

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Старорусский политехнический колледж (филиал)

Учебно-методическая документация

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

**ОП10 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Специальность 15.02.08 Технология машиностроения

Квалификация выпускника: техник

г. Старая Русса

2018 г.

Рассмотрены и утверждены
методическим советом колледжа
(Протокол № 2 от 11.09.2018г.)

Разработчик:

Чегодаева Ирина Борисовна, преподаватель высшей квалификационной категории Федерального государственного образовательного учреждения среднего профессионального образования «Старорусский политехнический колледж» (филиал) НовГУ

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка	4
1.1	Перечень формируемых компетенций	4
1.2	Критерии оценки	6
2	Тематический план учебной дисциплины	8
3	Содержание практических занятий	13
	Раздел 1 Подготовка к разработке управляющей программы (УП)	13
	Тема 1.4 Расчет элементов контура детали	13
	Тема 1.5 Расчет элементов траектории инструмента	18
	Раздел 2 Программирование обработки деталей на металлорежущих станках	24
	Тема 2.1 Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ	24
	Тема 2.2 Программирование обработки деталей на сверлильных станках с ЧПУ	35
	Тема 2.3 Программирование обработки деталей на фрезерных станках с ЧПУ	38
4	Информационное обеспечение обучения	51
	Лист регистрации изменений	53

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по практическим занятиям, являющиеся частью учебно-методического комплекса по дисциплине Программирование для автоматизированного оборудования составлены в соответствии с

- 1 Федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС) по специальности СПО 15.02.08 Технология машиностроения;
- 2 рабочей программой дисциплины

Методические рекомендации составлены в объеме 8 практических занятий, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины в объеме 16 часов.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- использовать справочную и исходную документацию при написании управляющих программ (далее – УП);
- рассчитывать траекторию и эквидистанты инструментов, их исходные точки, координаты опорных точек контура детали;
- заполнять формы сопроводительных документов;
- выводить УП на программоносители, заносить УП в память системы ЧПУ станка;
- производить корректировку и доработку УП на рабочем месте.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- методы разработки и внедрения управляющих программ для обработки простых деталей в автоматизированном производстве.

1.1 Перечень формируемых компетенций:

Общие компетенции (ОК):

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции (ПК):

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

Методические рекомендации по проведению практических занятий содержат методические указания, непосредственно задания, контрольные вопросы, к каждому занятию предлагается список литературы. При проведении занятий студенты должны быть обеспечены указанной литературой согласно нормативам. Предложенные задания студенты выполняют индивидуально, в парах, в группах.

Работы выполняются в тетради и на компьютерах и проверяются в ходе занятия.

1.2 Критерии оценки

Оценка «отлично» ставится студенту, если:

- работа выполнена аккуратно, разборчивым почерком;
- ответы конкретные, лаконичные;
- задания выполнены правильно, оформлены аккуратно, программа работает.

Оценка «хорошо» ставится студенту если:

- ответы конкретные и лаконичные, но могут быть незначительные неточности;
- задания выполнены правильно, но имеются некоторые неточности.

Оценка «удовлетворительно» ставится если:

- не выполнено до конца одно из заданий,
- ответы не конкретные.

Оценка «неудовлетворительно» ставится если:

- допущены принципиальные ошибки;
- работа оформлена небрежно, программа не отрабатывается.

2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Программирование для автоматизированного оборудования

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа студентов	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Введение		2	
Раздел 1 Подготовка к разработке управляющей программы (УП)		26	
Тема 1.1 Этапы подготовки УП	Содержание учебного материала Определение номенклатуры деталей для обработки на станках с программным управлением, гибких производственных системах. Классификация деталей по конструктивно-технологическим признакам. Разработка УП	2	2
Тема 1.2 Технологическая документация	Содержание учебного материала	2	
	Требования, предъявляемые к документации; перечень технологической документации, используемой при разработке УП		2
	Самостоятельная работа обучающихся Конспектирование заданных тем	2	
Тема 1.3 Система координат детали, станка, инструмента	Содержание учебного материала Система координат детали. Назначение. Прямоугольная, цилиндрическая и сферическая системы координат. Система координат станка. Назначение. Стандартная система координат в соответствии с рекомендациями комитета ИСО для станков различных технологических групп. Использование правила правой руки для определения положительного направления осей координат. Система координат инструмента. Назначение. Выбор системы координат инструмента. Связь между системами координат детали, станка и инструмента	2	2

	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Конспектирование заданных тем		
Тема 1.4 Расчет элементов контура детали	Содержание учебного материала	2	
	Геометрические элементы контура. Опорная точка. Решение типовых геометрических задач. Пример расчета координат опорных точек контура детали		2
	Практическое занятие	2	
	Расчет координат опорных точек контура детали		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Определить элементы контура детали. Определить опорные точки контура инструмента, исходную точку «О» станка и их назначение		
Тема 1.5 Расчет элементов траектории инструмента	Содержание учебного материала	2	
	Эквидистанта. Эквидистанта к отрезку прямой, к дуге окружности. Сопряжение соседних участков эквидистанты. Пример расчета координат опорных точек эквидистанты.		2
	Практическое занятие	2	
	Расчет координат опорных точек эквидистанты		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Рассчитать координаты опорных точек эквидистанты		
Тема 1.6 Структура УП и ее формат	Содержание учебного материала	2	
	Управляющая программа, информация, содержащаяся в УП, структура кадра, значение стандартных адресов. Назначение формата кадра, содержание формата кадра		2
Тема 1.7 Запись, контроль и редактирование УП	Содержание учебного материала	2	
	Виды программоносителей. Структура перфоленты. Представление УП на перфоленте. Код ISO – 7 bit. Устройство подготовки данных на перфоленте. Назначение. Состав. Режим работы		2
Раздел 2 Программирова ние обработки деталей на металлорежущи		46	

х станках с ЧПУ			
Тема 2.1 Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ	Содержание учебного материала	8	
	Переходы токарной обработки. Зона выборки массива материала. Открытые, полуоткрытые и закрытые зоны выборки массива материала. Схема обработки канавок, резьбовых поверхностей. Карта наладки токарного станка с ЧПУ. Программирование обработки деталей на токарном станке с ЧПУ		2
	Практическое занятие	6	
	Разработка УП обработки деталей на токарном станке с ЧПУ		
	Самостоятельная работа обучающихся	4	
	Разработать карту наладки токарного станка для обработки заданной детали		
Тема 2.2 Программирование обработки деталей на сверлильных станках с ЧПУ	Содержание учебного материала	6	
	Виды отверстий и последовательность переходов их обработки. Типовые технологические схемы обработки отверстий. Последовательный, параллельный и комбинированный методы обработки групп отверстий. Карта наладки сверлильного станка с ЧПУ. Стандартные циклы обработки отверстий. Примеры программирования обработки групп отверстий на сверлильном станке с ЧПУ		2
	Практическое занятие	2	
	Разработка УП обработки групп отверстий на сверлильном станке с ЧПУ		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Разработать карту наладки сверлильного станка для обработки заданной детали с указанием переходов обработки		
Тема 2.3 Программирование обработки деталей на фрезерных станках с ЧПУ	Содержание учебного материала	12	
	Переходы фрезерной обработки. Типовые технологические схемы обработки открытых, полуоткрытых и закрытых поверхностей. Многокоординатная обработка контуров и поверхностей на фрезерном станке с ЧПУ. Карта наладки фрезерного станка для		2

	обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ Программирование обработки контуров и поверхностей на фрезерном станке с ЧПУ.	4		
	Практическое занятие			
	Разработка УП обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ	2		
	Самостоятельная работа обучающихся			
	Разработать карту наладки фрезерного станка с ЧПУ для обработки заданной детали с указанием переходов обработки			
Раздел 3 Программирование для ПР и РТК		2		
Тема 3.1 Программирование для ПР и РТК	Содержание учебного материала Классификация систем управления ПР. Аналитические и инструментальные языки для программирования. Программирование методом обучения.	2		2
Раздел 4 Система автоматизированного программирования		9		
Тема 4.1 Основные принципы автоматизации	Содержание учебного материала Сущность автоматизированной подготовки УП. Понятие «система автоматизированного программирования».	2		2
	Самостоятельная работа обучающихся описать и схематично изобразить современный САП	1		
Тема 4.2 САП, структура, классификация	Содержание учебного материала Классификация САП. Структура САП: препроцессор, процессор, постпроцессор. Задачи, решаемые основными блоками САП. Формы записи исходной информации.	2	2	
Тема 4.3 Обзор отечественных и	Содержание учебного материала Современные промышленные САП, реализуемые на больших и малых ЭВМ.	2	2	

зарубежных САП	Обзор их возможностей, особенностей. Тенденции развития современных САП.		
Тема 4.4 Автоматизированное рабочее место	Содержание учебного материала	2	
	Устройство АРМ ТП, режим его работы.		2
Всего:		85	

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

РАЗДЕЛ 1 ПОДГОТОВКА К РАЗРАБОТКЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (УП)

Тема 1.4 Расчет элементов контура детали

Практическое занятие 1 Расчет координат опорных точек контура детали -2 часа

Цель:

- углубление, закрепление знаний о элементах контура детали;
- формирование умений по разбивке контура на отдельные элементы.

Студент должен:

знать:

- типы геометрических элементов, из которых состоит контур детали;
- понятие «опорная точка»;

уметь:

- разбивать контур на отдельные элементы ;
- выполнять эскизы.

