

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК.06.03 Выполнение работ по профессии 16045 Оператор станков с ПУ

15.02.16 Технология машиностроения

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	5
Лабораторное занятие № 31.....	5
Проектирование технологической операции обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ	5
Лабораторное занятие № 32.....	11
Расчет координат опорных точек при подготовке управляющей программы обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ	11
Лабораторное занятие № 33.....	13
Изучение правил и последовательности записи управляющей программы. Обозначения и содержание G-кода для УП.....	13
Лабораторное занятие № 34.....	15
Разработка управляющей программы для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ	15
Лабораторное занятие № 35.....	20
Изучение панели пульта управления станков ЧПУ CNC-симулятор.....	20
Лабораторное занятие № 36.....	22
Наладка трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ	22
Лабораторное занятие № 37.....	25
КОНТРОЛЬ И ОТЛАДКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ НА ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ VMS-850P.....	25

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.06 Освоение профессий рабочих, должностей служащих под запрос работодателя предусмотрено проведение практических занятий и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У 6.3.1 применять технологическую и конструкторскую документацию на изготовление детали средней сложности не типа тела вращения;
- У 6.3.2 анализировать схемы базирования заготовок на станках с ЧПУ;
- У 6.3.3 устанавливать заготовку детали средней сложности на станках с ЧПУ
- У 6.3.4 Контролировать базирование и закрепление заготовки детали средней сложности на станках с ЧПУ;
- У 6.3.5 выполнять процесс обработки заготовки детали средней сложности на станках с ЧПУ;
- У 6.3.6 выбирать, читать и запускать управляющую программу для обработки детали средней сложности на станках с ЧПУ;
- У 6.3.7 контролировать состояние режущих инструментов и пластин для обработки деталей средней сложности на станках с ЧПУ, а также проверять исправность элементов управления и кнопок аварийной остановки оборудования;
- У 6.3.8 проверять уровень смазочно-охлаждающей жидкости в баке и регулировать её подачу через устройство ЧПУ;
- У 6.3.9 выявлять визуально дефекты обработанных поверхностей детали средней сложности;
- У 6.3.10 определять шероховатость обработанных поверхностей;

Содержание лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 6.3 Обрабатывать заготовки средней сложности на станках с ЧПУ

А также формированию **общих компетенций:**

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 3.1 Технология обработки на станках с программным управлением

Лабораторное занятие № 31

Проектирование технологической операции обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ

Цель работы – ознакомиться с основными принципами и практически освоить методику проектирования технологической операции, выполняемой на трехкоординатном фрезерном станке с ЧПУ.

Порядок выполнения работы:

получить индивидуальное задание;
спроектировать технологическую операцию обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ;
оформить расчетно-технологическую карту (РТК);
составить отчет.

Методические указания

Индивидуальное задание содержит:
чертеж детали, для которой необходимо спроектировать технологическую операцию обработки на фрезерном станке с ЧПУ;
сведения о применяемом станке и инструменте.

Общие сведения о трехкоординатном фрезерном станке с ЧПУ модели VMS-850P

Контроль, отладка управляющей программы и обработка детали производится на вертикально-фрезерном станке модели VMS-850P (табл. 1.1).

Вертикально-фрезерный станок модели VMS-850P с устройством ЧПУ Fanuc 0i-MF plus применяется для трехкоординатного (объемного) и двухкоординатного (контурного) фрезерования деталей сложной конфигурации. Кроме того, станок позволяет производить фрезерование разновысоких плоскостей рычагов, корпусов и других деталей, и обработку отверстий вращающимся инструментом.

Рабочее движение подачи в продольном и поперечном направлении (по координатам X и Y) осуществляется за счет перемещения стола, а в вертикальном (по координате Z) – шпинделя. На станке имеется магазин инструментов на 12 позиций и устройство автоматизированной смены инструмента, позволяющее быстро менять режущий инструмент без участия человека. Станок VMS-850P работает совместно с электронным устройством Fanuc 0i-MF plus, осуществляющим управление работой станка по программе.

Проектирование технологической операции

Для примера, рассмотрим деталь, чертеж которой представлен на рис. 1.1. В качестве заготовки для рассматриваемой детали выберем плиту прямоугольной формы. Размеры заготовки определяются исходя из габаритов детали. При этом необходимо учесть, что в мелкосерийном и серийном производствах, как правило, не применяются специальные методы получения заготовок (литье, штамповка и др.), поэтому напуск под обработку может составлять большую величину.

Базирование и установку детали произведем на специальной плите при помощи двух отверстий, заранее изготовленных в заготовке.

Режущий инструмент для контурной обработки криволинейного профиля детали представляет собой концевую цилиндрическую фрезу. Диаметр фрезы выбирается исходя из наименьшего радиуса скругления внутренних углов, при этом также необходимо учесть условие жесткости фрезы (так как вылет фрезы зависит от ширины фрезерования).

Таблица 1.1

Техническая характеристика станка VMS-850P

Наименование параметров	Величина
Расстояние от шпинделя до поверхности стола, мм:	
наименьшее	210
наибольшее	450
Наибольшее перемещение стола, мм:	
рабочее в продольном направлении	420
рабочее в поперечном направлении	330
установочное в вертикальном направлении	240
Дискретность задания перемещения стола, шпинделя, мм	0,001
Рабочая подача стола и шпиндельной головки, мм/мин	0,01–10 000
Ускоренная подача стола и шпиндельной головки, м/мин	12
Диапазон скоростей шпинделя (бесступенчатое регулирование), об/мин	0–5 000
Количество управляемых координат	3

Последовательность обработки детали по конструктивным зонам обуславливается конфигурацией детали и заготовки. Предпочтительна следующая последовательность:

- а) обработка внутренних контуров и примыкающих к ним плоскостей;
- б) обработка наружных контуров и примыкающих к ним плоскостей. Такая последовательность позволяет обеспечить необходимую жесткость детали в процессе обработки.

