

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА»

**РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В
КОДЕ ИСО-7 БИТ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ
НА СТАНКЕ OPTIMUM BF20 VARIO**

Методические рекомендации к лабораторной работе

САМАРА 2016

УДК 681.1 (075.8)

ББК 30.2-5-05я73

Р99

Составители: А.И. Рязанов

Разработка управляющих программ в коде ИСО-7 бит для фрезерной обработки на станке Optimum BF20 Vario [Текст] метод. указания к лаб. работе / сост. А.И. Рязанов – М-во образования и науки РФ, Самар. нац. исслед. ун-т им. С.П. Королева – Самара, 2016. – 33 с.

В методических указаниях рассмотрено программирование систем числового программного управления (ЧПУ) промышленного оборудования фрезерной группы по ГОСТ 20999-83. Изложены приемы и последовательность написания программы, структура составляющих ее кадров, подготовительные и вспомогательные функции применяемые на станке Optimum BF20 Vario.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ у бакалавров по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» по дисциплине «Информационные технологии в механообрабатывающем производстве» в 6 семестре.

Подготовлены на кафедре технологий производства двигателей Самарского университета.

© Самарский университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1	СТРУКТУРА КАДРА И ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	4
1.1	Структура кадра управляющей программы.....	4
1.2	Модальные и немодальные функции.....	5
1.3	Вспомогательные функции (M-функции).....	8
1.4	Подготовительные функции (G-функции).....	12
2	ОПИСАНИЕ G-ФУНКЦИЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА СТАНКЕ ОРТИМУМ BF20 VARIO С СИСТЕМОЙ ЧПУ MEGA NC.....	16
2.1	Абсолютная и относительная системы координат станка.	16
2.2	Линейные интерполяции на холостом ходу и на рабочей подаче.....	18
2.3	Круговые интерполяции по и против часовой стрелки.....	20
2.4	Временное прекращение перемещений инструмента.....	22
2.5	Нулевые точки станка и заготовки.....	23
2.6	Программирование смещения нулевой точки заготовки...	24
2.7	Коррекция на радиус инструмента.....	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Отчет по лабораторной работе.....	29

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Приобретение практических навыков составления управляющих программ в коде ИСО 7-бит для фрезерного оборудования с ЧПУ на примере станка Optimum BF20 Vario.

В работе приведены основы написания кодов ЧПУ. Рассмотрена структура кадра управляющей программы, вспомогательные и подготовительные функции, команды задания линейных и круговых интерполяций, ускоренное перемещение инструмента, задание параметров режима резания.

1 СТРУКТУРА КАДРА И ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ

Вертикально-фрезерный станок Optimum BF20 Vario с числовым программным управлением (ЧПУ) предназначен для продолжительной автоматической работы без участия оператора. Вся необходимая информация по управлению станком в процессе обработки детали содержится в предварительно подготовленной управляющей программе (УП). Программа создается по определенным правилам с использованием специальных языков (кодов) программирования, позволяющих составить однозначно понимаемую последовательность управляющих команд. Такая структура программы позволяет работать с ней не только ее непосредственному разработчику, но и сторонним специалистам, знающим технологию работы на станках с ЧПУ.

1.1 Структура кадра управляющей программы

Текст управляющей программы для станка с ЧПУ представляет собой последовательность отдельных кадров. Система ЧПУ станка выполняет команды УП строго в порядке следования кадров. Переход к каждому последующему кадру происходит только по окончании выполнения команд предыдущего кадра. Кадры УП

пронумерованы в порядке возрастания. Обозначение номера кадра находится в его начале и состоит из буквы «N» и порядкового номера кадра (N10).

Каждый кадр УП после порядкового номера содержит два или большее количество слов. Слово состоит из адреса (буквы) и числа. Число в слове – это или значение некоторого кода, или числовое значение какого-либо размерного параметра, или числовое значение какого-либо технологического параметра.

Таблица 1 – Пример кадра управляющей программы

		слово		слово		слово	
N	10	G	01	X	-60	F	20
		адрес	код	адрес	числовое значение размерного параметра	адрес	Числовое значение технологического параметра
Расшифровка закодированного смысла слов							
Номер кадра		Линейная интерполяция (перемещение) в декартовой системе координат на рабочей подаче		Координата X конечной точки перемещения		Задание скорости рабочей подачи 20 мм/мин	

1.2 Модальные и немодальные функции

При составлении управляющих программ используются два типа функций: вспомогательные функции (M-функции) и подготовительные (G-функции). Эти функции могут действовать

только в том кадре, в котором они закодированы, в пределах нескольких кадров или в пределах всей управляющей программы.

Функции, которые действуют в пределах нескольких кадров или в пределах всей управляющей программы, называются модальными. Их действие в программе может быть отменено или изменено только функцией, содержащей такой же адрес. Если функция действует только в том кадре, в котором она закодирована, она называется немодальной.

Большинство функций, используемых в управляющих программах, относятся к модальным. Например, функции с адресами: S... – частота вращения шпинделя; F... – скорость подачи; M03/M04 – изменение направления вращения шпинделя; T... – номер позиции инструмента при его смене и т.п. Перечисленные функции обычно неизменны в программе на протяжении большого числа кадров. Часто эти функции в УП требуется задать только один раз, при этом многие из них кодируются в начальных кадрах УП.

В таблице 2 приведен пример фрагмента управляющей программы фрезерования паза (см. рис. 1), содержащего кадры с модальными функциями.

Таблица 2 – Пример начальных кадров УП

N110	F95	S850	M03
N115	G00	X25	Y30
N120	G01	Z-8	
N125	X105		
N130	Y80		

N110 – Программируется подача 95 мм/мин (F95) и частота вращения шпинделя 850 об/мин (S850). Направление вращения

шпинделя по часовой стрелке (M03). Эти значения указанных технологических параметров действуют и в следующих кадрах УП (N115 - N130).

N115 – Программируется ускоренное перемещение вращающегося инструмента по прямой (G00) в плоскости XY из его первоначального положения в точку с координатами $x = 25$, $y = 30$.