Методические указания

Детали, обрабатываемые на станках с ЧПУ, можно рассматривать как геометрические объекты. При обработке детали инструмент и заготовка перемещаются относительно друг друга по определенной траектории.

Программа обработки детали задает (описывает) движение определенной точки инструмента — его центра (P). Для концевой фрезы со сферическим торцом это центр полусферы, для концевой цилиндрической, сверла, зенкера, развертки — центр основания, для резцов — центр дуги окружности при вершине и т. д. Если принять, что радиус инструмента во время обработки

детали по контуру остается постоянным, то траектория центра инструмента при контурной обработке является эквидистантой контуру детали. Однако это встречается не всегда. Траектория движения центра инструмента может существенно отличаться от линий контура детали, так как в противном случае эквидистантное перемещение инструмента или перемещение инструмента точно по контуру привело бы к погрешности обработки. Поэтому в ряде случаев под эквидистантой понимают такую траекторию движения центра инструмента, при которой обеспечивается обработка заданного контура.

Движение по эквидистанте относится только к траектории рабочих ходов. Перемещения центра инструмента при обработке детали могут быть также подготовительными и вспомогательными. Характер этих движений во многом зависит от задаваемого в начале программирования положения исходной точки (нуля программы), от расположения приспособления и т. д.

Из сказанного ясно, что для обработки детали по программе прежде всего необходимо определить рабочие, подготовительные и вспомогательные траектории перемещения центра принятого для работы инструмента.

Относительно контура обрабатываемой детали траектория движения центра инструмента при обработке может располагаться по-разному: совпадать с контуром, быть эквидистантой контуру, изменять положение относительно контура по определенному закону. Для полной обработки детали (для выполнения заданной операции) траектория движения центра инструмента должна быть непрерывной. Разработать (определить) ее сразу как единое целое практически очень трудно, поскольку в общем случае программируемая траектория является достаточно сложной, определяющей перемещения центра инструмента в пространстве. Поэтому в практике программирования траекторию инструмента представляют состоящей из отдельных, последовательно переходящих друг в друга участков, причем эти участки могут быть или участками контура детали, или участками эквидистанты.

В общем случае участки траектории движения центра инструмента и траекторию в целом удобно представить графически, исходя из за-

фиксированного определенным образом положения контура обрабатываемой детали (рис.1).

Отдельные участки контура детали и эквидистанты называются геометрическими элементами. К ним относятся отрезки прямых, дуги окружностей, кривые второго и высших порядков. Точки пересечения элементов или перехода одного элемента в другой находят как геометрические опорные (узловые) точки. Эти точки в большинстве случаев являются определяющими при задании положения элементов контура (эквидистанты) в пространстве. Это положение, так же, как и величина и направление движения инструмента, задается в системе координат с определенной заданной нулевой точкой. Такая точка может быть у станка — нулевая точка станка (нуль станка) или у детали — нулевая точка детали (нуль детали). Она является началом системы координат данной детали.

В станках с ЧПУ представление детали и траектории ее обработки используют различные системы координат. Наиболее употребительны прямоугольные (декартовы), цилиндрические и сферические системы координат. Задание выполняется в прямоугольной системе координат.

В *прямоугольной системе* координатами некоторой точки A называются взятые с определенным знаком расстояния x , y и z от этой точки до трех взаимно перпендикулярных координатных плоскостей. Точка пересечения координатных плоскостей называется началом координат, а координаты x , y , z — соответственно абсциссой, ординатой и аппликатой.

Таким образом, начальный этап представления траектории обработки детали связан прежде всего с получением координат опорных точек траектории. Эти координаты могут быть выражены абсолютными размерами, т. е. для каждой опорной точки заданными относительно нулевой точки станка или детали (рис. 2, а), или задаваться в виде приращений в направлении движения инструмента от одной опорной точки к другой (рис. 2, б).

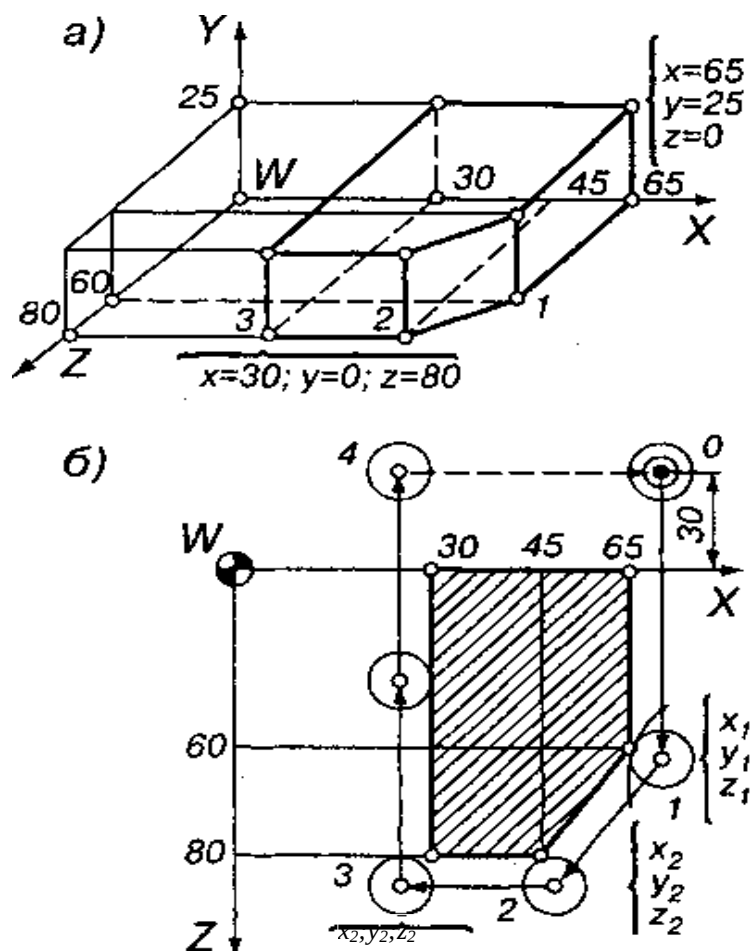


Рисунок 1- Схема определения координат опорных точек контура детали (а) и траектории движения центра инструмента (б)

Задание координатами точек траектории движения центра инструмента зависит во многом от способа задания размеров детали.

В большинстве систем ЧПУ работой станка управляют дискретно, с помощью импульсов. Цена одного импульса (наименьшее программируемое перемещение), или дискретность системы, отражает разрешающую способность комплекса, включающего систему ЧПУ, механизм подачи и датчики обратной связи. В зависимости от дискретности системы размеры приращений координат между опорными точками траектории можно выразить не в мм, а количеством импульсов. Например, если дискретность по оси X

составляет 0,01 мм/имп., а по оси Y — 0,02 мм/имп., то значения A_x и A_y , равные, например, соответственно 12,85 мм и 8,6 мм, в импульсах будут выражены следующим образом: $A_x = 1285$ имп., $A_y = 430$ имп.

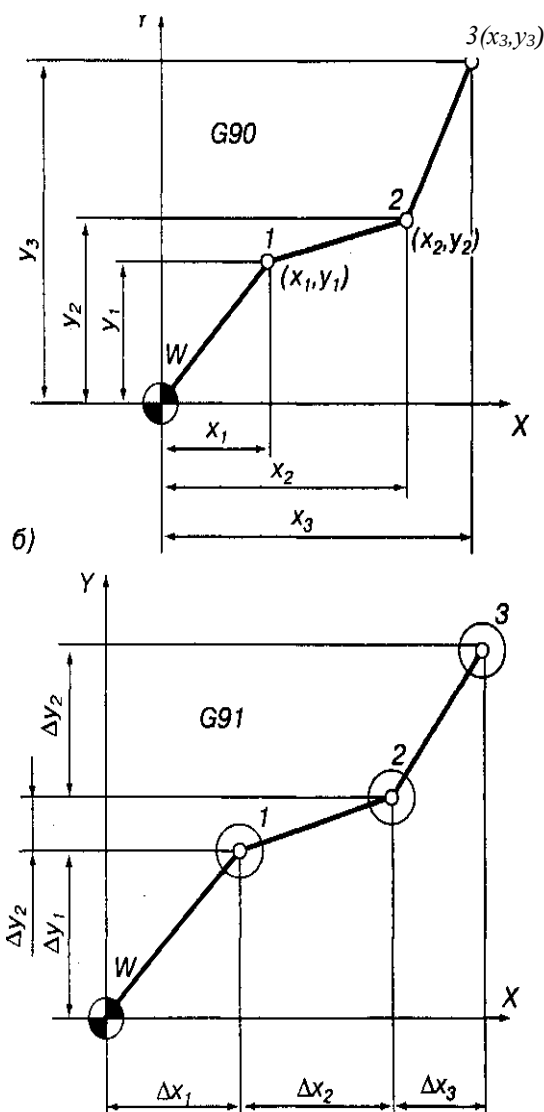


Рисунок 2- Определение координат опорных точек: (а) в абсолютной системе, (б) в относительной

Порядок выполнения работы

- 1 Получите у преподавателя чертеж детали, подлежащий обработке.
- 2 Рассчитайте абсолютные координаты опорных точек.

- 3 Рассчитайте, если необходимо, координатные приращения по контуру обработки.