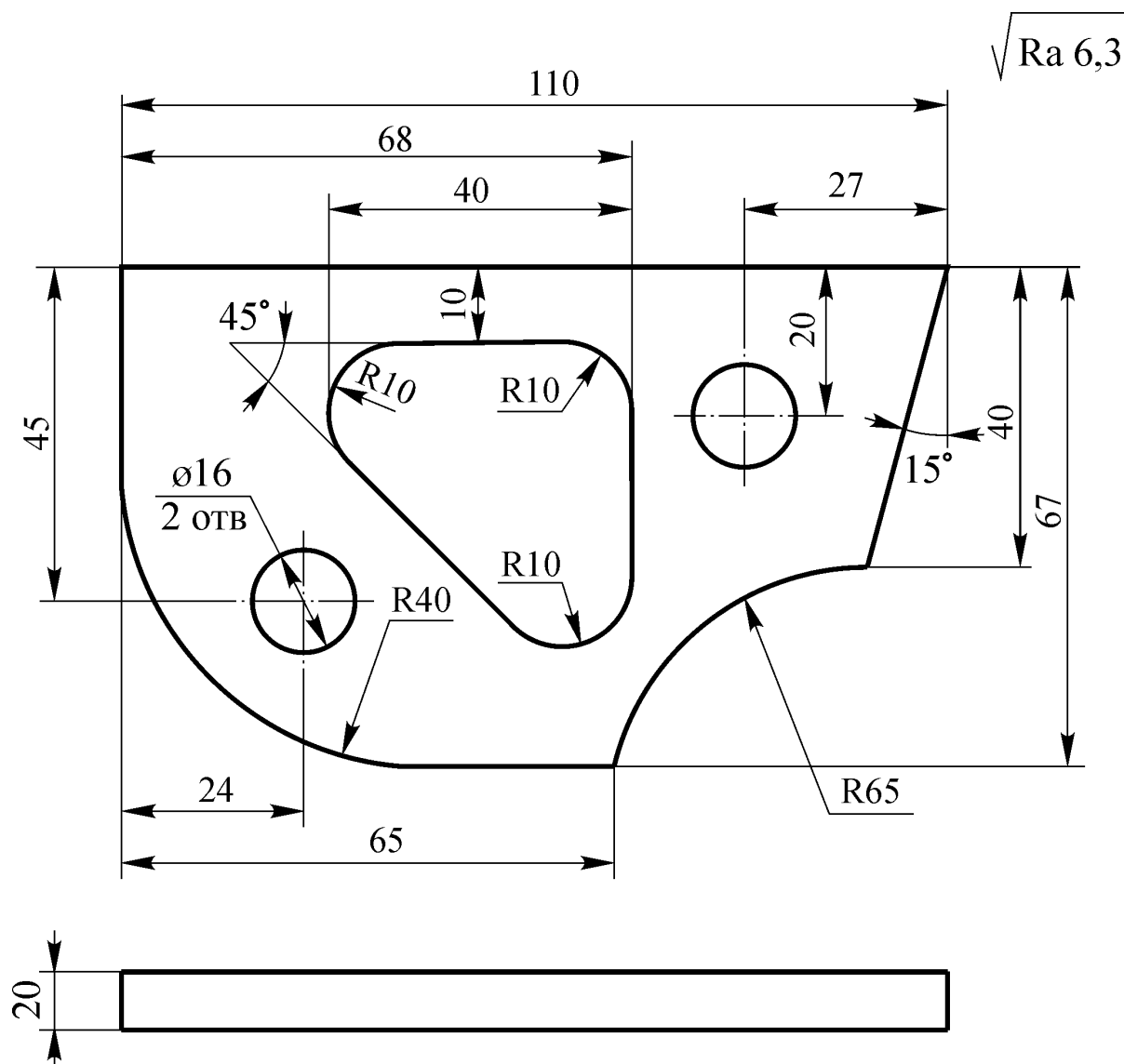


Рис. 1.1. Чертеж детали

Технологические переходы проектируются для каждой конструктивной зоны отдельно. Черновые переходы проектируются, исходя из условия минимальности времени удаления металла и обеспечения равномерного припуска для чистовых переходов. Припуск для чистового перехода целесообразно обеспечивать в пределах 3–5 мм.

Траектория движения инструмента формируется из рабочих и вспомогательных перемещений. Рабочие перемещения на чистовых переходах осуществляются по эквидистанте к обрабатываемому контуру. На черновых переходах рабочие перемещения проектируются согласно принятой схеме технологических переходов при этом необходимо учитывать также размеры и форму инструмента. При проектировании, вспомогательных перемещений нужно учитывать следующие условия:

- подход и отход инструмента от обрабатываемой поверхности осуществляются по специальным траекториям вспомогательных перемещений, обеспечивающим врезание по касательной со своевременным (за 1–5 мм до края заготовки) переходом с холостого хода на рабочий;

- недопустима остановка фрезы или резкое изменение подачи в процессе резания, так как неизбежны повреждения поверхности. Перед остановкой или резким изменением подачи, подъемом, или опусканием инструмента необходимо отвести его от поверхности под малым углом или по касательной;
- длина холостых перемещений должна быть минимальной;
- расстояние между соседними проходами инструмента выбирать с учетом перекрытия, равного 10% диаметра фрезы.

Таблица 1.2

Условные обозначения в расчетно-технологической карте

Наименование	Условное обозначение
Ноль детали	
Ноль станка	
Ноль инструмента	
Точка останова для смены инструмента	
Контрольная точка	
Точка вертикального подъема фрезы на 20 мм	
Точка вертикального опускания фрезы на 15 мм	
Перемещение фрезы с одновременным подъемом	
Перемещение фрезы с одновременным опусканием	
Перемещение фрезы	
Траектория холостого хода	
Опорная точка с номером	

Исходная точка инструмента выбирается исходя из требований удобства установки и закрепления детали, а также минимальности холостых и вспомогательных перемещений. Поскольку станок VMS-850P имеет управляемое по программе вертикальное перемещение, исходную точку целесообразно разместить над деталью (по высоте 100–150 мм).

Режимы резания назначаются для каждого технологического перехода по нормативным рекомендациям. Если внутри одного технологического перехода имеет

место резкое изменение условий обработки, например величины припуска, следует переход разбить на несколько участков и для каждого участка назначать режимы обработки отдельно.

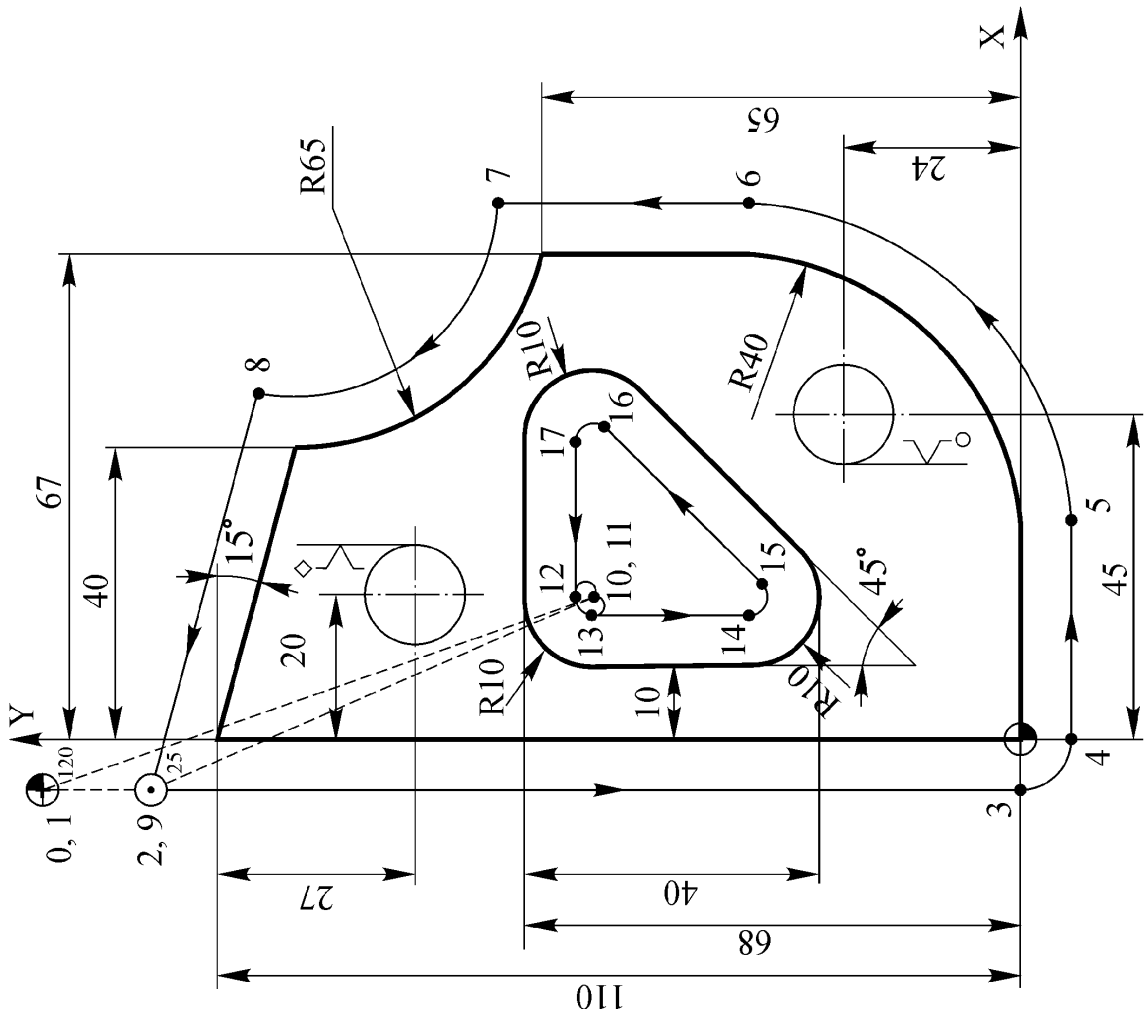
1.3.2. Оформление расчетно-технологической карты (РТК)