N120 – Программируется перемещение вращающегося инструмента по прямой на рабочей подаче 95 мм/мин (G01) в плоскости XY в точку с координатами $z = -8$ мм.

N125 – Поскольку функция G01 по-прежнему действует, программируется перемещение вращающегося инструмента с подачей 95 мм/мин по прямой параллельно оси X в точку с координатой $x = 105$.

N130 – Поскольку функция G01 по-прежнему действует, программируется перемещение вращающегося инструмента с подачей 95 мм/мин по прямой параллельно оси Y в точку с координатой $y = 80$.

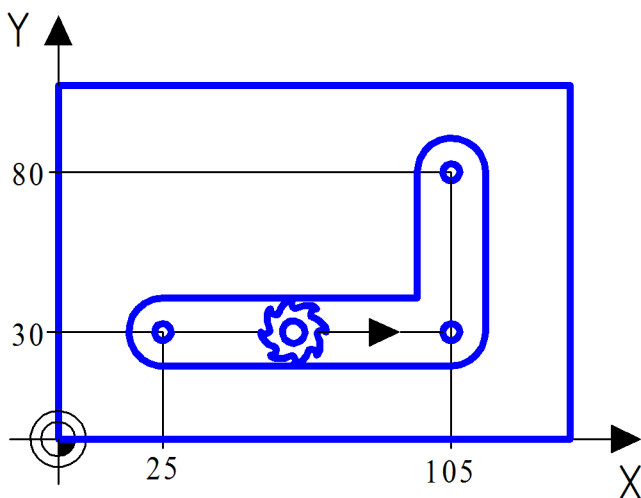


Рис. 1 – Траектория перемещения инструмента при фрезеровании паза

1.3 Вспомогательные функции (М-функции)

Функции обслуживания и определяющие условия работы механизмов станка называются вспомогательными. К таким функциям можно отнести переключение подачи, включение и выключение вращения шпинделя, смена инструмента и т. п. Количество и назначение вспомогательных функций, используемых в системе ЧПУ, может быть различным и определяется ограничениями возможностей системы ЧПУ.

Вспомогательные функции, наиболее часто применяемые в системе ЧПУ при фрезерной обработке, перечислены в таблице 3, где они систематизированы по группам назначения.

Таблица 3 – Вспомогательный функции

Группа 1: Программирование включения и выключения вращения шпинделя	
М03	Включение вращения шпинделя по часовой стрелке
М04	Включение вращения шпинделя против часовой стрелки
М05	Выключение вращения шпинделя
Группа 2: Программирование включения и выключения охлаждения	
М07	Включение подачи хладагента в виде охлаждающей жидкости
М08	Включение подачи хладагента в виде аэрозоли
М09	Отключение подачи хладагента

Продолжение таблицы 3

Группа 3: Программирование завершения управляющей программы	
M02	Завершение программы без возможности ее повторного запуска
M30	Завершение программы с возможностью ее повторного запуска
M99	Завершение подпрограммы
Группа 4: Прочие вспомогательные функции	
M00	Программируемый останов программы
F	Программирование величины подачи
S	Программирование числа оборотов шпинделя
T	Программирование смены инструмента

В таблице 4 приведена последовательность исполнения функций станком с ЧПУ. Вспомогательные функции в зависимости от их назначения могут выполняться до или после перемещений исполнительных органов станка, запрограммированных в том же самом кадре. Однако, запись вспомогательных функций, как правило производится в конце кадра.

В одном кадре УП не может содержаться несколько вспомогательных функций из одной и той же группы назначения и может содержаться не более трех функций из разных групп.

На вертикально-фрезерном станке Optimum BF20 Vario управление шпинделем, подачей хладагента и сменой инструмента осуществляется вручную. Поэтому вспомогательные функции 1 и 2-ой групп и функции S и T из 4-ой группы в данных методических указаниях подробно не рассматриваются.

Опишем функции 3-ей группы – программирования завершения управляющей программы.

М30. С помощью функции М30 программируется завершение отработки программы с возможностью ее повторного выполнения. Шпиндель и насос, подающий хладагент, выключаются, система управления станком переходит в исходное состояние в начало УП и готова к повторному выполнению программы после нажатия кнопки «Пуск». Функция М30 – немодальная.

Таблица 4 – Последовательность исполнения некоторых вспомогательных функций

Вспомогательные функции, выполняемые до перемещений исполнительных органов		Вспомогательные функции, выполняемые после перемещений исполнительных органов	
М03/М04	Включение вращения шпинделя	М00	Останов программы
М07/М08	Включение насоса с хладагентом	М02	Завершение программы без повтора
F	Величина подачи	М05	Выключение вращения шпинделя
S	Число оборотов шпинделя	М09	Отключение охлаждения
T	Смена инструмента	М30	Завершение программы с возможностью ее повтора
		М99	Завершение подпрограммы

M02. Функция M02 завершает работу без возможности ее повторного выполнения. Данная функция используется для приведения системы ЧПУ и исполнительных органов станка в исходное состояние без возможности повторного выполнения программы после нажатия кнопки «Пуск». Функция M02 – немодальная.

M99. Завершение подпрограммы. С помощью функции M99 программируется завершение выполнения подпрограммы. Система управления станком возвращается к главной программе и продолжает ее исполнение начиная с кадра, следующего за кадром с функцией M99. Функция M99 – немодальная.

Рассмотрим используемые на станке Optimum BF20 Vario функции 4-ой группы – прочие вспомогательные функции.

M00. Функция M00 останавливает выполнение УП без потери информации, например, в целях измерения размеров, полученных в процессе обработки. При этом система управления производит останов шпинделя, прекращение подачи и отключение охлаждения. Выполнение УП возобновляется после нажатия кнопки «Пуск».

F... Программирование величины подачи. При фрезерной обработке подача задается с помощью функции F..., при этом в слове с адресом F программируется только численное значение величины подачи, а единица измерения данной величины указывается с помощью специальных подготовительных функций (см. раздел 1.4). Подготовительные функции, определяющие единицу измерения подачи, дают возможность назначить подачу либо в миллиметрах в минуту (функция G94), либо в миллиметрах на оборот (функция G95). Они указываются в том же кадре УП, что и функция F.