Содержание отчета

- 1 Эскиз обрабатываемой детали с обозначением опорных точек и последовательности обработки.
- 2 Расчет координат опорных точек в абсолютной и относительной системах отсчета.

Контрольные вопросы

- 1 Какие системы координат используют для представления детали и траектории ее обработки?
- 2 Что называется опорной точкой?
- 3 Что такое интерполяция и как она реализуется на станках с ЧПУ?
- 4 Как задается линейная интерполяция?
- 5 Как задается круговая интерполяция?

Список литературы

- 1 Ермолаев В. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования/ В. В. Ермолаев. - М.: Академия, 2014. - 250 с.: ил.

Тема 1.5 Расчет элементов траектории инструмента

Практическое занятие 2 Расчет координат опорных точек

эксвидистанты-2 часа

Цель:

- углубление, закрепление знаний о элементах контура детали;
- формирование умений по разбивке контура на отдельные элементы.

Студент должен:

знать:

- понятие « эквидистанта к контуру»;
- методику построения эквидистанты к контуру.

уметь:

- производить разбивку контура на отдельные элементы;
- выполнять эскизы.

Методические указания

Расчет траектории инструмента при ручном программировании состоит прежде всего в определении координат опорных точек на контуре детали и (если траектория является эквидистантной к обрабатываемому контуру) на эквидистанте. При этом предполагается, что принятую траекторию, фиксированную опорными точками, при обработке последовательно обходит центр инструмента. При расчете траектории инструмента уточняют параметры резания (скорость резания и подачу) на отдельных участках траектории.

Расчет координат опорных точек на контуре детали.

Начальный этап расчета — это определение координат опорных точек контура детали в выбранной системе координат. Для этого используют заданные на чертеже деталей размеры и данные РТК. Координаты опорных точек контура детали вычисляют с помощью уравнений, описывающих геометрические элементы контура детали, и соотношений в треугольниках. Точность вычислений обычно ограничивается дискретностью задания перемещений, определяемой конкретной схемой УЧПУ и используемым станком.

Наиболее часто в процессе программирования контурной обработки решаются задачи определения координат опорных точек, лежащих на прямых, окружностях и пересечениях этих элементов.

Прямые линии описываются уравнением $y = kx + b$, представление которого зависит от исходных данных. В уравнении прямой k — угловой коэффициент,

равный тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс; b — начальная ордината, равная ординате точки пересечения прямой с осью ординат (рис. 3). Например, при начальной ординате $b = 15$ мм и угле наклона 35° уравнение прямой (Пр01) будет иметь вид $y = kx + b = k \operatorname{tg} 35^\circ + 15 = 0,7 * k + 15$.

Пользуясь этим уравнением, нетрудно для любой точки прямой определить одну координату по заданной другой. Например, при известной абсциссе $x = 30$ мм ордината точки Тк01 будет $Y = 0,7 * 30 + 15 = 36$ мм.

Уравнение прямой можно составить и по другим данным:

— по известным координатам одной точки и углу наклона прямой;

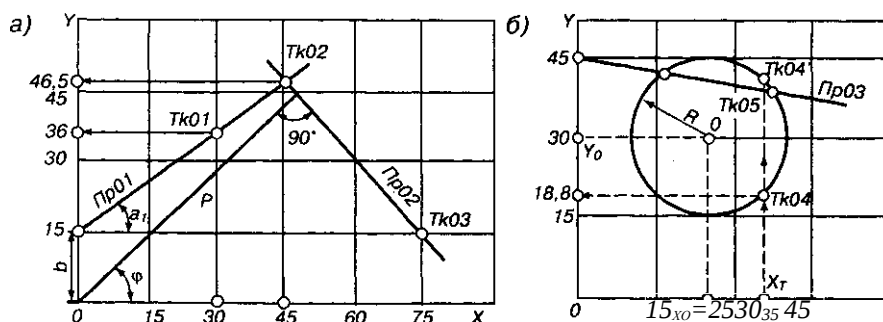


Рис. 3. К определению параметров прямой (а) и окружности (б)

по известным координатам двух заданных точек.

Координаты (x, y) точки пересечения двух прямых определяются решением системы уравнений, описывающих эти прямые:

$$y = k_1x + b_1 = k_2x + b_2.$$

Уравнение окружности радиусом R с центром O (координаты x_0, y_0) имеет вид

$$R = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2.$$

Используя уравнения прямых и окружностей достаточно просто совместным их решением определять координаты точек их пересечения или касания.

Расчет координат опорных точек на эквидистанте.

Координаты опорных точек эквидистантной траектории инструмента наиболее просто представить как приращение координат опорных точек контура детали. Целесообразность предварительного определения опорных точек контура очевидна, поскольку в плоскости обработки в большинстве случаев траектория центра инструмента представляет собой линию, эквидистантную обрабатываемому контуру.

Эквидистанта как геометрическое место точек, равноудаленных от контура детали на расстояние, равное радиусу R и инструмента, строится справа или слева от элементов этого контура в зависимости от расположения инструмента относительно обрабатываемого контура. Эквидистантной к дуге окружности $1-2$ является дуга концентричной ей окружности 1_1-2_1 или 1_2-2_2 с тем же центральным углом (рис. 4, а), а к отрезку прямой $1-2$ — отрезки, параллельные данному (рис. 4, б).

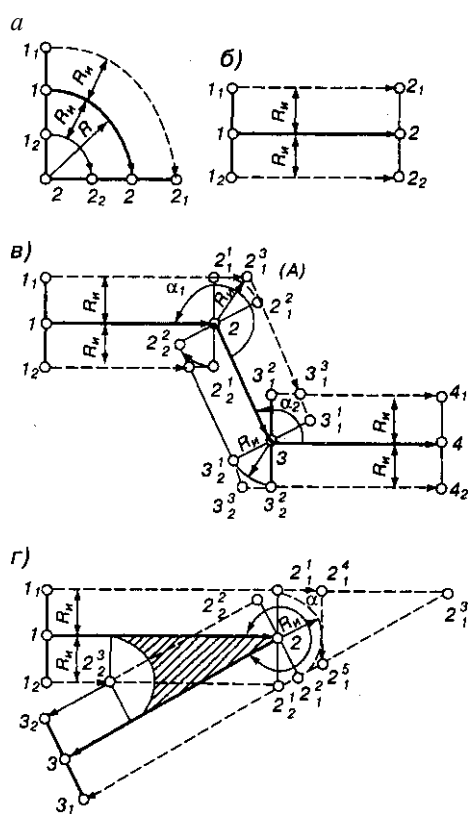


Рис. 4. Участки эквидистанты

Метод соединения элементов эквидистанты выбирают в зависимости от угла α , образованного соседними элементами контура, если смотреть со стороны расположения инструмента при обходе этого контура (рис. 4, в). Этот угол для пары отрезков измеряют непосредственно между ними. Если же элементом контура является дуга окружности, то угол α измеряют относительно касательной к этой дуге в общей точке рассматриваемой пары элементов контура детали. Так, при $\alpha > 180^\circ$ элементы эквидистанты соединяются сопрягающими дугами окружностей радиусом R_n , центры которых находятся в общих

точках элементов контура. При $\alpha < 180^\circ$ общей точкой элементов эквидистанты является точка пересечения этих элементов (рис. 4). Для сопряженных элементов контура ($\alpha = 180^\circ$) элементы эквидистанты также сопряжены.

Движение центра инструмента вдоль сопрягающей дуги окружности эквидистанты при обработке острого угла контура может привести к «зарезам» из-за изменения величин и направлении сил резания. В этом случае более технологичной является траектория центра инструмента, в которой дуги сопрягающих окружностей заменены отрезками прямых, продолжающих участки эквидистанты к элементам контура.

При обходе углов $\alpha > 300^\circ$ во избежание значительных отклонений траектории инструмента от эквидистанты необходимо сделать дополнительные построения. Обход острого угла (см. рис. 4, з) целесообразно исполнять не по дуге окружности, а продлением верхней линии эквидистанты до пересечения с нижней линией.

При вычислении опорных точек эквидистанты различают три типовых случая сопряжения дугой (радиусом R_u) участков эквидистанты: прямая — прямая, прямая — окружность и окружность — окружность (см. рис. 4, в). Как уже говорилось, координаты опорных точек траектории инструмента чаще всего рассчитывают путем определения приращений координат опорных точек контура детали. Для нахождения этих приращений существуют определенные зависимости.

Трудоемкость вычисления координат опорных точек при ручном программировании во многом зависит от опыта технолога-программиста, его знаний и способности ориентироваться при постановке и решении геометрических задач. Систематизация встречающихся геометрических задач и способов их решения не исключает индивидуального подхода к конкретной задаче, что часто позволяет найти более простое ее решение. Ускоряет решение задач и использование справочной литературы, содержащей типовые примеры геометрических построений.

Порядок выполнения работы

- 1 Получите у преподавателя чертеж детали, подлежащей обработке.
- 2 Рассчитайте абсолютные координаты опорных точек.

- 3 Рассчитайте, если необходимо, координатные приращения по контуру обработки.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение эквидистанты к контуру.
- 2 Какие случаи различают при сопряжении дугой участков эквидистанты?
- 3 Каким образом можно снизить трудоемкость при вычислении опорных точек эквидистанты?

Список литературы

- 1 Ермолаев В. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования/ В. В. Ермолаев. - М.: Академия, 2014. - 250 с.: ил.

