знака

X=-,1EX-3 Присвоение значения $-0.1 \cdot 10^{-3}$ адресу X

Если в адресе, который разрешает десятичную точку, больше десятичных знаков определено, чем должно быть для адреса, лишняя цифра после точки и последнее число округляются. Переменные обозначаются символом R, индексы: R₁, R₂ ... R_n.

4.2 Порядок выполнения работы

1 Создать рабочую программу в созданной ранее директории.

2 По выданному заданию написать программу обработки детали по контуру, заданному уравнениями, с использованием циклов. В NC-программе используются операторы IF, WHILE, аналогичные в отработке другим языкам программирования (Pascal, Delphi и т.д.).

3 В режиме симуляции проверить правильность составления управляющей программы.

Пример рабочей программы

```
G0 F100 S900 T1 D1
M6
X0 Y0
G1 Z-5
R0=0
R1=2
R2=1
WHILE R0<20
R0=R1+R0
X=4*R0 Y=2.5*R0
X=-4*R0 Y=2.5*R0
ENDWHILE
G0 Z0
X0 Y0
G1 Z-5
WHILE R0>0
R0=R0-R1
X=4*R0 Y=-3*R0
X=-4*R0 Y=-3*R0
ENDWHILE
M30
```

Визуализация обработки детали по уравнениям представлена на рисунке 4.1.

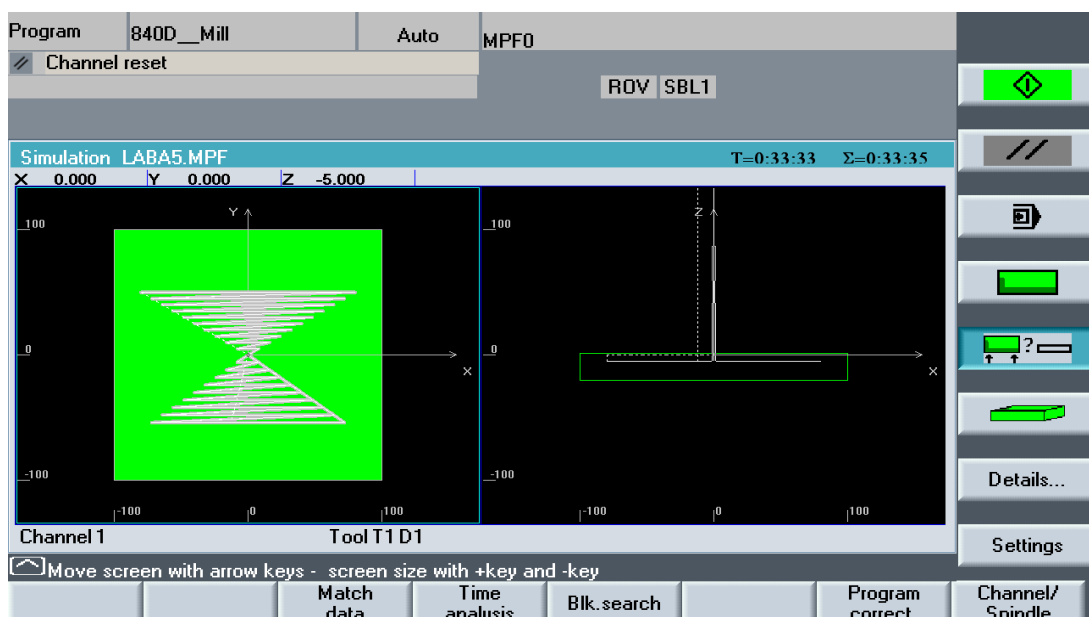


Рисунок 4.1 – Визуализация обработки детали по уравнениям

4.3 Содержание отчета

- наименование работы;
- цель работы;
- чертеж заданной детали;
- программа обработки обрабатываемой детали;
- выводы.

4.4. Контрольные вопросы

- 1 Как обозначаются арифметические функции в языке NC?
- 2 Описание оператора IF.
- 3 Описание оператора WHILE.
- 4 Каким образом обозначаются числа с десятичной точкой.
- 5 Как обозначаются переменные в языке программирования NC?

ЛИТЕРАТУРА

1 Металлорежущие станки и автоматы : учебник для машиностроительных вузов / под ред. А. С. Проникова. – М. : Машиностроение, 1981. – 479 с.

2 Казачковський М. М. Комплектні електроприводи : навч. посіб. / М. М. Казачковський. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2003. – 226 с. – ISBN 5-285-00250-7.

3 Зимин Е. Н. Электрооборудование промышленных предприятий и установок : учебник для техникумов / Е. Н. Зимин, В. И. Преображенский, И. И. Чувашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоиздат, 1981. – 552 с.

4 Игнатов В. А. Электрооборудование современных металлорежущих станков и обрабатывающих комплексов / В. А. Игнатов, В. Б. Ровенский, Р. Т. Орлова. – М. : Высшая школа, 1999. – 96 с.

5 Рябов В. И. Электрооборудование : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / В. И. Рябов. – 5-е изд., перераб. – М. : Экономика, 1990. – 175 с.

6 Шульга А. А. Автоматизированный электропривод металлорежущих станков : учеб. пособ. / А. А. Шульга, И. И. Полупан, А. А. Ткаченко. – Краматорск : ДГМА, 2011. – 124 с. – ISBN 978-966-379-471-6.

Навчальне видання

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД
МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт**

для студентів спеціальності 6.05050301
«Металорізальні верстати та системи»,
усіх форм навчання

(Російською мовою)

Укладачі : ПОЛУПАН Іван Іванович,
 ШАПОВАЛОВ Максим Валерійович

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання О. М.Болкова

47/2016. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 1,4.
Обл.-вид.арк. 1,07. Тираж пр. Зам.№

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №1633 від 24.12.2003