Функция F... – модальная, ее действие прекращается после ввода нового значения подачи, а также после задания функций M05, M30 и M02. Кроме того, действие функции F... временно приостанавливается после задания функции M00 и на время

выполнения исполнительными органами станка быстрого позиционирования (см. описание подготовительной функции G00).

Пример G94 F80

Программируется величина подачи 80 мм/мин.

1.4 Подготовительные функции (G-функции)

С помощью подготовительных функций задаются данные о виде, характере и способе отсчета перемещений, совершаемых исполнительными органами станка в процессе обработки заготовки. Число и назначение подготовительных функций зависит от конкретной системы ЧПУ. Подготовительные функции, используемые в одной системе ЧПУ, по своему назначению обычно подразделяются на группы.

В одном кадре УП не могут использоваться подготовительные функции из одной и той же группы, могут использоваться функции только из разных групп назначения.

Большинство подготовительных функций являются модальными, поэтому прекращение их действия происходит только после задания другой подготовительной функции из той же группы назначения, что и исполняемая функция.

Подготовительные функции, наиболее часто применяемые в системах ЧПУ при фрезерной обработке, перечислены в таблице 5, где они систематизированы по группам назначения.

Таблица 5 – Подготовительные функции

Группа 1: Программирование выбора рабочей плоскости	
G17...G19	Выбор рабочей плоскости
Группа 2: Программирование способа отсчета перемещений	
G90	Отсчет перемещений в абсолютной системе координат

Продолжение таблицы 5

G91	Отсчет перемещений в относительной системе координат
Группа 3: Программирование единиц измерения величины подачи	
G94	Отсчет подачи в миллиметрах в минуту
G95	Отсчет подачи в миллиметрах на оборот
Группа 4: Программирование интерполяций	
G00	Быстрое позиционирование (линейная интерполяция при ускоренном перемещении)
G01	Линейная интерполяция с заданной скоростью подачи
G02	Круговая интерполяция с перемещением по часовой стрелке
G03	Круговая интерполяция с перемещением против часовой стрелки
Группа 5: Программирование временных задержек	
G04	Пауза (прекращение перемещения инструмента на определенное время)
Группа 6: Программирование изменения скорости перемещения инструмента при подходе к заданной точке	
G09	Торможение

Продолжение таблицы 5

Группа 7: Программирование изменения последовательности выполнения кадров	
G22	Вызов подпрограммы
G23	Повтор части программы
G24	Безусловная функция перехода
Группа 8: Программирование перемещений исполнительных органов станка в исходные положения	
G25	Возврат шпинделя в исходную точку станка
G26	Перемещение шпинделя в точку смены инструмента
Группа 9: Программирование смещения нулевой точки заготовки	
G53	Задание нулевой точки станка
G54...G59	Задание смещения координат нулевой точки заготовки в абсолютной системе координат станка
G60	Отмена текущего смещения координат нулевой точки заготовки
Группа 10: Программирование коррекции на радиус инструмента	
G41	Коррекция левая на радиус инструмента
G42	Коррекция правая на радиус инструмента
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента

Продолжение таблицы 5

Группа 11: Программирование технологических циклов	
G84	Цикл сверления глубокого отверстия
G85	Цикл сверления отверстий с центрами на одной окружности
G86	Цикл фрезерования косоугольного кармана
G87	Цикл фрезерования круглого кармана
G88	Цикл фрезерования паза
G89	Цикл торцевания поверхности

2 ОПИСАНИЕ G-ФУНКЦИЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА СТАНКЕ OPTIMUM BF20 VARIO С СИСТЕМОЙ ЧПУ MEGA NC

Рассмотрим некоторые вспомогательные G-функции: задание способа отсчета перемещений, линейные и круговые интерполяции, временные прерывания выполнения программы, задание нулевых точек и коррекция на радиус инструмента.

2.1 Абсолютная и относительная системы координат станка

В современных станках с ЧПУ применяют два способа отсчета перемещений: абсолютный и относительный. Выбор способа отсчета для фрезерной обработки зависит от целого ряда факторов. В частности от того, каким образом составлены размерные цепи на чертеже изготавливаемой детали – от одной размерной базы (абсолютный способ) или в приращениях (относительный способ).

При простановке размеров от одной размерной базы (абсолютный способ простановки размеров) все размеры соотносятся с одной точкой, выбранной в качестве базовой размерной точки. Тогда при составлении управляющей программы для обработки на фрезерном станке с ЧПУ базовую размерную точку удобно использовать в качестве нуля заготовки. В этом случае траектории перемещений рабочих органов станка программируются в абсолютных координатах (см. рис. 2а) с помощью модальной функции G90.

Приведем пример кадра УП, в котором осуществляется выбор отсчета в абсолютной системе координат:

N90 G90

Координаты по оси X и оси Y отсчитываются от нулевой точки системы координат (см. рис. 2а).

Пример: N100 G01 X110 Y75

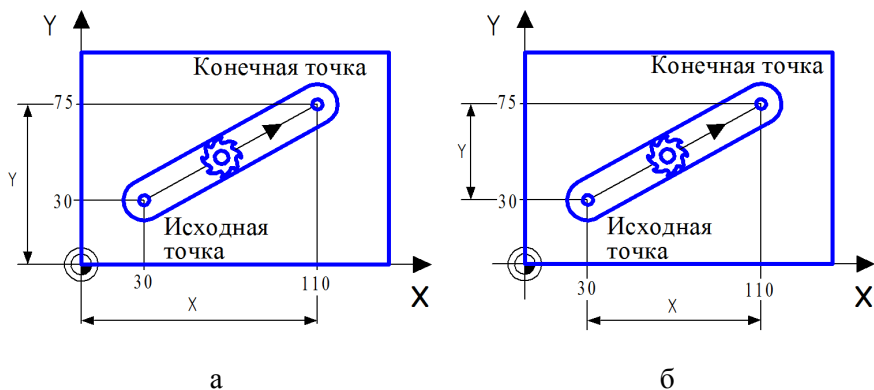


Рис. 2 – Отсчет перемещений в абсолютной (а) и относительной (б) системах координат

При относительном способе простановки размеров все размеры задаются как расстояния между двумя соседними точками контура детали. В этом случае при составлении управляющей программы за начало отсчета каждый раз принимается предыдущая точка. При этом траектория перемещения рабочих органов станка программируется в приращениях, или в относительных координатах (см. рис. 2б) с помощью модальной функции G91.