РАЗДЕЛ 2 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ С ЧПУ

Тема 2.1 Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ

Практическое занятие 3-5 Разработка УП обработки деталей на токарном станке с ЧПУ - 6 часов.

Цель:

- получить знания и навыки по программированию обработки деталей на токарном станке **НТС-1** с устройством числового программного управления класса PCNC.

Студент должен:

знать:

- типовые технологические схемы обработки;
- правила построения УП обработки на токарном станке с ЧПУ;

уметь:

- разрабатывать УП обработки вала в изучаемой системе ЧПУ.

Методические указания

Система ЧПУ класса PCNC

Система ЧПУ класса PCNC представляет собой IBM совместимый персональный компьютер с установленным программным обеспечением Stepper CNC v3. или другое ПО для управления станком. Эта система предназначена для управления самостоятельно изготовленными и мелкосерийными промышленными станками с использованием шаговых или серводвигателей. Данная система ЧПУ PCNC очень удобна в эксплуатации, имеет большие возможности такие как: применение программных средств (Adem CAD/CAM, SolidWorks и др.). Для проектирования и создания трехмерных деталей и рабочих чертежей, создание управляющих программ обработки деталей и виртуальное моделирование процесса обработки, с

использованием программных средств Adem CAD/CAM, SolidCAM и др.. Непосредственный контроль и управление процессом работы станка осуществляется с одного рабочего места, как с помощью программного обеспечения, так и с помощью видеонаблюдения (при установке одной или нескольких вебкамер). Система ЧПУ PCNC не требует специализированного обслуживания по сравнению с промышленными системами ЧПУ.

Формат кадра УП

УП состоит из нескольких кадров, а кадры - из слов. Каждое слово, в свою очередь, состоит из буквы, называемой адресом и следующей за ней группы цифр (по ГОСТ 20999-93). В начале кадра стоит номер кадра N, в конце – конец кадра «;». Каждый кадр состоит из переменного числа слов, причем, любое слово (кроме начала N кадра) может отсутствовать. Условная запись кадра с максимально возможным объемом информации называется форматом кадра. Формат кадра, реализуемого в УЧПУ типа PCNC, представляется следующим образом:

N03 X±043 Z±043 U±043 W±043 F023 T2 M2 S10 D043 C±043 Q±043 R±043
V3 H3 L2 P11 A11 E G2 ;

Значения символов даны в таблице 1.

Таблица 1 - Значения символов адресов

Адресная буква	Назначение
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, параметр команды
Q	Параметр команды

После адресов N, X, Z и других указано число десятичных разрядов, предписанных данному адресу. Например, запись G2 означает, что подготовительная функция задается адресом G и двумя десятичными разрядами: X±043 означает, что перемещение по координате программируется адресом X знаками + или – и семью десятичными разрядами, из которых первые четыре – тысячи, сотни, десятки, единицы, а три последних – десятые, сотые, тысячные (нули в старших порядках можно опустить). Такой способ записи формата кадра называют адресным. Порядок слов в кадре произвольный, причем любое слово может отсутствовать. Но в одном кадре нельзя программировать два слова одинакового адреса.

На рис. 5 – 7 показано положение осей координат станка. Ноль системы координат станка определяет в данном случае оператор (наладчик), устанавливая положение плавающего нуля, от которого обеспечивается связь с нулем системы координат детали. Ноль системы координат детали назначает технолог, исходя из схемы размерного анализа. Относительно этого нуля и пишется управляющая программа для обработки данной детали.

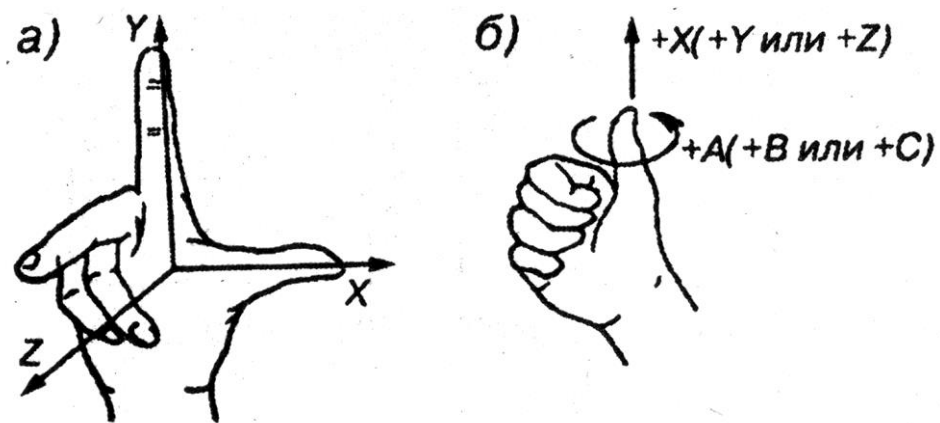


Рисунок 5 - Правило правой руки: а) положительные направления осей координат, б) положительные направления вращений (поворотов)

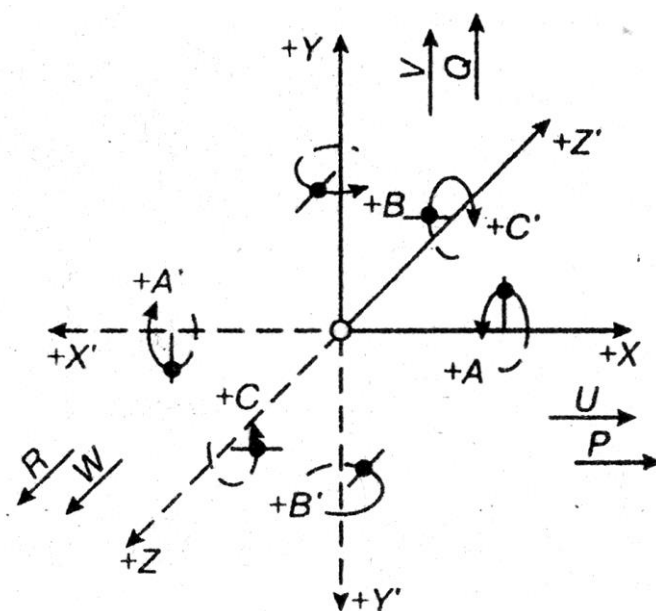


Рисунок 6- Правило направления осей

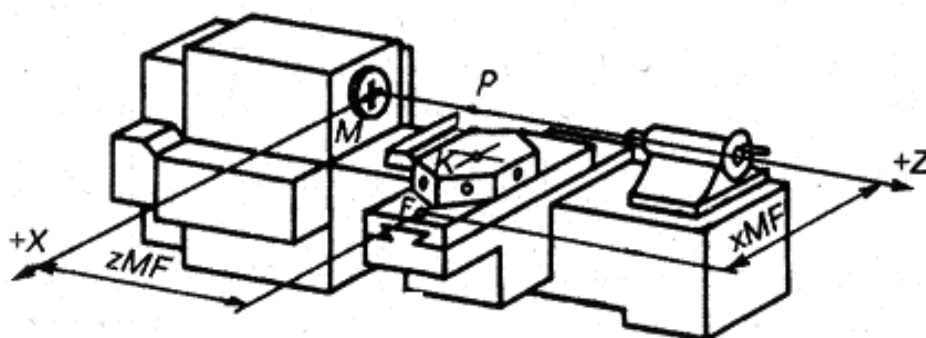


Рисунок 7 - Направления осей на станке

Программирования перемещения.

Величины перемещений могут задаваться в абсолютных или относительных координатах с точностью до 0,001мм с программированием десятичной точки (если программа вводится с пульта управления УЧПУ). При абсолютном задании координат перемещения производятся относительно выбранной нулевой точки детали, а при относительном (в приращениях) задании - перемещения производятся относительно предыдущей запрограммированной точки. Перемещения в абсолютных значениях задаются по адресам X и Z, а в приращениях - по адресам U и V с указанием знака + или – (знак + допускается не указывать).

При программировании перемещений на токарном станке следует иметь в виду следующее. Одной дискрете по оси Z (или W) соответствует перемещение 0,001мм, а по оси X (или U) - 0,001мм. Значение X (U) задается на диаметр или в радиусах, настраивается в параметрах УЧПУ. При задании координат в диаметрах упрощает программирование перемещений с непосредственным использованием данных чертежа детали.

Команды управления станкам G и M коды

G0, G1 – линейная интерполяция (прямоугольная система координат). (рис. 8)

G0: Перемещение с быстрой подачей, для быстрого позиционирования.

G1: Перемещение с запрограммированной скоростью подачи F, например, при обработке детали.

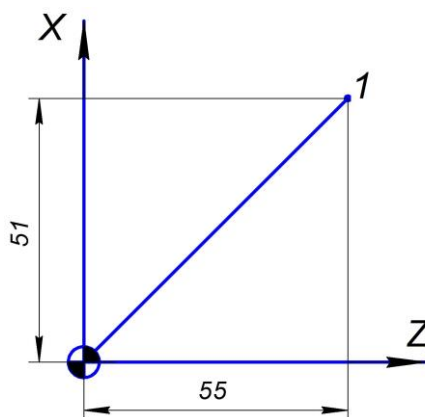


Рисунок 8 - Линейная интерполяция

G0 X.. Z..

G0 X51. Z55.

G1 X.. Z.. F..