Результаты проектирования технологической операции, выполняемой на станке с ЧПУ, оформляют в виде расчетно-технологической карты (РТК). Условные обозначения, применяемые при оформлении РТК, представлены в табл. 1.2. Разработка РТК производится в следующей последовательности:

- 1) вычерчивается деталь в прямоугольной системе координат, оси которой коллинеарны системе координат станка, указываются все размеры и требования необходимые для обработки;
- 2) указывается базирование;
- 3) наносится исходная точка инструмента (см. табл. 1.2);
- 4) специальными линиями (см. табл. 1.2) или цветным карандашом наносится траектория движения центра инструмента в системах координат XOY и XOZ;
- 5) на траектории движения инструмента отмечаются и обозначаются опорные точки: геометрические (отделяющие друг от друга различные элементы траектории) и технологические (точки останова для изменения частоты вращения шпинделя, пережима детали, контроля точности исполнения размера, точки изменения подачи и т.д.) стрелками указывается направление движения (см. табл. 1.2);
- 6) могут указываться режимы резания по участкам обработки;
- 7) выписывается последовательность обхода опорных точек (цикл обработки);
- 8) при необходимости заносятся сведения о режущем инструменте.
- 9) Пример оформления расчетно-технологической карты (РТК) приведен на рис. 1.2.

1.3.3. Отчет

Отчетом по лабораторной работе является оформленная расчетно- технологическая карта (РТК).



Цикл обработки: 0-1-2-3-4-5-6-7-8-
-9-10-11-12-13-14-15-16-17-12-13-
10-0

Диаметр фрезы 16 мм

Координаты т. 0: X=-10 мм

Y=135 мм

Z=100 мм

Рис. 1.2. Расчетно-технологическая карта фрезерной обработки на станке с ЧПУ

Лабораторное занятие № 32

Расчет координат опорных точек при подготовке управляющей программы обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ

2.1. Цель работы – практически освоить этап подготовки управляющей программы: расчет координат опорных точек.

2.2. Порядок выполнения работы:

- для расчетно-технологической карты (РТК), разработанной при выполнении лабораторной работы № 1, произвести расчет координат опорных точек траектории инструмента и заполнить карту координат опорных точек (приложение А);
- составить отчет.

2.3. Методические указания

2.3.1. Расчет координат опорных точек

Координаты опорных точек определяются на базе данных из расчетно-технологической карты (РТК). Для ряда точек координаты могут быть определены непосредственно из чертежа. Рассмотрим это на примере РТК, изображенной на рисунке (см. рис. 1.1). Так координаты исходной точки 0 указаны на РТК: (–8; 108; 128). Координата Y точки 2 задана из условия, чтобы фреза на ускоренном ходу не коснулась заготовки (при припуске 5 мм оставлен зазор в 1 мм). Таким образом,

$$y_2 = 110 + 5 + R_{\text{фр}} + 1 = 124 \text{ мм.}$$

Аналогично путем несложных арифметических расчетов могут быть определены все координаты точек 3; 4; 5; 6; 7; 14; 15; 16; 19.

Для определения остальных координат необходимо использовать методы тригонометрии, либо аналитической геометрии.

Координаты точек 7, 8 можно определить как результат пересечения соответствующей окружности и прямых. Для этого необходимо записать уравнения окружности (7–8) и прямых (6–7), (8–9). Сначала удобно записать уравнение окружности с $R=65$, так как известны координаты двух точек, лежащих на ней: (67,65) и (40, (110 – 40*tg15°)).

$$\begin{aligned} \left(\begin{array}{c} (x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2 \\ \left(\begin{array}{c} (67-a)^2 + (65-b)^2 = 65^2 \\ (40-a)^2 + (99,28-b)^2 = 65^2 \end{array} \right) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a = 102,14; \\ b = 119,85. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{aligned}$$

Тогда уравнение окружности (7–8) эквидистанты будет

$$(x-102,14)^2 + (y-119,85)^2 = 57^2.$$

Задавая в нем $x=75$, определим $y=69,73$.

Уравнение прямой (8–9) также удобно записать, построив сначала уравнение для соответствующей параллельной прямой контура детали:

$$y-110 = -\text{tg}15^\circ(x-0) \Rightarrow y = -0,2679x + 110.$$

Преобразовав это уравнение к нормальной форме:

$$0,2588x + 0,9659y - 106,2531 = 0,$$

можно из него сразу же получить уравнение прямой (8–9), как параллельной и отстоящей на расстоянии 8 мм:

$$0,2588x + 0,9659y - 106,2531 = 8 \Rightarrow y = 118,2867 - 0,2679x.$$

Решая совместно полученное уравнение с уравнением окружности (7–8), найдем $x_8=46,92$, $y_8=105,72$.

Аналогичным образом определяются координаты остальных опорных точек. Результаты заносятся в карту координаты опорных точек (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Карта координат опорных точек

Участок	Контур	Координаты конца участка			Подача мм/ мин
		x	y	z	
		мм	мм	мм	
0		–8	140	100	
0–1	прямая	–8	140	–1	12000
1–2	–"-	–8	124	–1	12000
2–3	–"-	–8	0	–1	100
3–4	окружность	0	–8	–1	80
4–5	прямая	27	–8	–1	100
5–6	окружность	75	40	–1	80
6–7	прямая	75	69,73	–1	100
7–8	окружность	46,92	105,72	–1	80
8–9	прямая	–8	120,43	–1	100
9–10	–"-	20	57	22	12000
10–11	–"-	20	57	22	600
11–12	окружность	20	60	18	80
12–13	–"-	18	58	18	80
13–14	прямая	18	38	18	100
14–15	окружность	21,41	36,59	18	80
15–16	прямая	41,41	56,59	18	100
16–17	окружность	40	60	18	80
17–12	прямая	20	60	18	100
12–13	окружность	18	58	18	80
13–10	–"-	20	57	22	600
10–0	Прямая	–8	140	100	12000

Подача для рассматриваемого станка задается в мм/мин.