Приведем пример кадра УП в котором осуществляется выбор отсчета в относительной системе координат:

N90 G91

Координаты по оси X и оси Y отсчитывается от текущей (исходной) точки обрабатываемого контура (см. рис. 2б).

Пример: N100 G01 X80 Y45

2.2 Линейные интерполяции на холостом ходу и на рабочей подаче

При выполнении линейной интерполяции инструмент перемещается по прямой с подачей, запрограммированной при помощи слова с адресом F, или (при его отсутствии) с максимально возможной подачей в точку с заданными координатами по осям X, Y, Z. Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.

Кадр УП: G00 [X...] [Y...] [Z...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса:

X Координата конечной точки перемещения по оси X;

Y Координата конечной точки перемещения по оси Y;

Z Координата конечной точки перемещения по оси Z;

F Подача в мм/мин;

S Число оборотов шпинделя в об/мин;

T Смена инструмента;

M Вспомогательная функция.

Последовательность перемещений инструмента по осям координат при быстром позиционировании (на холостом ходу) (G00) зависит от задаваемого направления подачи по оси Z. При положительном направлении перемещения по оси Z оно выполняется в первую очередь, а затем в плоскости XY. При отрицательном направлении перемещения по оси Z оно выполняется после перемещений в плоскости XY.

Если в кадре УП с функцией G00 помимо адресов с координатами конечной точки перемещения запрограммированы также дополнительные адреса, относящиеся к смене инструмента (T), подаче (F) и изменению частоты вращения шпинделя (S), то они

будут выполнены системой ЧПУ в первую очередь - до начала перемещения инструмента.

В кадре УП с модальной функцией G00 можно задать не более трех M-функций, которые будут выполнены в последовательности, описанной в разделе 1.3.

Приведем пример перемещения фрезы на холостом ходу в плоскости XY из точки с координатами $x=30$, $y=65$ в точку с координатами $x=105$; $y=35$. В абсолютной СК (см. рис. 3а) такое перемещение можно запрограммировать следующим кадром:

```
N125 G00 X105 Y35
```

В относительной СК (см. рис. 3б) координаты конечной точки задаются в приращениях относительно исходной:

```
N125 G00 X75 Z-30
```

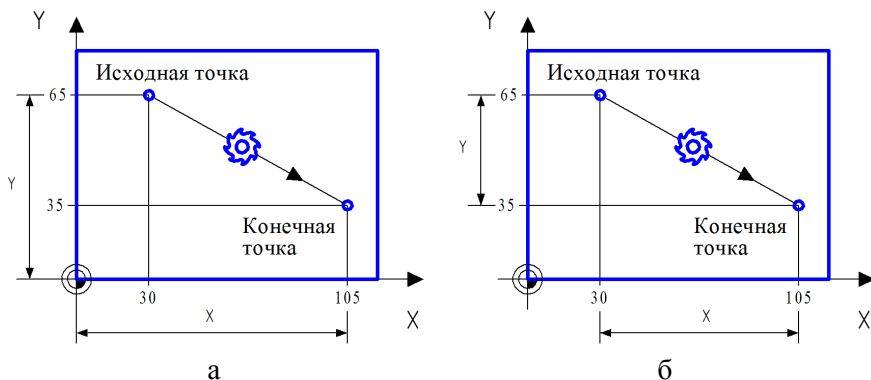


Рис. 3 – Перемещение инструмента в точку с координатами $x=105$; $y=35$ в абсолютной (а) и относительной (б) системах координат

Перемещение фрезы по прямой с заданной скоростью можно осуществлять используя модальную функцию G01. Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат (см. рис. 2).

Программирование линейных интерполяций с заданной скоростью подачи полностью аналогично программированию ускоренного перемещения инструмента (G00).

Кадр УП: G01 [X...] [Y...] [Z...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Величина подачи задается модальной функцией F, действующей и в последующих кадрах УП.

2.3 Круговые интерполяции по и против часовой стрелки

Во время выполнения круговой интерполяции, фреза перемещается по дуге окружности по часовой стрелке с запрограммированной скоростью подачи в точку с заданными координатами по осям X, Y, Z.

Кадр УП: G02 [X...] [Y...] [Z...] [I...] [J...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса:

X Координата конечной точки перемещения по оси X;

Y Координата конечной точки перемещения по оси Y;

Z Координата конечной точки перемещения по оси Z;

I Координата центра дуги окружности по оси X, заданная в приращении относительно исходной точки программируемого перемещения по дуге;

J Координата центра дуги окружности по оси Y, заданная в приращении относительно исходной точки программируемого перемещения по дуге;

F Подача в мм/мин;

S Число оборотов шпинделя в об/мин;

T Смена инструмента;

M Вспомогательная функция.

Координаты конечной точки перемещения по осям X, Y и Z могут быть запрограммированы в абсолютной системе (G90) или в приращениях (G91). Независимо от этого система ЧПУ по

умолчанию воспринимает значения I и J как координаты центра дуги окружности, заданные в приращениях относительно исходной точки перемещения, если программным путем для них отдельно не был задан абсолютный способ отсчета перемещений (см. рис. 4).