G1 X51. Z55. F0.2

G2, G3, – круговая интерполяция (рис. 9)

G2 – перемещение по часовой стрелке;

G3 – перемещение против часовой стрелки;

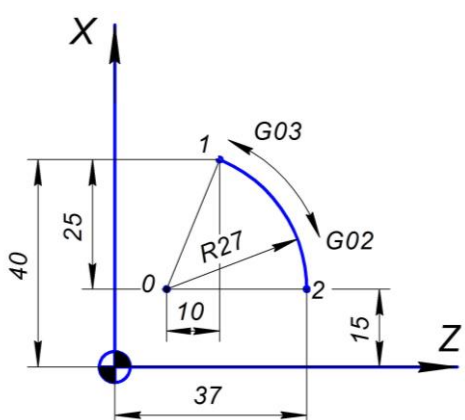


Рисунок 9 - Круговая интерполяция с радиусом окружности и с указанием центра окружности

Программирование с начальной точкой, конечной точкой, центральной точкой (рис. 5)

G2/G3 X.. Z.. I.. K..

G2 X15. Z37. I-25. K-10.

X, Z – конечная точка 2 в прямоугольных координатах; I, K – точка центра круга 0 в прямоугольных координатах, относительно начальной точки 1.

Начальная точка – это позиция инструмента во время вызова G2/G3.

Конечная точка – программируется при помощи X, Z.

Программирование с начальной точкой, конечной точкой, радиусом круга (рис. 5)

G2/G3 X.. Z.. R ..

G2 X15. Z37. R27.

X, Z конечная точка 2 в прямоугольных координатах R радиус круга.

Начальная точка – это позиция инструмента в момент вызова G2/G3.

Конечная точка программируется с X, Z.

Радиус круга указывается при помощи R.

G4 – время выстоя.

Формат

N... G04 P...[c]

Немного теории

Сплайновая интерполяция

Следует отметить, что команды сплайновой интерполяции, хотя и записываются в виде нескольких кадров, выполняются как один кадр управляющей программы за один проход управляющей процедуры.

Последовательность команд на воспроизведение инструментом токарного станка траектории, заданной в виде В-сплайна, имеет следующий обобщенный формат:

N<номер>B1

N<номер>X<x1>Z<z1>

N<номер>X<x2>Z<z2>

...

N<номер>X<x_{n-1n-1}

N<номер>X<x_{nn}

N<номер>B2

В первом кадре последовательности присутствует ключевой символ В, обозначающее применение В-сплайна. После ключевого символа, идет цифра 1, сигнализирующая о том, что это начальный кадр последовательности.

После первого кадра следуют кадры, задающие контрольные точки В-сплайна. Первой контрольной точкой считается точка, в которой находится инструмент токарного станка перед началом отработки кадра.

В завершающем кадре после ключевого символа В следует цифра 2, указывающая, что данный кадр является заключительным.

Важно: При задании траектории в виде В-сплайна, кривая проходит только через начальную и конечную точки. Остальные контрольные точки оказывают влияние на форму кривой, но последняя через них не проходит. Это неудобно для задания траектории вручную, однако контрольные точки В-сплайна обычно

рассчитываются автоматически с помощью систем автоматизированного проектирования.

Пример программы для ЧПУ токарного станка, использующей сплайновую интерполяцию:

N1 F100 – первая команда задает подачу

N5 B1 – начало последовательности кадров задающих сплайн

N15 X-32. Z-55. – вторая точка сплайна (первая точка – текущее положение резца)

N20 X-32. Z-65. – третья точка сплайна

N25 X-28. Z-80. – четвертая точка сплайна

N30 X-37. Z-85. – пятая точка сплайна

N35 X-0. Z-120. – шестая точка сплайна

N40 B2 – окончание последовательности кадров, задающих сплайн и одновременно сигнал на начало отработки всей последовательности.

M02 – Остановка выполнения программы

Пример: N01 M02

M03 – Включение шпинделя по часовой стрелке

Пример: N01 S1000 M03 – включение шпинделя на частоту 1000 об/мин.

M04 – Включение шпинделя против часовой стрелке

Пример: N01 S1000 M04 – включение шпинделя на частоту 1000 об/мин.

M05 – Останов шпинделя

Пример: N01 M05

M06 – Смена инструмента на одну позицию Револьверной головки

Пример: N01 M06

В режиме ИМИТАТОР, совместно с параметром Т смена инструмента производится в позицию Револьверной головки, указанную параметром Т.

Пример: N10 T2 M06 – выбор 2-ой позиции РГ

При этом так же устанавливаются вылеты инструмента для 2-ой позиции револьверной головки.

Примеры программ для токарного станка

Линейная интерполяция.

S1000 M03 - Включаем шпиндель на 1000 об/мин

T01 M06 - Устанавливаем первый инструмент

G01 X-20. Z-40. F300 - Выполняем перемещения

G01 X-30.

G01 Z-100.

G01 X-25. Z-120.

G01 X0.

G01 Z0.

M05 - Останавливаем шпиндель

M02 Завершаем выполнение программы

Круговая интерполяция.

S1000 M03 Включаем шпиндель на 1000 об/мин

T01 M06 - Устанавливаем первый инструмент

G01 X-25. Z-50. F300 Выполняем перемещения

G01 X-35.

G03 X-30. Z-70. R30. Выполняем движение по дуге окружности в точку X-30. Z-70. по радиусу R30.

G01 X0.

G01 Z0.

M05 Останавливаем шпиндель

M02 Завершаем выполнение программы

Порядок выполнения работы

- 1 Получите у преподавателя эскиз детали, подлежащей обработке.
- 2 Рассчитайте абсолютные координаты опорных точек.
- 3 Рассчитайте, если необходимо, координатные приращения по контуру обработки.

- 4 Составьте программу обработки детали.
- 5 Введите УП в память УЧПУ.
- 6 Выполните выход координат в исходное положение.
- 7 Получите виртуальную обработку детали.

Варианты заданий

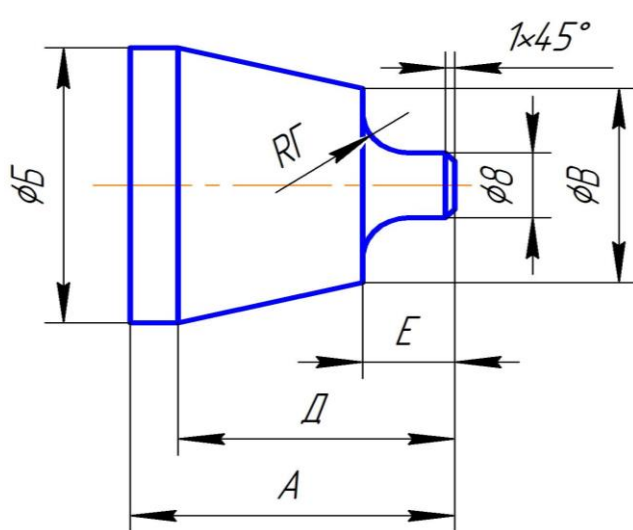


Рисунок 10 – Эскиз детали

Таблица 2 - Варианты размеров

№	А	Б	В	Г	Д	Е
1	38	34	24	5	30	10
2	40	38	20	5	35	12
3	45	40	22	6	30	15
4	40	35	30	4	35	10
5	48	35	28	5	30	15

Содержания отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Эскиз заданной преподавателем детали с указанием исходных точек для постоянных программы.
3. Технологическая карта обработки заданной детали.
4. Составленная УП обработки заданной детали.

5. Выводы.
6. Отработка УП в имитаторе Stepper CNC v3.

Контрольные вопросы

- 1 Какие этапы можно отметить в работах по технологической подготовке токарных операций?
- 2 Какие зоны токарной обработки можно выделить при планировании операции?
- 3 Каковы особенности составления РТК на токарную операцию?
- 4 Какие особенности можно отметить в схеме подготовки УП для токарных станков класса NC?
- 5 Какие особенности можно отметить в схеме подготовки УП для токарных станков класса CNC?
- 6 Что такое подпрограмма и какие подпрограммы имеют место при программировании токарной обработки?
- 7 Что такое коррекция инструмента и как она назначается при программировании токарной обработки?

Список литературы

- 1 Ермолаев В. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования/ В. В. Ермолаев. - М.: Академия, 2014. - 250 с.: ил.
- 2 Учебный минигабаритный токарный станок модели НТС-1 с компьютерным управлением/ П.Г. Мазеин, С.С. Панов, С.В. Шереметьев и др.: Учебное пособие.— Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.— 148 с.
- 3 ГОСТ 20999-83 Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ

Тема 2.2 Программирование обработки деталей на сверлильных станках с ЧПУ

Практическое занятие 6 Разработка УП обработки деталей на сверлильном станке с ЧПУ - 2 часа.

Цель:

- получить знания и навыки по программированию обработки деталей на сверлильном станке с ЧПУ.