Так как траектория движения инструмента замкнута, сумма перемещений по каждой координате должна обратиться в нуль. Это свойство перемещений используется для первичного контроля правильности заполнения карты координат опорных точек.

2.3.2. Отчет

Отчет о работе должен содержать карту координат опорных точек, рас считанных для детали индивидуального задания.

Лабораторное занятие № 33

Изучение правил и последовательности записи управляющей программы. Обозначения и содержание G-кода для УП

Цель работы: Изучить правила и последовательность УП, обозначение и содержание G-кода.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

Понимать обозначение и содержание G-кода.

Оборудование: не требуется

Краткие теоретические сведения:

Для разработки техпроцессов обработки деталей на станках с ПУ используют следующие стадии:

- 1 – разработка маршрута детали;
 - 2 – разработка пооперационной технологии обработки;
 - 3 – разработка управляющей программы.
- 1 стадия «Маршрут обработки детали».

Этапы:

А) Выбор номенклатуры деталей, подлежащих обработке на станках с ПУ.

Оценивается целесообразность использования станков с ПУ, рассчитывается снижение себестоимости изготовления деталей и экономический эффект от внедрения.

Б) Знакомство с типовыми техпроцессами изготовления аналогичной детали.

Изучается последовательность обработки, выбор оборудования, оснастка и др.

В) Определение маршрута обработки Выделяют поверхности, подлежащие обработке, последовательность переустановки деталей по видам оборудования, последовательность операций с оформлением сводной карты маршрута обработки.

Г) Заказ (выбор) приспособления. Производят определение типа приспособления, схему базирования заготовки и ее закрепления на станке.

Д) Заказ (выбор) инструмента. Определяют тип инструмента, его технологические и геометрические параметры

2 стадия «Операционная технология»

А) Составление плана операции Разделяют операцию на установы и позиции, уточняют метод закрепления заготовки, оформляют операционную карты с операционным эскизом

Б) Разработка пооперационной технологии Уточнение параметров инструмента, определение траекторий, подвода, отвода инструмента и контрольных точек для замера параметров, расчет режимов резания, оформление карты наладки.

3 стадия «Разработка УП»

А) Расчет траектории инструмента. Уточняют систему координат станка Уточняют наладочные размеры детали, рассчитывают координаты точек траектории движения каждого инструмента и сводят их в таблицу. Оформляют расчетно-технологическую карту.

Б) Кодирование и запись УП. 45 Пересчитывают величины перемещений по траектории в количество импульсов, выбирают необходимые технологические команды

согласно инструкции по программированию на конкретную модель УЧПУ. Кодируют УП и записывают ее на программоноситель с распечаткой текста.

В) Отладка УП Прочерчивание траектории движения инструмента на экране дисплея или плоттере для контроля и выявления видимых ошибок. При необходимости контроль траектории выполняют на оборудовании Редактируют текст УП. Изготавливают пробную деталь. При необходимости вносят исправления в ТП обработки. Корректировать повторно УП до получения годной пробной детали. Оформляется акт внедрения УП в производство.

Программирование систем числового программного управления (ЧПУ) станками производится посредством G-кода (управляющей программы).

G-код - общее название языка программирования, регламентированного стандартом ISO 6983-1:1982, стандартом ГОСТ 20999-83.

В технической литературе Советского Союза G-код именуется, как код ИСО 7-бит (ISO 7-bit).

Несмотря на общую регламентацию, G-код имеет множество реализаций и дополнений, вводимых, в основном, разработчиками аппаратных устройств систем числового программного управления, что тем не менее не мешает ему оставаться главным стандартом в отрасли.

В целом программа, написанная с использованием G-кода, состоит из кадров, каждый кадр содержит набор команд управления.

Команды управления могут следовать в кадре в любом порядке, но обычно в целях удобства прочтения управляющей программы системы числового программного управления, сначала идут подготовительные команды, затем команды управления перемещением режущего инструмента, следом команды выбора режимов обработки материала и завершают кадр - технологические команды.

Начинается и заканчивается текст управляющей программы символом «%». Далее может следовать название программы после символа «О».

Комментарии в тексте управляющей программы размещаются либо в круглых скобках, либо предваряются символом «;».

Каждая управляющая команда может иметь один или несколько параметров, которые обозначаются буквами латинского алфавита.

G-код позволяет использовать следующие основные параметры для управляющих команд:

X - координата точки траектории по оси X (например, G00 X25.4 Y2.3),

Y - координата точки траектории по оси Y (например, G01 X25.4 Y2.3 Z0.2),

Z - координата точки траектории по оси Z (например, G01 X25.4 Y2.3 Z0.2),

P - параметр команды G04 (например, P120),

F - скорость рабочей подачи (например, G01 X10.5 F75),

S - скорость вращения шпинделя (например, S1500 M3),

R - параметр стандартного цикла или радиус дуги,

H - параметр коррекции выбранного инструмента,

I,J,K - параметры дуги при круговой интерполяции (например, G03 X5 Y5 I0 J0)

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Правильность ответов на вопросы

Правильность записи УП

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения.

Лабораторное занятие № 34

Разработка управляющей программы для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ

3.1. Цель работы – ознакомиться с этапами подготовки управляющей программы на фрезерном станке с ЧПУ VMS-850P с системой ЧПУ Fanuc 0i-MF plus.

3.2. Порядок выполнения работы:

- получить индивидуальное задание;
- спроектировать технологическую операцию обработки детали на вертикально-фрезерном станке VMS-850P;
- разработать расчетно-технологическую карту;
- заполнить таблицу координат опорных точек (см. приложение А);
- ознакомиться с командами, используемыми в системе ЧПУ Fanuc 0i-MF plus;
- записать программу в коде iso на бланке управляющей программы (приложение Б);
- составить отчет.

3.3. Методические указания

3.3.1. Индивидуальное задание состоит из чертежа детали, для изготовления которой необходимо разработать управляющую программу. Чертеж детали выдает преподаватель.

3.3.2. Проектирование технологической операции Заготовка – цилиндр диаметром 80 мм и высотой 30 мм.

Базирование заготовки осуществляется в закрепленном на столе станка 3х кулачковом патроне, ось которого расположена вертикально.

Режущий инструмент выбирается в соответствии с обрабатываемым профилем и каталогом режущего инструмента. В лабораторной работе используется концевая цилиндрическая фреза из быстрорежущей стали.

Расчет режимов резания производится по справочнику режимов резания металлов.

Оформление технологической документации (операционной карты и карты эскизов) производится на стандартных бланках.

3.3.3. Разработка расчетно-технологической карты (РТК) Вычерчивается эскиз детали, выбираются оси координат. За положительное направление принимается движение шпинделя по оси Z вверх, движение стола по оси X влево, движение стола по оси Y от станочника. При необходимости отмечаются контуры заготовки.

Исходная точка положения инструмента (ноль станка) выбирается из удобства установки, зажима и контроля детали и безопасности при установке и снятии детали. Положение нуля станка фиксируется конечными выключателями. Координаты нуля станка указываются в карте наладки инструмента.

Выбирается начало отсчета (ноль детали). В лабораторной работе ноль детали удобно выбрать в точке расположенной над поверхностью детали и совпадающей с ее осью.

Вычерчивается расчетная траектория движения центра инструмента. Для этого строится эквидистанта к обрабатываемой поверхности с учетом минимального радиуса скругления.