Пример

программирования:

```
N95 G01 Z-5
```

```
N100 G02 X95 Y75 I30 J10
```

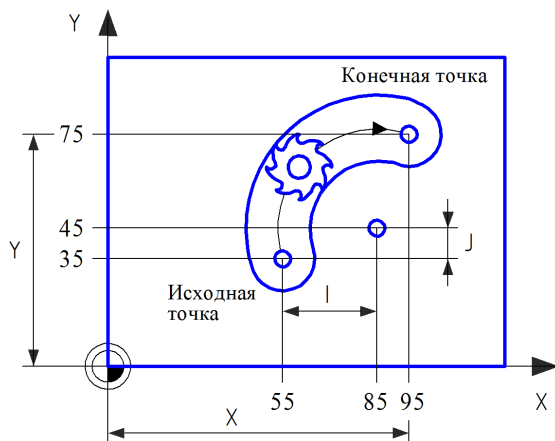


Рис. 4 – Программирование круговой интерполяции с перемещением по часовой стрелке

Кадр УП с модальной функцией G02 помимо адресов с координатами точек перемещения может содержать также дополнительные адреса, относящиеся к смене инструмента (T), подаче (F) и изменению частоты вращения шпинделя (S). Такие команды будут выполнены системой ЧПУ в первую очередь - до начала перемещения инструмента. В кадре УП с функцией G02 можно задать не более трех M-функций, которые будут выполнены в последовательности, описанной в разделе 1.3.

Перемещение фрезы по дуге окружности против часовой стрелки с заданной скоростью подачи можно осуществить используя функцию G03 (см. рис. 5). Ее программирование аналогично

рассмотренной ранее круговой интерполяции с перемещением по часовой стрелке (G02).

Кадр УП: G03 [X...] [Y...] [Z...] [I...] [J...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Координаты конечной точки перемещения по осям X, Y и Z могут быть запрограммированы в абсолютной системе (G90) или в приращениях (G91). Независимо от этого, координаты центра дуги окружности – I и J задаются в приращениях относительно исходной точки перемещения, если программным путем для них отдельно не был задан абсолютный способ отсчета перемещений.

Пример

программирования:

N095 G01 Z-5

N100 G02 X100 Y70 I5 J30

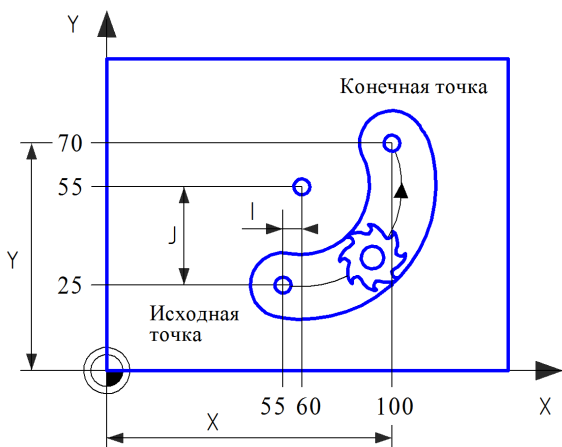


Рис. 5 – Программирование круговой интерполяции с перемещением против часовой стрелки

2.4 Временное прекращение перемещений инструмента

Остановить перемещение инструмента на заданное время можно с помощью функции G04.

Кадр УП: G04 Q...

Q – Время в секундах, на которое прекращается перемещение.

Пример программирования:

N110 G04 Q10

После обязательного адреса Q указывается длительность интервала времени (в секундах), на который прекращается перемещение инструмента. Функция G04 программируется в отдельном кадре УП.

2.5 Нулевые точки станка и заготовки

Современное металлорежущее оборудование с ЧПУ, как правило, имеет фиксированное положение нулевой точки станка, определенное производителем. После соответствующей команды станок самостоятельно осуществляет выход в нулевую точку. Точность позиционирования механизмов определяется датчиками положения. Станок Optimum BF20 Vario не оборудован таким функционалом. Поэтому нулевую точку станка можно задать самостоятельно в произвольном, удобном для оператора месте.

Функция G53 осуществляет переход в систему координат станка (см. рис. 6).

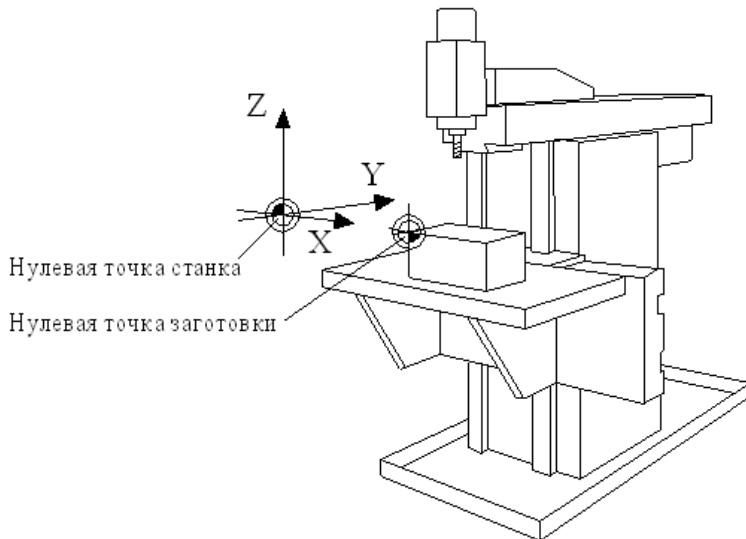


Рис. 6 – Нулевые точки станка и заготовки при фрезерной обработке на станке с ЧПУ

Функция G53 программируется в отдельном кадре УП.

Кадр УП: G53

Если при переходе в СК станка рабочие органы находятся в положении соответствующем нулевой точке станка, то система ЧПУ считает координаты X, Y и Z равными нулю.

2.6 Программирование смещения нулевой точки заготовки

Координаты нулевой точки заготовки в абсолютной системе координат станка программируются с помощью функций G54...G59. Одновременно в памяти системы ЧПУ можно задать и сохранить до шести различных вариантов расположения нулевой точки заготовки.

Кадр УП: G54 [X...] [Y...] [Z...]

или

G55 [X...] [Y...] [Z...]

или

...

или

G59 [X...] [Y...] [Z...]