Студент должен:

знать:

- типовые технологические схемы обработки отверстий;
- методы обработки групп отверстий;
- правила построения УП обработки на сверлильном станке с ЧПУ;

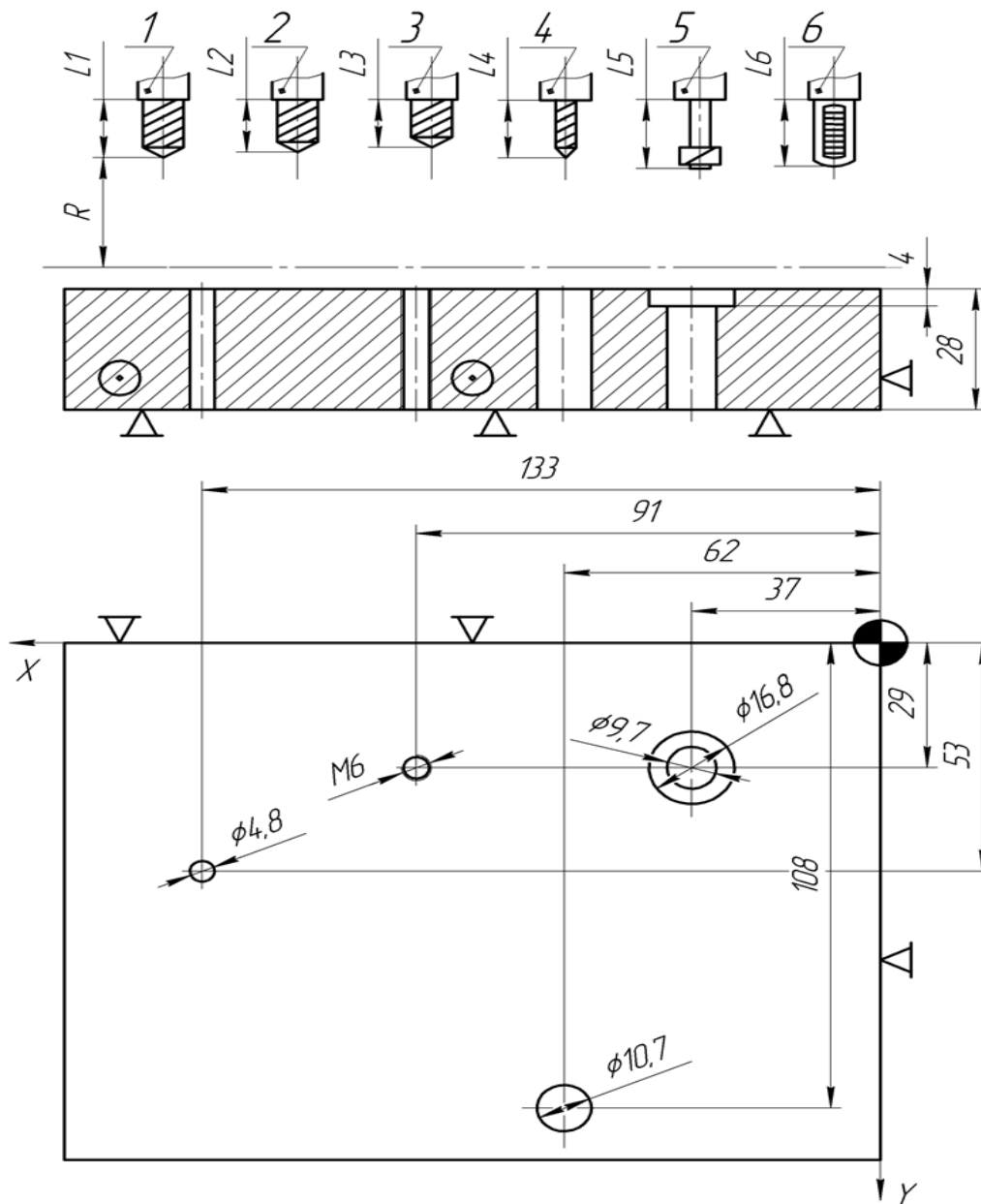
уметь:

- разрабатывать УП обработки детали в изучаемой системе ЧПУ.

Методические указания

Типовым представителем сверлильных станков с ЧПУ является вертикально-сверлильный станок мод. 2Р135Ф2 с крестовым столом и револьверной головкой, предназначенный для выполнения в полуавтоматическом цикле операций сверления, рассверливания, зенкерования, подрезания торцов, зенкования, цекования, растачивания, нарезания резьбы метчиком. Устройство ЧПУ2П32-3 обеспечивает перемещение стола для позиционирования одновременно по двум координатам X и Y и рабочие циклы подач инструментов по оси. Дискретность по всем координатам составляет 0,01мм.

Наличие на станке револьверной (поворотной) инструментальной головки для автоматической смены инструмента и крестового стола позволяет производить обработку плоских и корпусных деталей без предварительной разметки и без применения кондуктора.



Эскиз технологической наладки на сверлильную операцию

Рисунок 11 – Эскиз наладки на сверлильную операцию

Технологический процесс

А 005 Вертикально-сверлильная

Б 2Р135Ф2

О Установить деталь.

Переместить в точку $x = 37$, $y = 29$.

Сверлить отверстие $\phi 9,7$ мм.

$P V = 26$ м/мин, $n = 840$ об/мин, $S = 0,25$ мм/об.

О Зенкеровать отверстие Ø16,8 мм.

Р V = 14 м/мин, n = 260 об/мин, S = 0,6 мм/об.

О Переместить в точку x = 91, y = 29.

Сверлить отверстие Ø5мм.

Р V = 21 м/мин, n = 1300 об/мин, S = 0,15мм/об.

О Нарезать резьбу М6.

Р V = 2м/мин, n = 107об/мин, S = 1мм/об.

О Переместить в точку x = 133, y = 103.

Сверлить отверстие Ø4,8мм.

Р V = 20 м/мин, n = 1340 об/мин, S = 0,15мм/об.

О Переместить в точку x = 62, y = 108.

Сверлить отверстие Ø10,7 мм.

Р V = 27 м/мин, n = 790об/мин, S = 0,25мм/об.

Текст управляющей программы

N001 M13 // вращение шпинделя по часовой стрелке с охлаждением

N002 T03 S11 F14 L03 // коды инструмента, частоты, подачи, коррекции
соотв.

N003 X+000000 Y+00000 // начало координат

N004 X+003700 Y+02900 // перемещение в первую точку

N005 G91 R+015000 Z+18523 // сверление 1отв

N006 T05 S07 F13 L05

N007 G91 R+015000 Z+15600 // зенкерование 1 отверстия

N008 X+009100 Y+02900 // перемещение во вторую точку

N009 T02 S11 F14 L02

N010 G91 R+015000 Z+18370 // сверление 2 отверстия под резьбу

N011 T06 S05 F11 L06

N012 G94 R+015000 Z+18000 // нарезание резьбы во втором отверстии

N013 X+013300 Y+05300 // перемещение в третью точку

N014 T01 S11 F14 L01

N015 G91 R+015000 Z+18360 // сверление третьего отверстия

N016 X+006200 Y+10800 // перемещение в четвертую точку

N017 T04 S10 F14 L04

N018 G91 R+015000 Z+18557 // сверление четвертого отверстия

N019 X+000000 Y+000000

N020 M02

Порядок выполнения работы

- 1 Получите у преподавателя чертеж детали, подлежащей обработке.
- 2 Рассчитайте абсолютные координаты опорных точек.
- 3 Разработайте технологический процесс.
- 4 Назначьте режимы обработки.
- 5 Составьте программу обработки детали.

Содержание отчета

- 1 Эскиз обрабатываемой детали с обозначением опорных точек и последовательности обработки.
- 2 Расчет координат опорных точек.
- 3 Рукопись управляющей программы.

Контрольные вопросы

- 1 Какие этапы можно отметить в работах по технологической подготовке сверлильных операций?

- 2 Какие типовые переходы при обработке отверстий можно выделить при планировании операции?
- 3 Каковы особенности составления РТК на сверлильную операцию?
- 4 Что такое постоянные циклы и какие постоянные циклы имеют место при программировании сверлильной обработки?
- 5 Что такое коррекция инструмента и как она назначается при программировании сверлильной обработки?

Список литературы

- 1 Ермолаев В. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования/ В. В. Ермолаев. - М.: Академия, 2014. - 250 с.: ил.

Тема 2.3 Программирование обработки деталей на фрезерных станках с ЧПУ

Практическое занятие 7-8 Разработка УП обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ - 4 часа.

Цель:

- получить знания и навыки по программированию обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ.

Студент должен:

знать:

- типовые переходы фрезерной обработки;
- типовые технологические схемы обработки зон выборки открытых, полуоткрытых и закрытых поверхностей;
- правила построения УП обработки на фрезерном станке с ЧПУ;

уметь:

- разрабатывать УП обработки детали в изучаемой системе ЧПУ.

Методические указания

Система ЧПУ класса PCNC

Система ЧПУ класса PCNC представляет собой IBM совместимый персональный компьютер с установленным программным обеспечением Stepper CNC v3. или другое ПО для управления станком. Эта система предназначена для управления самостоятельно изготовленными и мелкосерийными промышленными станками с использованием шаговых или серводвигателей. Данная система ЧПУ PCNC очень удобна в эксплуатации, имеет большие возможности такие как: применение программных средств (Adem CAD/CAM, SolidWorks и др.). Для проектирования и создания трехмерных деталей и рабочих чертежей, создание управляющих программ обработки деталей и виртуальное моделирование процесса обработки, с использованием программных средств Adem CAD/CAM, SolidCAM и др.. Непосредственный контроль и управление процессом работы станка осуществляется с одного рабочего места, как с помощью программного обеспечения, так и с помощью видеонаблюдения (при установке одной или нескольких вебкамер).