При необходимости на РТК указываются технологические параметры обработки: режимы резания по участкам, участки коррекции инструмента. Пример заполнения расчетно-технологической карты дан на рис. 3.1.

3.3.4. Заполнение таблицы координат опорных точек

Координаты опорных точек находятся по имеющимся на чертеже деталям размерам или по формулам аналитической геометрии.

По координатам опорных точек определяются величины перемещений инструмента вдоль каждой координаты для каждого участка траектории в миллиметрах.

Перемещения, задаваемые для станка мод. VMS-850P, должны быть выражены в миллиметрах. Скорости подач задаются в мм/мин.

Полученные значения координат опорных точек перемещений и режимы резания заносятся в карту координат опорных точек (табл. 3.1).

3.3.5. Ознакомиться с командами, используемыми в системе ЧПУ Fanuc 0i-MF plus

3.3.5.1. Структура кадра управляющей программы в системе ЧПУ Fanuc 0i-MF plus

Кадр управляющей программы представляет собой последовательность команд записанных по условиям языка программирования для конкретной системы ЧПУ. Элементом кадра является слово. Состоит из адреса и последующего числового значения: G01, где G – адрес, 01 – числовое значение.

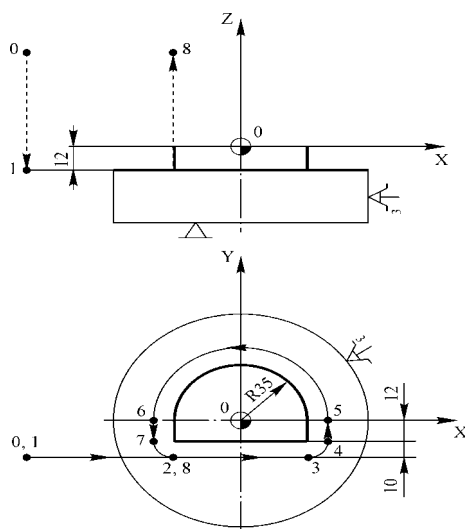


Рис. 3.1. Расчетно-технологическая карта фрезерной обработки на станке с ЧПУ

Таблица 3.1

Карта координат опорных точек

Участок	Тип контура	Координаты конца участка			Перемещения			Подача
		X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ	мм/мин
		мм	мм	мм	мм	мм	мм	
0–1	прямая	–100	–22	–12	0	0	82	12 000
1–3	прямая	35	–22	–12	135	0	0	100
3–4	окр.	45	–12	–12	10	10	0	80
4–5	прямая	45	0	–12	0	12	0	100
5–6	окр.	–45	0	–12	90	0	0	80
6–7	прямая	–45	–12	–12	0	12	0	100
7–2	окр.	–35	–22	–12	10	10	0	80
2–8	прямая	–35	–22	70	0	0	82	12 000

Адрес представляет собой одну из букв латинского алфавита (A–Z) и определяет смысл последующего числового значения.

С использованием этих слов можно создать кадр:

N G X Y Z F S M.

Порядок слов в кадре может быть произвольным, но рекомендуется порядок записи по ГОСТ 20999-86.

3.3.5.2. Адреса, используемые для УЧПУ Fanuc 0i-MF plus

N – номер кадра;

G – подготовительная функция;

X, Y, Z – команды на перемещение по осям станка; I, J, K – расстояние до центра дуги окружности;

F – задание величины подачи;

S – задание оборотов шпинделя;

T – задание номера инструмента для поиска;

D – задание номера корректора для выбранного инструмента; M – вспомогательная функция;
CR= – задание радиуса дуги окружности.

3.3.5.3. Номер кадра

Номер кадра определяет последовательность выполнения кадров управляющей программы. В начале кадра помещается слово N и последующее числовое значение в пределах 0–9999999. Допускается пропуск номера кадра, но не адреса N.

3.3.5.4. Подготовительная функция G

Содержание подготовительной функции G определяется следующим за ней числовым значением. Код G является модальным, то есть он остается неизменным до получения другого кода из той же группы, куда входит данный код. В одном кадре может находиться несколько подготовительных функций G, если они принадлежат разным группам.

Коды первой группы:

G00 – ускоренное перемещение;

G01 – линейная интерполяция;

G02 – круговая интерполяция по часовой стрелке;

G03 – круговая интерполяция против часовой стрелки. Коды второй группы:

G17 – задание рабочей плоскости XY;

G18 – задание рабочей плоскости ZX;

G19 – задание рабочей плоскости YZ;

Коды третьей группы:

G27 – выход в ноль станка по конечным выключателям. Коды четвертой группы: G40 – отмена коррекции на радиус инструмента; G41 – коррекция на радиус инструмента слева; G42 – коррекция на радиус инструмента справа. Коды пятой группы:

G43 – коррекция на длину инструмента в «+»; G44 – коррекция на длину инструмента в «-»; G49 – отмена коррекции на длину инструмента. Коды шестой группы:

G53 – возврат к системе координат станка;

G54 – G59 – выбор координатной системы заготовки. Коды седьмой группы:

G90 – задание перемещений в абсолютных величинах; G91 – задание перемещений в приращениях;

Коды восьмой группы:

G94 – задание подачи в мм/мин;

G95 – задание подачи в мм/об.

3.3.5.5. Команды на перемещение по осям X, Y и Z

Команды на перемещение инструмента X, Y и Z служат для определения направления и величины перемещения по соответствующим осям станка. Команды X, Y и Z являются модальными. Перемещения записываются в миллиметрах, при этом целая и дробная часть разделяются точкой.

3.3.5.6. Расстояние до центра дуги окружности I, J и K

Данные адреса служат для задания координат центра окружности при круговой интерполяции. Числовое значение записывается в миллиметрах, при этом целая и дробная часть разделяются точкой.

3.3.5.7. Величина подачи F

Программирование подачи в зависимости от функций G94 и G95 осуществляется в различных величинах. При задании функции G94 подача задается в миллиметрах в минуту. При задании функции G95 подача задается в миллиметрах на оборот. Значение подачи записывается по адресу F. Запрограммированная подача 50мм/мин или 50мм/об будет выглядеть: F50.

3.3.5.8. Величина частоты вращения шпинделя S

Для задания частоты вращения шпинделя ее значение записывается по адресу S. На станке VMS-850P реализовано бесступенчатое регулирование частоты вращения шпинделя.

3.3.5.9. Задание номера инструмента T

Номер инструмента, записанный под адресом T, указывает номер, ячейки инструмента в инструментальном магазине. Инструментальный магазин станка VMS-850P имеет 12 позиций. Выбор инструмента, расположенного в третьей позиции будет осуществляться: T03.

3.3.5.10. Корректор инструмента D

Номер корректора, записанный под адресом D, указывает номер корректора на вылет инструмента по оси Z.

3.3.5.11. Вспомогательная функция M

Вспомогательная функция M служит для запуска электроавтоматики станка. Функции M, действующие на всех станках:

- M03 – пуск шпинделя по часовой стрелке; M04 – пуск шпинделя против часовой стрелки; M05 – останов шпинделя;
- M06 – смена инструмента;
- M30 – конец программы.

3.3.5.12. Радиус дуги окружности R

Радиус дуги окружности R служит для задания радиуса дуги при круговой интерполяции. Числовое значение записывается в миллиметрах, при этом целая и дробная часть разделяются точкой.