Дополнительные адреса:

X Координата новой нулевой точки заготовки по оси X, заданная в абсолютной системе координат станка;

Y Координата новой нулевой точки заготовки по оси Y, заданная в абсолютной системе координат станка;

Z Координата новой нулевой точки заготовки по оси Z, заданная в абсолютной системе координат станка.

В ходе выполнения УП система ЧПУ определяет положение каждой текущей точки относительно назначенного начала отсчета системы координат. Обычно, по соображениям удобства работы на станке, в качестве такого начала отсчета выбирается нулевая точка станка или точка, соответствующая риске, нанесенной режущим

инструментом на заготовку. На рисунке 7 в качестве таких точек выбраны вершина угла заготовки (G54) и места врезания инструмента при фрезеровании пазов (G55, G56). Данный подход позволяет упростить расчет координат точек траектории перемещения фрезы.

Пример
программирования

```

N10 G54 X30 Y20 Z55
N20 T2 S800 F200
N30 G00 Z100
N40 G55 X70 Y40 Z55
N50 G00 X0 Y0 Z2
N60 G01 Z-12
N70 G01 Y30
N80 G01 X-20
N90 G00 Z2
N100 G56 X125 Y65 Z55
N110 G00 X0 Y0 Z2
N120 G01 Z-12
N130 G01 Y30
N140 G01 X-20
N150 G00 Z2
N160 G00 Z100
N170 M2
    
```

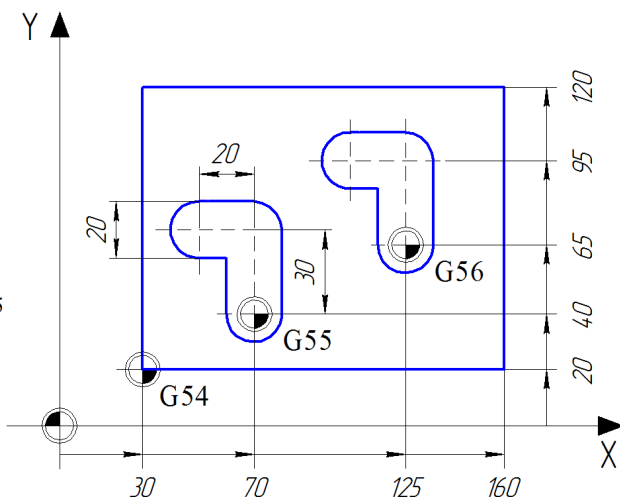


Рис. 7 – Смещение нулевой точки заготовки в места врезания фрезы при формообразовании пазов

Кадр УП: G54 X30 Y20 Z55

определяет нулевую точку заготовки относительно нуля станка.

Кадры УП: G55 X70 Y40 Z55

и

G56 X125 Y65 Z55

определяют нулевые точки заготовки, соответствующие началу обработки пазов, относительно нуля станка.

Функции G54, G55, G56, G57, G58 и G59 - модальные. Заданные координаты нулевой точки заготовки действительны даже при замене УП до тех пор, пока они не будут переназначены.

Функция G60 отменяет, заданное ранее функциями G54...G59, смещение координат нулевой точки заготовки. Действительными становятся предыдущие координаты нулевой точки заготовки, но не координаты нулевой точки станка.

Функция G60 программируется в отдельном кадре УП.

Кадр УП: G60

2.7 Коррекция на радиус инструмента

Управляющая программа задает траекторию перемещения фрезы в виде эквидистанты к обрабатываемому контуру, отстоящей от него на величину радиуса режущей части фрезы (см. рис. 8). Координаты точек траектории необходимо рассчитывать по координатам контура, которые в свою очередь определяются по размерам указанным в чертеже. Задачу расчета траектории можно упростить применив функции коррекции на радиус инструмента.

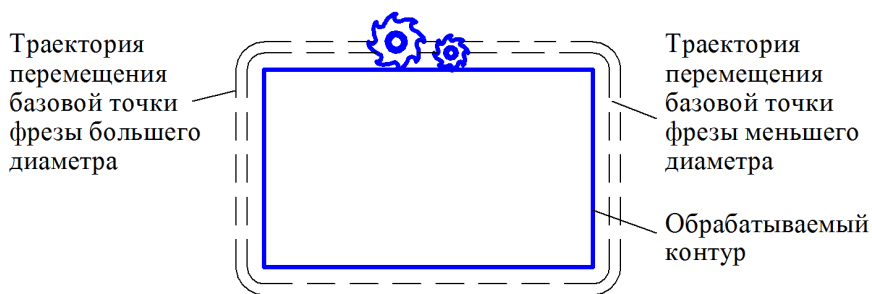


Рис. 8 – Траектория перемещения базовой точки фрезы в зависимости от ее диаметра

Функции G41 и G42 программируют коррекцию на радиус фрезы и направление вектора коррекции относительно обрабатываемого контура детали (см. рис. 9). В случае смещения фрезы влево от контура (если смотреть в направлении перемещения инструмента) коррекция на радиус фрезы программируется с помощью функции G41, а при смещении фрезы вправо от контура – с помощью функции G42.

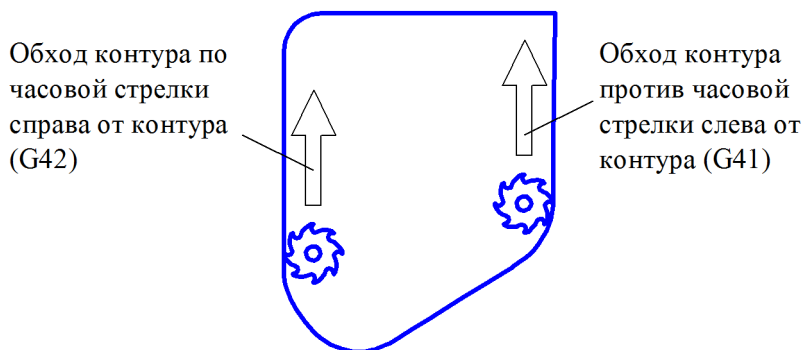


Рис. 9 – Правое и левое смещения траектории фрезы относительно обрабатываемого контура

Кадр УП: G41
или
G42

Применяя коррекцию на радиус инструмента в управляющей программе вместо траектории перемещения фрезы необходимо задать геометрию обрабатываемого контура и поправочные величины, по которым система ЧПУ самостоятельно рассчитает траекторию перемещения фрезы конкретного диаметра. Поправочные величины:

– направление смещения фрезы на величину ее радиуса относительно обрабатываемого контура (задается указанием G41 или G42);

– радиус режущей части фрезы (задается в интерфейсе системы ЧПУ и выбирается вместе с инструментом T1, T2, и т.д.)