Формат кадра УП

УП состоит из нескольких кадров, а кадры - из слов. Каждое слово, в свою очередь, состоит из буквы, называемой адресом и следующей за ней группы цифр (по ГОСТ 20999-93). В начале кадра стоит номер кадра N, в конце – конец кадра «;». Каждый кадр состоит из переменного числа слов, причем, любое слово (кроме начала N кадра) может отсутствовать. Условная запись кадра с максимально возможным объемом информации называется форматом кадра. Формат кадра, реализуемого в УЧПУ типа PCNC, представляется следующим образом:

N03 X±043 Z±043 U±043 W±043 F023 T2 M2 S10 D043 C±043 Q±043 R±043
B3 H3 L2 P11 A11 E G2 ;

Значения символов даны в таблице 3.

Таблица 3 - Значения символов адресов

Адресная буква	Назначение
N	Порядковый номер кадра
01	Максимальное число символов (в данном случае максимальный номер кадра – 999)
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, параметр команды
Q	Параметр команды

После адресов N, X, Y, Z и других указано число десятичных разрядов, предписанных данному адресу. Например, запись G2 означает, что подготовительная функция задается адресом G и двумя десятичными разрядами: X±043 означает, что перемещение по координате программируется адресом X знаками + или – и семью десятичными разрядами, из которых первые четыре – тысячи, сотни, десятки, единицы, а три последних – десятые, сотые, тысячные (нули в старших порядках можно опустить). Такой способ записи формата кадра называют адресным. Порядок слов в кадре произвольный, причем любое слово может отсутствовать. Но в одном кадре нельзя программировать два слова одинакового адреса.

На рис. 12 – 14 показано положение осей координат станка. Ноль системы координат станка определяет в данном случае оператор (наладчик), устанавливая положение плавающего нуля, от которого обеспечивается связь с нулем системы координат детали. Ноль системы координат детали назначает технолог, исходя из схемы размерного анализа. Относительно этого нуля и пишется управляющая программа для обработки данной детали.

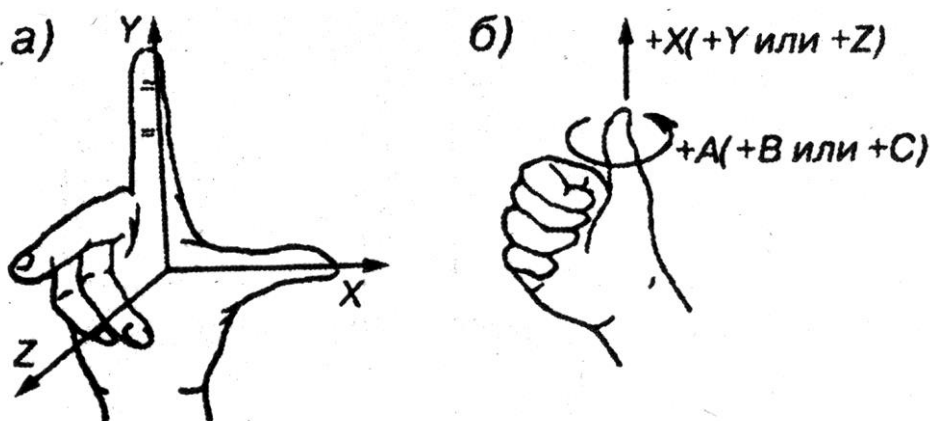


Рисунок 12 - Правило правой руки: а) положительные направления осей координат,
б) положительные направления вращений (поворотов)

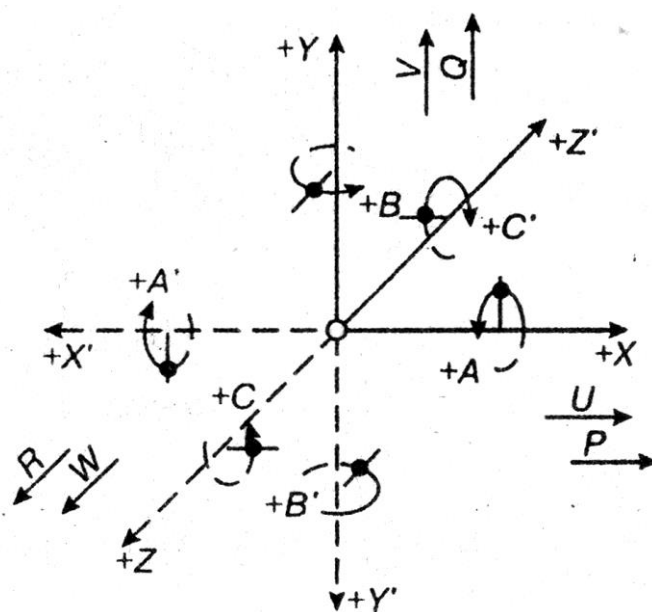


Рисунок 13 - Правило направления осей

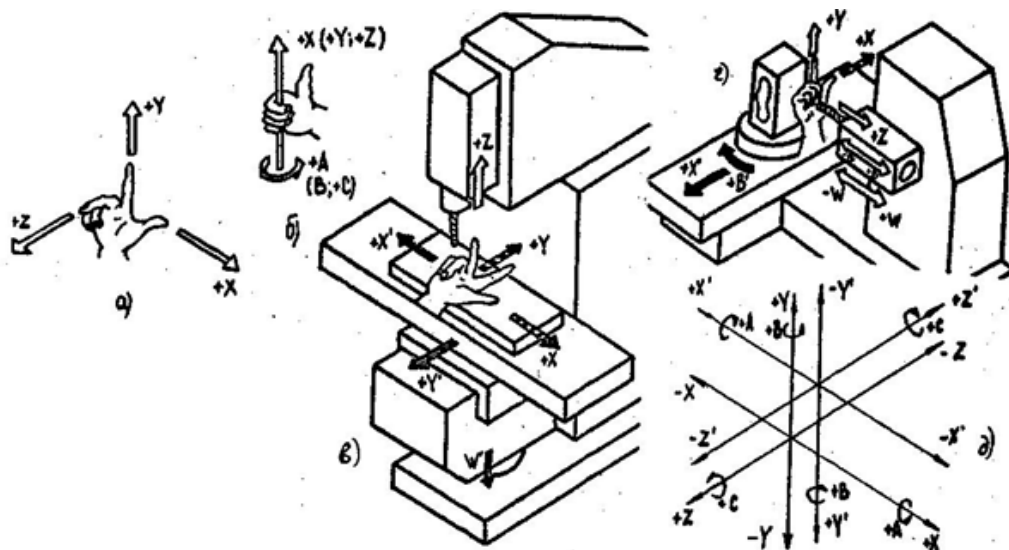


Рисунок 14 - Направления осей на станке

Программирования перемещений

Величины перемещений могут задаваться в абсолютных или относительных координатах с точностью до 0,001мм с программированием десятичной точки (если программа вводится с пульта управления УЧПУ). При абсолютном задании координат перемещения производятся относительно выбранной нулевой точки детали, а при относительном (в приращениях) задании - перемещения производятся относительно предыдущей запрограммированной точки. Перемещения в абсолютных значениях задаются по адресам X, Y и Z, а в приращениях - по адресам U, V и W с указанием знака + или - (знак + допускается не указывать).

При программировании перемещений на фрезерном станке следует иметь в виду следующее. Одной дискрете по оси Z (или W) соответствует перемещение 0,001мм, а по оси X (или U) - 0,001мм. Значение X (U) задается на диаметр или в радиусах, настраивается в параметрах УЧПУ. При задании координат в диаметрах упрощает программирование перемещений с непосредственным использованием данных чертежа детали.

Команды управления станкам G и M коды

G0, G1 – линейная интерполяция (прямоугольная система координат).

G0: Перемещение с быстрой подачей, например, для быстрого позионирования.

G1: Перемещение с запрограммированной скоростью подачи F, например, при обработке детали.

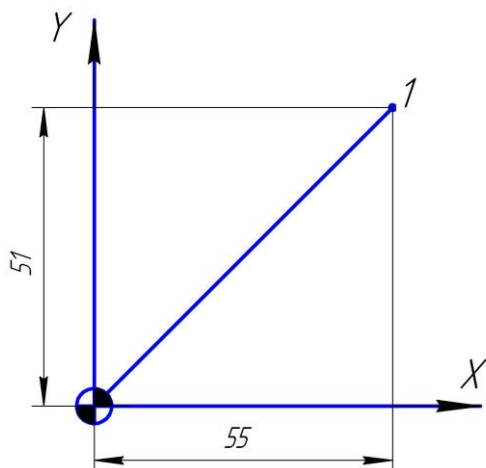


Рисунок 15 - Линейная интерполяция

G0 X.. Y..

G0 X51. Y55.

G1 X.. Y.. F..

G1 X51. Y55. F0.2

G2, G3, – круговая интерполяция (рис. 16).

G2 – перемещение по часовой стрелке;

G3 – перемещение против часовой стрелки;

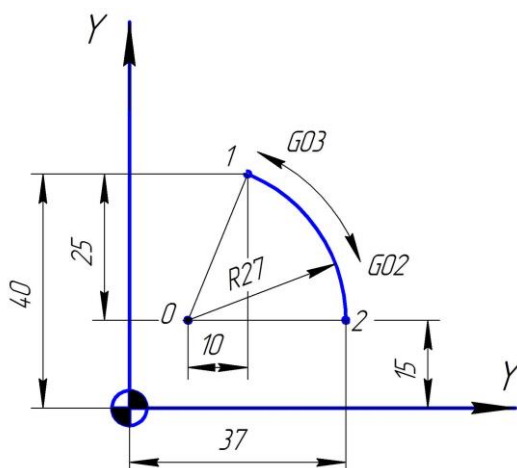


Рисунок 16 - Круговая интерполяция с радиусом окружности и с указанием центра окружности

Программирование с начальной точкой, конечной точкой, центральной точкой (рис.16).