3.3.6. Программирование обработки

3.3.6.1. Линейное перемещение

Необходимыми данными для линейного перемещения являются:

- линейное перемещение задается подготовительной функцией G01 (если в предыдущем кадре было линейное перемещение, то запрограммировать G01 повторно не следует);
- координатные перемещения вдоль осей X,Y и Z (знак «–» ставится перед

числовым значением, знак «+» не ставится);

– информация о подаче (F) (информация о подаче ставится только при ее изменении).

Пример:

N1 G01 X10 Y45 F0.5 N2

X15

N3 X20 Y60 F0.8

3.3.6.2. Круговое перемещение

Необходимыми данными для кругового перемещения являются:

– вспомогательная функция, задающая круговое перемещение, G02 при перемещении по часовой стрелке или G03 при перемещении против часовой стрелки (если в предыдущем кадре было круговое перемещение, то программировать G02 или G03 повторно не следует); координаты центра окружности (записываются под адресами I, J и K) или радиус окружности (записывается под адресом CR=);

– координаты конечной точки (записываются под адресами X, Y и Z);

– информация о подаче (F).

Программирование кругового перемещения производится по квадрантам. В одном кадре можно программировать участок кривой, находящийся в двух квадрантах.

Пример:

N1 G02 X30 I20 J20 F0.4 N2

G03 X40 Y10 CR=10

3.3.7. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен содержать технологическую документацию (операционную карту и карту эскизов), расчетно-технологическую карту, таблицу с координатами опорных точек, управляющую программу, записанную в коде iso на бланке.

Лабораторное занятие № 35

Изучение панели пульта управления станков ЧПУ CNC-симулятор

Цель работы: Ознакомиться с правилами эксплуатации программного обеспечения для устройств числового программного управления типа Fanuc (в дальнейшем - УЧПУ), обеспечивающих управление металлообрабатывающим оборудованием.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

–составлять УП для станка с УЧПУ

–пользоваться пультом управления стойки станка УЧПУ

Оборудование: Компьютер с программным обеспечением «Симулятор CNC»

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя индивидуальное задание.
2. Ознакомиться с интерфейсом стойки.
3. Изучить функции выполняемые эмулятором.
4. Выполнить практическое задание.
5. Разработать и записать УП обработки заданной детали.
6. Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Краткие теоретические сведения.

Пульт оператора. Лицевая панель пульта оператора .

В состав УЧПУ входит пульт оператора, который обеспечивает выполнение всех функций управления и контроля в системе «ОПЕРАТОР-УЧПУ-СТАНОК». Лицевая панель ПО представлена на рисунке 1. Она состоит из трёх секций. В центральной секции расположен дисплей. Справа от дисплея расположена вертикальная секция с алфавитно-цифровым наборным полем. Внизу находится функциональная клавиатура с клавишами «F1»-«F8», а под ней станочная консоль с элементами управления. На станочной консоли расположены: -ключ или кнопка включения УЧПУ; -кнопка «АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ»; -кнопка «ПУСК»; -кнопка «СТОП»; -кнопки «ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ» - переключатель КОРРЕКТОР ПОДАЧИ «F»; -переключатель ПУЛЬТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ РЕЖИМОВ; -переключатель КОРРЕКТОР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ «S».



Рисунок 1. Лицевая панель пульта оператора

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Правильность составления УП

Лабораторное занятие № 36

Наладка трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ

4.1. Цель работы – практически освоить этапы наладки фрезерного станка с ЧПУ модели VMS-850P.

4.2. Порядок выполнения работы:

- ознакомиться с принципами наладки фрезерного станка с ЧПУ;
- произвести наладку фрезерного станка с ЧПУ;
- заполнить карту наладки (приложение В);
- представить отчет по проделанной работе.

4.3. Методические указания

4.3.1. Принципы наладки фрезерного станка с ЧПУ модели VMS-850P

Наладка станка с ЧПУ заключается в размерной привязке нуля инструмента к нулю детали в системе координат станка. Размерная привязка заключается в определении расстояний от нуля станка до нуля детали и величин вылета режущего инструмента, с целью последующего внесения полученных данных в память системы ЧПУ и вызове в процессе отработки управляющей программы.

Наладка фрезерного станка производится в два этапа. Первый этап – привязка оси шпинделя станка к нулю детали в плоскости X, Y. Второй этап – определение вылета каждого инструмента, участвующего в обработке, по оси Z. Результатом наладки является получение координат нуля детали по осям X, Y относительно нуля станка и расстояния от нуля инструмента, находящегося в нуле станка, до нуля детали по оси Z. Полученные координаты заносятся в систему ЧПУ в таблицы коррекции режущего инструмента и программируемых нулей станка. В процессе отработки управляющей программы значения вылетов и координат привязки вызываются при помощи функций G43, G44 и G54–G59 соответственно.

4.3.1.1. *Размерная привязка оси шпинделя станка к нулю детали*

Особенностью фрезерных станков является единая ось вращения всех режущих инструментов, устанавливаемых в шпиндель станка. Поэтому для привязки всех режущих инструментов, участвующих в обработке, к нулю детали по осям X и Y, достаточно совместить ось шпинделя с нулем детали и занести полученные координаты в таблицу функции G54–59 программируемого нуля системы ЧПУ.

Для определения координат нуля детали на фрезерных станках используются индикаторные головки индуктивного типа. Принцип работы индикаторной головки индуктивного типа основывается на изменении параметров магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности внутри корпуса индикаторной головки. Индикаторная головка индуктивного типа реагирует только на металлические детали. Для определения момента касания индикаторные головки оснащены устройствами световой и звуковой индикации или устройствами для передачи сигнала в систему ЧПУ.

Размерная привязка оси шпинделя станка к нулю детали осуществляется в следующей последовательности:

- в шпиндель станка VMS-850P устанавливается измерительная головка индуктивного типа;
- включить питание измерительной головки;
- подвести индикаторную головку к нулю детали и произвести замер координат согласно схеме представленной на рис.4.1;
- внести полученное значение в таблицу функции программируемого нуля станка с ЧПУ G54-59;
- выключить питание измерительной головки;
- снять измерительную головку со станка.

4.3.1.2. Определение вылетов инструментов

Определение вылетов инструментов является следующим этапом наладки станка с ЧПУ. Суть этого этапа заключается в совмещении нуля каждого инструмента, участвующего в обработке, с нулем детали по оси Z (нахождении расстояний пройденных каждым инструментом от нуля станка до нуля детали по оси Z).