Слово с адресом выбора инструмента T должно быть приведено в УП в одном из кадров, предшествующих кадру с функцией G41 или G42.

Пример программирования:

N30 T1

N40 G41

Включение функции коррекции на радиус фрезы накладывает некоторые ограничения на программирование обработки детали. Пока действуют функции G41/G42, нельзя:

– изменять расположение нулевой точки заготовки с помощью функций из группы «Программирование смещения нулевой точки заготовки»;

– задавать смену инструмента;

– определять или вызывать циклы фрезерной обработки;

– программировать два последовательных (одно за другим) перемещения по оси Z;

– задавать обработку контура с радиусом закругления внутреннего угла меньше радиуса фрезы.

Функции G41 и G42 – модальные. Задание функции коррекции на радиус фрезы действует по умолчанию в УП до тех пор, пока оно не будет отменено функцией G40..

С помощью функции G40 программируется отмена коррекции на радиус фрезы, заданной при помощи функций G41 и G42.

Кадр УП: G40

Функция G40 программируется в отдельном кадре.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Кафедра

технологий производства

двигателей

Студент _____

Группа _____ Дата _____

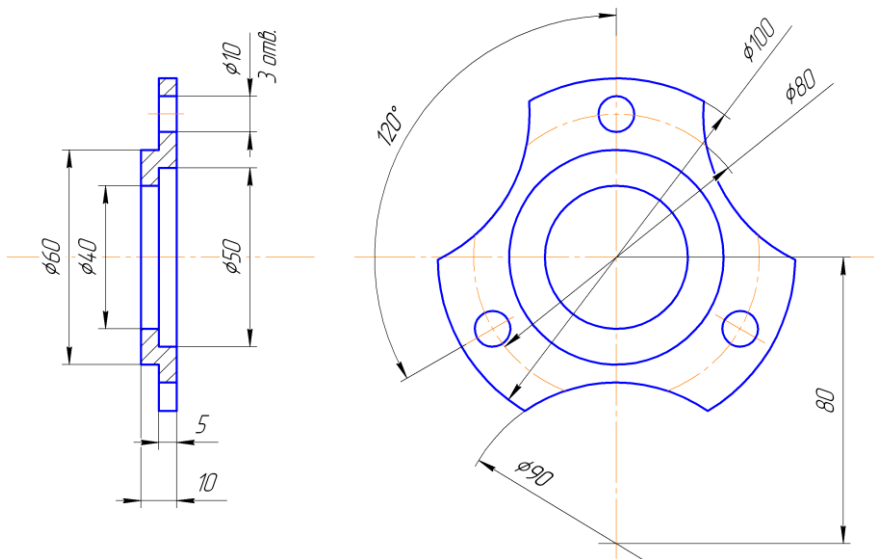
Отчет

по лабораторной работе

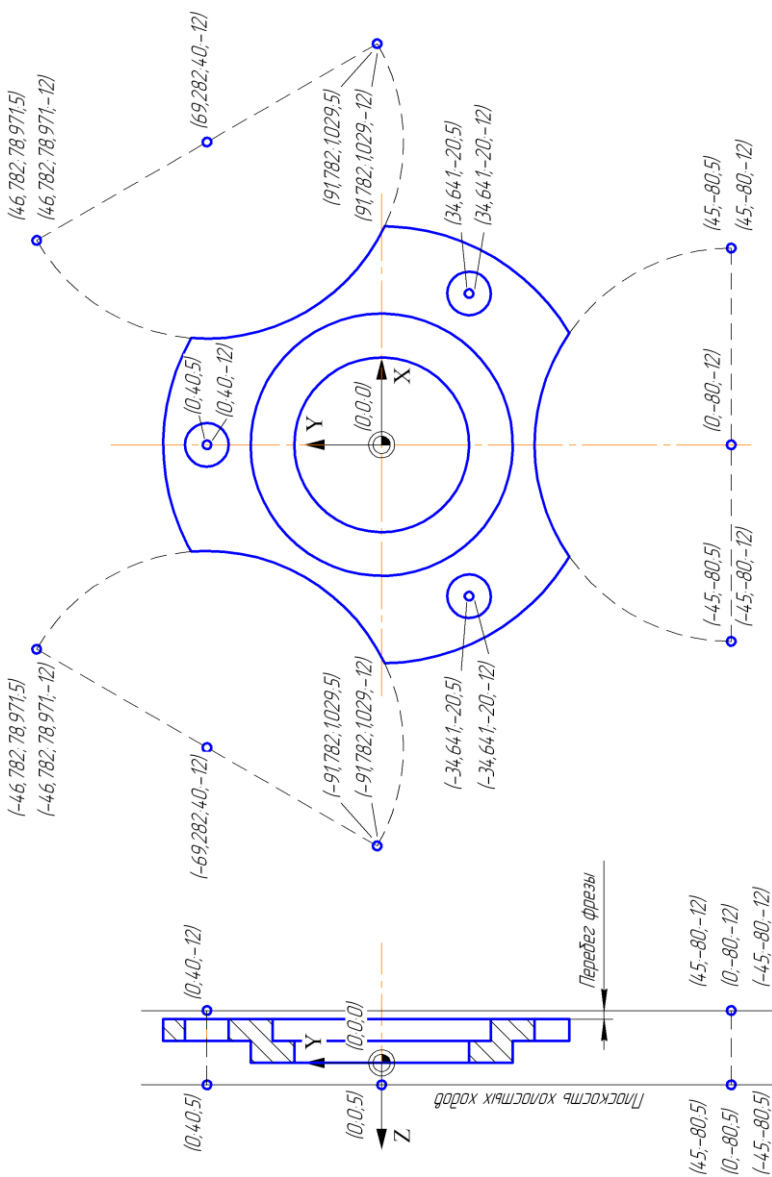
«Разработка управляющих программ в коде ИСО-7 бит для фрезерной обработки на станке Optimum VF20 Vario»

Цель работы: Приобретение практических навыков составления управляющих программ в коде ИСО 7-бит для фрезерного оборудования с ЧПУ на примере станка Optimum VF20 Vario.