G2/G3 X.. Y.. I.. J..

G2 X15. Y37. I-25. J-10.

X, Z – конечная точка 2 в прямоугольных координатах; I, K – точка центра круга 0 в прямоугольных координатах, относительно начальной точки 1.

G4 – время выстоя

Формат

N... G04 P... [c]

G25 – включение контроля зон запрета перемещений.

Зоны должны быть определены через меню “Фрезерный станок -> Зоны запрета”.

G26 – отмена контроля зон запрета.

G37 – выход в фиксированную точку

N01 G37 Pn – выход в точку, заданную параметром n. См. M100.

N01 G37 X-20. Y-30. Z50. – выход в точку с координатами X, Z.

G53 – отмена установки G54.

G54 – система координат детали, смещает ноль детали в системе координат станка.

При выходе в точку с координатой X0, Y0, Z0 инструмент пойдет в точку со значением заданным функцией G54, заданной ранее.

N01 G54 X0. Y0. Z100.

G70 – возврат из подпрограммы.

N01 G70 – последний кадр подпрограммы.

G71 – Вызов подпрограммы

N01 G71 P200 – Вызов подпрограммы, которая начинается с кадра N200.

Подпрограмма должна завершаться командой G70.

G72 – Безусловный переход на заданный кадр

N01 G72 N150 – Переход к кадру N150.

Тоже самое N01 G72 P150 – Переход к кадру N150.

G92 – Задание смещения центра координатной системы

N01 G92 Xn Yn Zn

G93 – Отмена смещения центра координатной системы

N01 G93

G500 – Вывод на экран сообщения с указанным номером.

Выполнение УП прерывается. Система ожидает нажатия на кнопку ОК.

N102 G500 P4 – вывод сообщения с номером 4.

Редактирование сообщений осуществляется через меню Настройка->Функция G500.

N102 G500 Px En – вывод сообщения с номером x и значение переменной En.

Сплайновая интерполяция

Следует отметить, что команды сплайновой интерполяции, хотя и записываются в виде нескольких кадров, выполняются как один кадр управляющей программы за один проход управляющей процедуры.

Последовательность команд на воспроизведение инструментом фрезерного станка траектории, заданной в виде В-сплайна, имеет следующий обобщенный формат:

N<номер>B1

N<номер>X<x1>Y<z1>

N<номер>X<x2>Y<z2>

...

N<номер>X<x_{n-1n-1}

N<номер>X<x_{nn}

N<номер>B2

В первом кадре последовательности присутствует ключевой символ В, обозначающее применение В-сплайна. После ключевого символа, идет цифра 1, сигнализирующая о том, что это начальный кадр последовательности.

После первого кадра следуют кадры, задающие контрольные точки В-сплайна. Первой контрольной точкой считается точка, в которой находится инструмент фрезерного станка перед началом отработки кадра.

В завершающем кадре после ключевого символа В следует цифра 2, указывающая, что данный кадр является заключительным.

Важно: При задании траектории в виде В-сплайна, кривая проходит только через начальную и конечную точки. Остальные контрольные точки оказывают влияние на форму кривой, но последняя через них не проходит. Это неудобно для задания траектории вручную, однако контрольные точки В-сплайна обычно рассчитываются автоматически с помощью систем автоматизированного проектирования.

Пример программы для ЧПУ фрезерного станка, использующей сплайновую интерполяцию:

N1 F100 – первая команда задает подачу

N5 B1 – начало последовательности кадров задающих сплайн

N15 X-32. Y-55. – вторая точка сплайна (первая точка – текущее положение резца)

N20 X-32. Y-65. – третья точка сплайна

N25 X-28. Y-80. – четвертая точка сплайна

N30 X-37. Y-85. – пятая точка сплайна

N35 X-0. Y-120. – шестая точка сплайна

N40 B2 – окончание последовательности кадров, задающих сплайн и одновременно сигнал на начало отработки всей последовательности.

M02 – Остановка выполнения программы

Пример: N01 M02

M03 – Включение шпинделя по часовой стрелке

Пример: N01 S1000 M03 – включение шпинделя на частоту 1000 об/мин.

M04 – Включение шпинделя против часовой стрелки.

Пример: N01 S1000 M04 – включение шпинделя на частоту 1000 об/мин.

M05 – Останов шпинделя

Пример: N01 M05

M06 – Смена инструмента на одну позицию (Опция)

Пример: N01 M06

Пример: N10 T2 M06 – выбор 2-ой позиции инструмента из магазина.

Примеры программ для фрезерного станка

Линейная интерполяция.

S1000 M03 – Включаем шпиндель на 1000 мин⁻¹

T01 M06 – Выбираем инструмент

G54 – Выбираем систему координат детали.

G0 X0. Y0. Z10. – Подходим в нулевую точку

G1 Z-10 F100 – Врезание инструмента в заготовку

G1 X10. Y20. F300 – Перемещения инструмента

G0 Z10 – Отвод инструмента

M05 – Останавливаем шпиндель

M02 Завершаем выполнение программы

Круговая интерполяция.

S1000 M03 – Включаем шпиндель на 1000 мин⁻¹

T01 M06 – Выбираем инструмент

G54 – Выбираем систему координат детали.

G0 X0. Y0. Z10. – Подходим в нулевую точку

G1 Z-10 F100 – Врезание инструмента в заготовку

G03 X30. Y30. R30. Выполняем движение по дуге окружности в точку X30.
Y30. По радиусу R30.

G0 Z10 – Отвод инструмента

M05 Останавливаем шпиндель

M02 Завершаем выполнение программы

Порядок выполнения работы

- 1 Получить у преподавателя эскиз (чертеж) детали;
- 2 Назначить систему координат УП (помнить, что «нуль станка» и «нуль УП» в общем случае не совпадают);
- 3 Рассчитать координаты опорных точек и оформить их в виде таблицы;
- 4 Проверить расчет координат опорных точек (разрывы в траектории

движения инструмента, вызванные ошибками в расчетах, приводят к сбоям в системе ЧПУ и к рывкам и ударам в механизмах подачи стола);

- 5 Подготовить текст УП с комментариями (в рамках модели);
- 6 Ввести текст УП в компьютер в формате .txt;
- 7 Отработать УП в имитаторе Stepper CNC v3.

Варианты заданий

В табл.2 указаны параметры заданной детали.

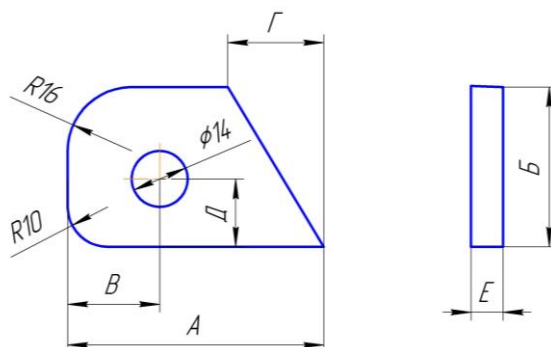


Рисунок 17 – Эскиз детали

Таблица 4 - Варианты размеров

№	A	B	C	D	E	F
1	64	40	23	24	17	8
2	60	80	20	22	15	5
3	70	40	21	25	18	10
4	80	50	25	17	17	15
5	64	50	30	30	20	7

Содержания отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Эскиз заданной преподавателем детали с указанием исходных точек для постоянной программы.
3. Технологическая карта обработки заданной детали.
4. Составленная УП обработки заданной детали.

5. Выводы.
6. Отработка УП в имитаторе Stepper CNC v3.

Контрольные вопросы

1. Как записывается команда круговой интерполяции?
2. Как записывается цикл продольной обработки?
3. Что такое сплайновая интерполяция?
4. Какие команды отвечают за работу шпинделя?
5. Какая команда отвечает за паузу?

Список литературы

- 1 Ермолаев В. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования/ В. В. Ермолаев. - М.: Академия, 2014. - 250 с.: ил.
- 2 Минигабаритный фрезерный станок с компьютерным управлением: учебное пособие / П.Г. Мазеин, С.С. Панов, А.А. Савельев, С.В. Шереметьев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 63 с.
- 3 ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература:

- 1 Ермолаев В. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования/ В. В. Ермолаев. - М.: Академия, 2014. - 250 с.: ил.

Дополнительные источники:

- 1 Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 345 с.
- 2 ГОСТ 23597-79. Станки металлорежущие с числовым программным управлением. Обозначение осей координат и направлений движения.
- 3 ГОСТ 20999-83. Устройства числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ.
- 4 ГОСТ 20523-80. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.
- 5 ГОСТ 21021-2000. Устройства числового программного управления. Общие технические требования.
- 6 ГОСТ 3.1404-86. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

Интернет-ресурсы:

- 1 Станки с ЧПУ: ремонт, модернизация, запасные части
<http://www.cncinfo.ru/>
- 2 Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление»
<http://www.novtex.ru/mech>
- 3 Журнал «Информатика и системы управления» <http://ics.khstu.ru/>

- 4 Первый машиностроительный портал <http://www.1bm.ru/techdocs/kgs/>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]