Определение вылетов инструментов производится в следующей последовательности:

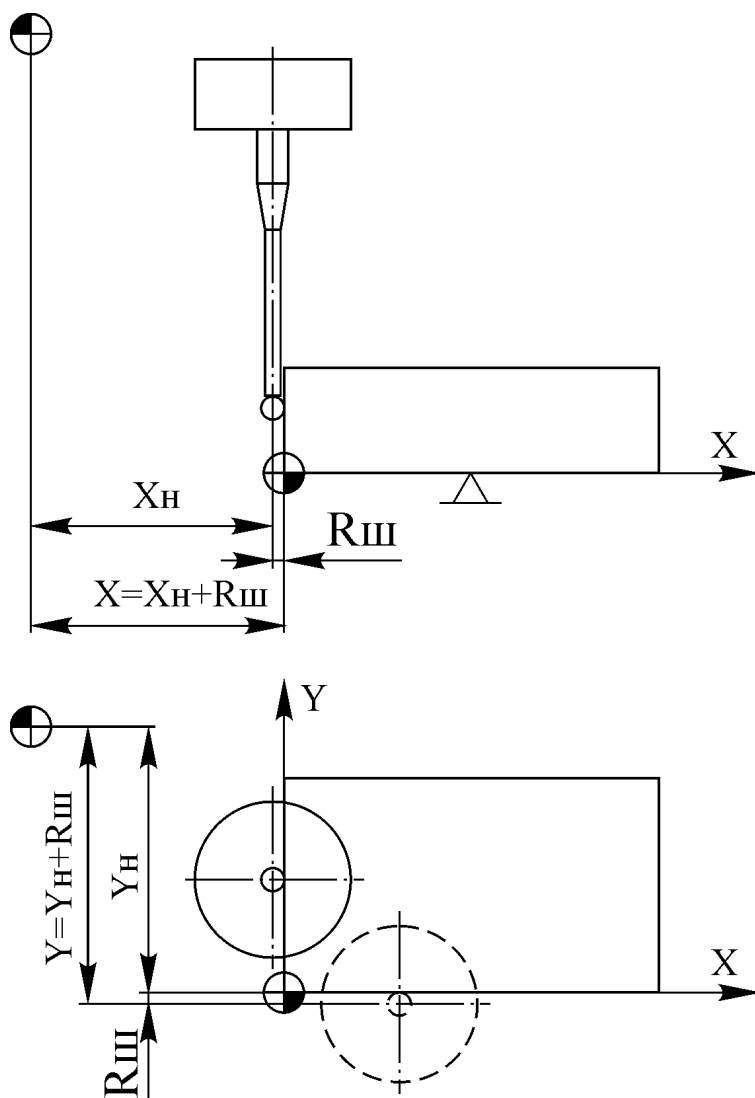


Рис. 4.1. Схема замера координат в плоскости XY

- установить измерительный модуль или циферблатное измерительное устройство на стол станка;
- при помощи ручки выбора режима работы системы ЧПУ выбрать режим **JOG**;
- выполнить перемещение торца шпинделя на циферблатное измерительное устройство. Установить циферблатное устройство на 0 (рис. 4.2);
- вызывать таблицу корректоров инструмента: «**Parameter**» – «**Tool Offset**».
- нажать клавишу «**Determine compensation**» (определить коррекцию);
- в поле «**Reference**» установить курсор на ось Z.
- при помощи клавиши «**OK**» выполнить измерение координат позиции шпинделя. Базовое значение (позиция торца шпинделя) отображается в окне «**Length1**». Ввести фактическую позицию в поле «**Ref. Value**»;
- ввести значение «**Length1**» в поле «**Reference dimensions**» (как «базовое значение»);
- установить в шпиндель инструмент для измерения;
- переместить вершину инструмента до соприкосновения с циферблатным измерительным устройством. Перемещать вершину инструмента до тех пор пока

на циферблатном устройстве не установится 0 (см. рис. 4.2);

– нажать «**Determine compensation**» (определить коррекцию). Выбрать ось Z и нажать «**OK**».

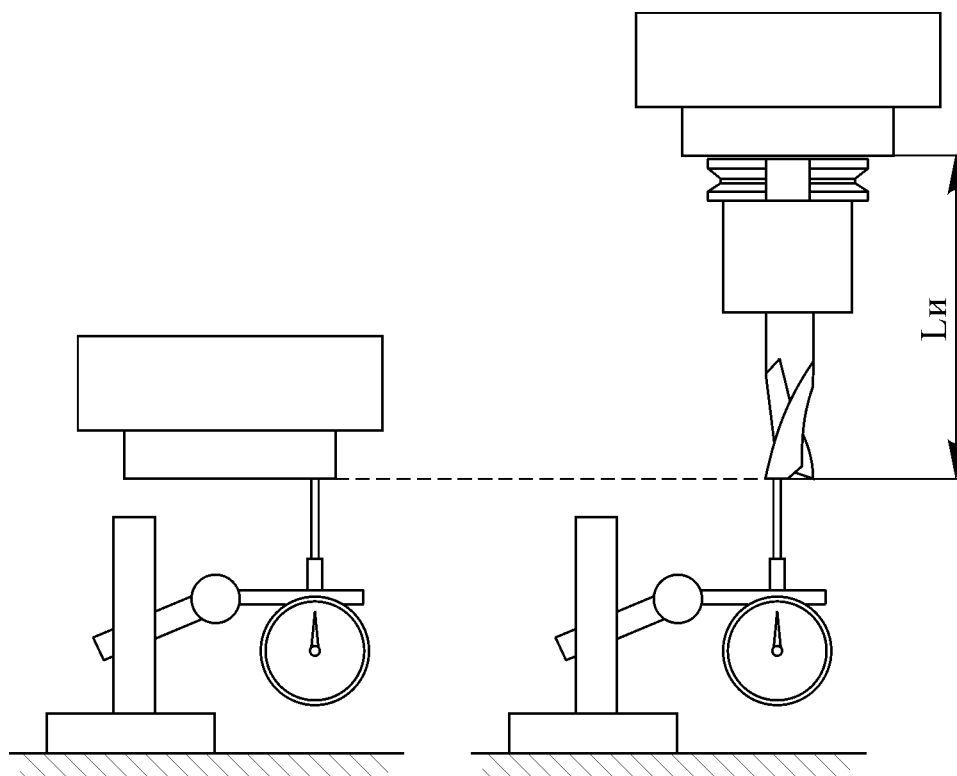


Рис. 4.2. Схема определения вылета инструмента

4.3.2. Заполнение карты наладки

После произведенных замеров координат X, Y нуля детали и корректора на длину инструмента полученные данные вносятся в карту наладки (приложение В)

4.3.3. Отчет о работе

Отчет должен содержать заполненную карту наладки.

Лабораторное занятие № 37

КОНТРОЛЬ И ОТЛАДКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ НА ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ VMS-850P

5.1. Цель работы – ознакомиться с методом подготовки, записи и отладки управляющей программы на фрезерном станке VMS-850P с УЧПУ Fanuc 0i-MF plus.

5.2. Порядок выполнения работы:

- ознакомиться с основами параметрами станка VMS-850P с УЧПУ Fanuc 0i-MF plus;
- ознакомиться с методом подготовки и записи управляющей программы;

- ознакомиться с методом визуальной отработки управляющей программы;
- отработать управляющую программу на станке;
- представить отчет по проделанной работе.

5.3. Методические указания

5.3.1. Основные параметры станка VMS-850P с УЧПУ Fanuc 0i-MF plus

Станок VMS-850P с УЧПУ Fanuc 0i-MF plus предназначен для обработки плоских, контурных и сложнопрофильных поверхностей. Приводы станка могут осуществлять одновременное перемещение по трем осям. Станок оснащен магазином инструментов на 12 позиций. Управление приводами, механизмов и агрегатов станка осуществляется УЧПУ Fanuc 0i-MF plus. Блок управления УЧПУ Fanuc 0i-MF plus состоит из дисплея, алфавитно-цифровой клавиатуры, пульта управления приводами станка, ручки выбора режима работы системы ЧПУ и ручки регулятора скорости подачи (рис.5.1). Для хранения и записи управляющих программ используется флэш-карта.