1. Эскиз детали



2. Координаты опорных точек траектории движения инструментов



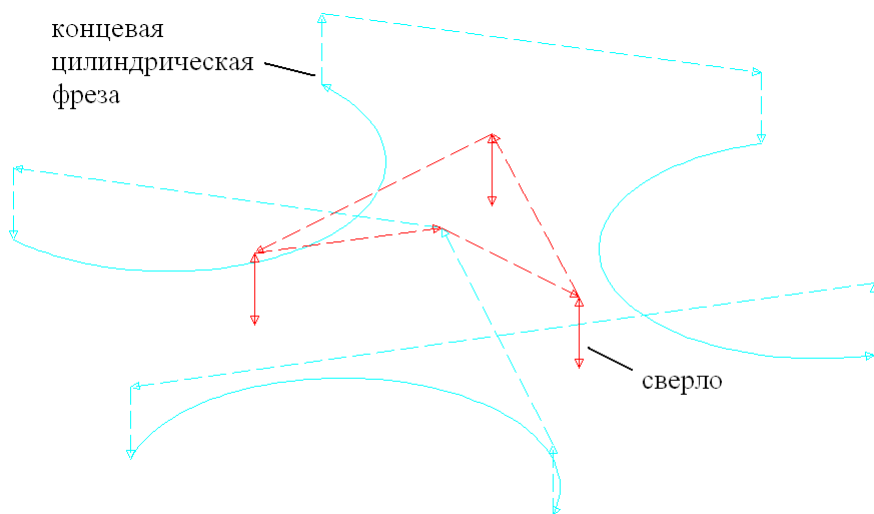
3. Управляющая программа для обработки заготовки на станке Optimum BF20 Vario с комментариями

N1 G90	Выбор отсчета перемещений в абсолютной системе координат
N2 G94 S1500 F100	Задание частоты вращения шпинделя 1500 об/мин и рабочей подачи 100 мм/мин
N3 T1	Выбор концевой цилиндрической фрезы
N4 G41	Включение коррекции на радиус фрезы слева от контура
N5 G00 X0 Y0 Z5	Ускоренное линейное перемещение фрезы в безопасную позицию
N6 G00 X45 Y-80 Z5	Ускоренный линейный подход фрезы в точку начала обработки первого выреза по осям X и Y
N7 G00 Z-12	Ускоренный линейный подход фрезы в точку начала обработки по оси Z
N8 G03 X-45 Y-80 I-45 J0	Фрезерование по дуге окружности против часовой стрелки на рабочей подаче
N9 G00 Z5	Ускоренный линейный отвод инструмента по оси Z в плоскость холостых ходов
N10 G00 X-91.782 Y1.029 Z5	Ускоренный линейный подход фрезы в точку начала обработки второго выреза по осям X и Y
N11 G00 Z-12	Ускоренный линейный подход фрезы в точку начала обработки по оси Z
N12 G03 X-46.782 Y78.971 I22.5 J38.971	Фрезерование по дуге окружности против часовой стрелки на рабочей подаче
N13 G00 Z5	Ускоренный линейный отвод инструмента по оси Z в плоскость холостых ходов

N14 G42	Включение коррекции на радиус фрезы справа от контура
N15 G00 X91.782 Y1.029 Z5	Ускоренный линейный подход фрезы в точку начала обработки третьего выреза по осям X и Y
N16 G00 Z-12	Ускоренный линейный подход фрезы в точку начала обработки по оси Z
N17 G02 X46.782 Y78.971 I-22.5 J38.971	Фрезерование по дуге окружности по часовой стрелке на рабочей подаче
N18 G00 Z5	Ускоренный линейный отвод инструмента по оси Z в плоскость холостых ходов
N19 G00 X0 Y0	Ускоренный линейный отвод фрезы в безопасную позицию
N20 G40	Отмена коррекции на радиус фрезы
N21 G04 Q60	Пауза выполнения УП на 60 секунд
N22 T2	Выбор сверла
N23 G00 X0 Y0 Z5 F40	Ускоренное линейное перемещение сверла в безопасную позицию и задание рабочей подачи 40 мм/мин
N24 G00 X0 Y40 Z5	Ускоренный линейный подход сверла в плоскости холостых ходов в точку начала обработки первого отверстия
N25 G01 Z-12	Сверление первого отверстия на рабочей подаче
N26 G01 Z5	Подъем инструмента по оси Z в плоскость холостых ходов на рабочей подаче
N27 G00 X-34.641 Y-20 Z5	Ускоренный линейный подход сверла в плоскости холостых ходов в точку начала обработки второго отверстия
N28 G01 Z-12	Сверление второго отверстия на рабочей подаче

N29 G01 Z5	Подъем инструмента по оси Z в плоскость холостых ходов на рабочей подаче
N30 G00 X34.641 Y-20 Z5	Ускоренный линейный подход сверла в плоскости холостых ходов в точку начала обработки третьего отверстия
N31 G01 Z-12	Сверление третьего отверстия на рабочей подаче
N32 G01 Z5	Подъем инструмента по оси Z в плоскость холостых ходов на рабочей подаче
N33 G00 X0 Y0	Ускоренный линейный отвод сверла в безопасную позицию
N34 M2	Завершение программы без возможности ее повторного выполнения

4. Траектории движений инструментов при обработке заготовки



Преподаватель _____