5.3.2. Метод подготовки и записи управляющей программы

Управляющая программа для системы ЧПУ Fanuc 0i-MF plus выполняется в iso коде. Набор программы может осуществляться как на ЭВМ, так и непосредственно на пульте системы ЧПУ при помощи клавиатуры. При создании управляющей программы на ЭВМ вручную может использоваться текстовый редактор – «блокнот». Полученная управляющая программа сохраняется в файл с расширением *.txt. Запись управляющей программы производится на флэш-карту. С флэш-карты управляющая программа записывается на жесткий диск, встроенный в систему ЧПУ Fanuc 0i-MF plus.

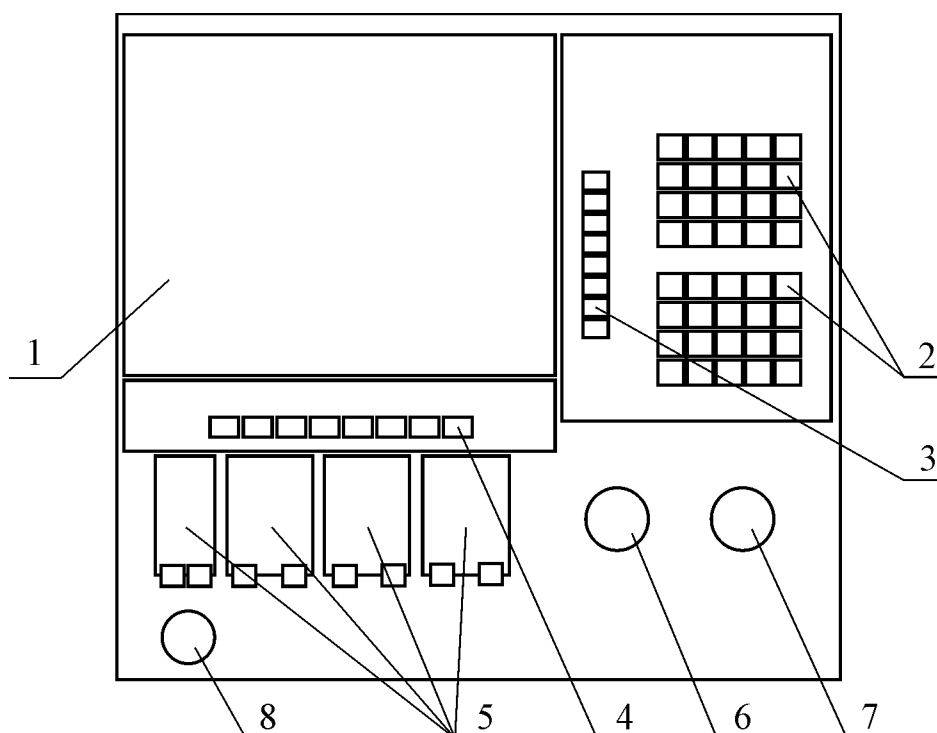


Рис. 5.1. Система ЧПУ Fanuc 0i-MF plus

1 – дисплей, 2 – алфавитно-цифровая клавиатура, 3 – вертикальный ряд функциональных клавиш, 4 – горизонтальный ряд функциональных клавиш, 5 –

пульт управления станком, 6 – маховик перемещения по выбранной оси, 6 – ручка выбора режима работы системы ЧПУ, 7 – ручка регулятора скорости подачи, 8 – кнопка аварийного останова

Для записи управляющей программы на жесткий диск системы ЧПУ Fanuc 0i-MF plus необходимо:

- установить курсор на файле, который должен быть скопирован и нажать экранную клавишу **«COPY»**;
- ввести директорию, куда копируется помеченный файл, и нажать экранную клавишу **«PASTE»**.

Для переименования файла с управляющей программой необходимо:

- установить курсор на файл, который должен быть переименован и нажать экранную клавишу **«RENAME»**;

- в открывшемся диалоговом окне ввести новое имя.

Для удаления файла необходимо:

- установить курсор на файл, предназначенный для удаления (для выделения нескольких файлов, установить курсор на первом файле, нажать клавишу **«SHIFT»** и установить курсор на последнем файле);

- нажать экранную клавишу **«DELETE»**;

- подтвердить запрос нажатием клавиши **«OK»** (Удаление программы возможно только когда она не находится в процессе отработки);

- для удаления рабочей директории, ни одна программа в этой директории не должны быть активирована;

- при удалении рабочей директории, удаляются все файлы, находящиеся в этой директории.

Для активации управляющей программы необходимо пометить программу и нажать экранную клавишу **«ALTER ENABLE»**. Отработка программы возможна только, когда она активирована. Активированные программы маркируются знаком **«X»** в списке программ.

5.3.3. Метод визуальной отработки программы

Система УЧПУ Fanuc 0i-MF plus позволяет осуществлять контроль управляющей программы на наличие зарезов, столкновений и ошибок в синтаксисе при помощи функции графического моделирования.

Для визуальной отработки управляющей программы необходимо выполнить следующие шаги:

- перейти в главное меню **«Параметры»** – **«СНТ»** и установить для смещения нулевой точки станка по оси X, Y и Z для G54 соответствующие значения, полученные в процессе привязки оси шпинделя станка к нулю детали в плоскости XY;

- возвратиться в программу и нажать на кнопку **«3D-просмотр»**. На вертикальной панели нажать на кнопку **«Заготовка»** и ввести размеры заготовки, и размеры смещения относительно ее нуля детали;

- настроить параметры инструмента для чего нажимать на кнопку **«Инструмент»**. Выбрать в правом столбце требуемый инструмент и установить курсор слева на требуемую ячейку магазина. Нажать кнопку **«F1»** **«Ячейка инструмента»**. Нажать кнопку **«OK»**.

- настроить инструмент в окне **«Корректировка инструмента»** для чего вызвать главное меню – **«Параметры»** – **«Коррекция инструмента»**. Установить необходимый инструмент и ввести его корректоры;
- вернуться в окно **«3D-просмотр»** и нажать кнопку **«Старт»**.

5.3.4. Отработка программы на станке

Отработка управляющей программы на станке VMS-850P с УЧПУ Fanuc 0i-MF plus осуществляется в следующей последовательности:

- подключить станок к электросети;
- после загрузки системы ЧПУ включить гидронасос выключателем, расположенным на пульте управления станком;
- переместить стол для удобной установки заготовки (перемещение консоли производится учебным мастером);
- установить заготовку в приспособление;
- вывести консоль в ноль станка по конечным выключателям (перемещение консоли производится учебным мастером);
- загрузить управляющую программу;
- перевести систему ЧПУ в режим **«AUTO»** нажатием кнопки **«AUTO»** на пульте управления станком;
- запустить управляющую программу нажатием элемента **«START»**.
- переместить стол для удобного снятия детали (перемещение консоли производится учебным мастером);
- снять деталь (полуфабрикат);
- отключить станок от электросети.

5.3.5. Отчет о работе

Произвести обмер детали и сделать заключение о годности.

Сделать выводы о возможных причинах отклонений размеров от заданных программой.

Отчет должен содержать прорисованную траекторию движения инструмента, карту координат опорных точек, текст управляющей программы, фотографию готовой детали, результаты обмера детали, выводы о ее годности.