



West Labs ltd.

Industrial Electronics Department

WL3i

Руководство по

программированию

Версия 1.12, 2000г.

1	ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	2
2	КОД ИНФОРМАЦИИ.....	3
3	СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ	4
3.1	НАБОР СИМВОЛОВ.....	4
3.2	СТРУКТУРА СЛОВА	5
3.3	СТРУКТУРА КАДРА	7
3.4	КОММЕНТАРИИ	7
4	ЗАДАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ.....	8
4.1	Коды G интерполяции	9
4.1.1	G0 – позиционирование.....	10
4.1.2	G1 – линейная интерполяция	10
4.1.3	G2, G3 – круговая интерполяция	11
4.2	G4 - ПАУЗА.....	13
4.3	G9 – СНИЖЕНИЕ СКОРОСТИ	14
4.4	G17/18/19 – ВЫБОР ПЛОСКОСТИ ОБРАБОТКИ	14
4.5	G90/91 – ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ИСХОДНЫХ РАЗМЕРАХ И РАЗМЕРАХ С ПРИРАЩЕНИЕМ.....	14
4.5.1	Ввод в исходных размерах G90.....	14
4.5.2	Ввод в размерах с приращением G91	15
4.5.3	Использование адресов U, V, W, O.....	15
4.6	G92/G53 – ЗАДАНИЕ/ОТМЕНА СИСТЕМЫ КООРДИНАТ	16
4.7	G54-59 – СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ЗАГОТОВКИ	16
5	КОРРЕКЦИЯ.....	17
5.1	G40/41/42 – КОРРЕКЦИЯ РАДИУСА ИНСТРУМЕНТА.....	17
5.1.1	Особые случаи при коррекции радиуса.....	20
5.2	G43/44/49 – КОРРЕКЦИЯ ДЛИНЫ ИНСТРУМЕНТА	21
6	ФУНКЦИИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ	22
6.1	Функция подачи F.....	22
6.2	Дополнительные функции M	23
7	ЦИКЛЫ И ПОДПРОГРАММЫ.....	24
7.1	Подпрограммы.....	24
7.2	Постоянные циклы	25
7.3	Параметры циклов и подпрограмм	26
7.4	Рекомендации по порядку использования параметров.....	28
7.5	Примерный код постоянного цикла сверления с использованием параметров	28
8	УПРАВЛЕНИЕ ХОДОМ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ.....	30
8.1	Команда перехода на метку	30
8.2	Команда условного выполнения	31
8.3	Примерный код постоянного цикла глубокого сверления с использованием команд условного выполнения и перехода.....	32

1 Термины и определения

ПРОГРАММА – управляющая последовательность рабочей информации, которая состоит из кадров (текстовых строк).

КАДР – последовательность слов, образующих информацию для одной рабочей операции и располагающихся в одной текстовой строке, оканчивающейся символами CR,LF (далее – “Конец кадра”).

СЛОВО – определенная последовательность символов, соответствующая какой-либо операции. Слово включает в себя технологическую и геометрическую информацию и адрес, по которому записывается данная информация.

2 Код информации

В системе WL3i реализован поднабор команд стандарта EIA RS-274-D (Interchangeable Block Data Format for NC Machines).

Программы обработки записываются на носитель в текстовом виде как восьмибитный код ASCII.

3 Структура программы

Каждая программа должна начинаться словом “Начало программы” (символ %), после которого ставится имя программы и символы “Конец кадра”. Имя программы не должно быть длиннее 8 символов. Далее следуют кадры со своими номерами.

Программа должна заканчиваться словом M2 (“Конец программы”) или M30 (“Конец информации”) после которого ставится строка с символом “%”.

3.1 Набор символов

Устройство управления считывает каждый символ, записанный на носители в коде ASCII. Однако для формирования команд в управляющей программе можно использовать только определенные символы.

Буквы адресов	D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,U,V,W,X,Y,Z
Цифры	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
Печатаемые спец. символы	% . + - * # = < >
Непечатаемые спец. символы	HT – табуляция, SP – пробел, CR – возврат каретки, LF – перевод строки

3.2 Структура слова

Слово состоит из буквы адреса и последовательности цифр с предшествующим знаком или без него.

Пример.

X.23

Z123.4

M2

При записи слов с использованием десятичного знака могут быть опущены незначащие нули, стоящие до и (или) после знака (например, запись X.003 означает размер 0.003 мм по оси X; запись X1030 – размер 1030.000 мм по оси X); размер, представленный одними нулями, может быть записан одним нулем.

Названия слов с перечнем адресов и диапазоном используемых значений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Слово	Адрес	Пределы значений	Смысл
Имя программы	%	0-9 A-Z	Имя программы
Номер кадра	N	1-65535	Номер кадра
Подготовительная функция	G	0-92	Определение вида движения рабочего органа
Размерные слова	X, Y, Z	-9999.999 мм. +9999.999 мм.	Перемещение по координатам абс./отн. (в зависисм. от G90/G91)
Размерные слова	U,V,W	-9999.999 мм. +9999.999 мм.	Перемещение по координатам в приращениях
Размерные слова	O	-9999.999 мм. +9999.999 мм.	Перемещение по оси, перпендикулярной. плоск. обр-ки (G17/18/19) в приращениях
Размерные слова	I, J, K	-9999.999 мм. +9999.999 мм.	Пар-ры вектора радиуса при круг. Интерполяции.
Вызов подпрограммы	L	Nppp	Вызов п/п № pp, повтор pp раз
Размерное слово	E	0.001-9999.999с	Задание длительности паузы
Величина подачи	F	0.001-99999.999 мм/мин	Задание величины подачи
Номер корректора радиуса инструмента	D	0 – 127	Номер корректора радиуса инструмента
Номер корректора длины инструмента	H*	0-127	Номер корректора длины инструмента
Вспомогательная функция	M	0-99	Указание на двух-позиционное управление (вкл./выкл.) на станке
Вспомогательная функция	S*	0-65535	Задание частоты вращения шпинделя
Вспомогательная функция	T*	0-99	Задание номера инструмента
Обращение к переменной	#	1-32	Обращение к переменной

*- данные адреса в системе WL3i-1 не обрабатываются но не вызывают ошибки (для совместимости с УП других систем семейства WL)

Примечания:

Ведущие, завершающие нули и точку в адресах с фиксированной точкой разрешается опускать.

3.3 Структура кадра

В системе WL3i реализован поднабор команд стандарта EIA RS-274-D (Interchangeable Block Data Format for NC Machines). Длина кадра не должна превышать 80 символов.

Слова в кадре могут располагаться в произвольном порядке. При повторении слова с одним адресом в одном кадре будет использовано последнее встреченное слово. Допускается использовать несколько слов с адресами G и M, как описано ниже. Любое слово может быть пропущено, если оно не обязательно в кадре. Ведущие нули во всех словах разрешается опускать. Завершающие нули и точку в адресах с фиксированной точкой разрешается опускать.

Слово “Номер кадра” не является обязательным в кадре. При отсутствии слова “Номер кадра” кадр не может быть использован для поиска кадра. В последовательности номеров кадров могут иметь место любые переходы и последовательность номеров.

Каждый кадр должен заканчиваться символом “Конец кадра” (CR,LF).

3.4 Комментарии

Комментарии должны располагаться в отдельном кадре, не содержащем управляющей информации. Комментарием считается кадр, который начинается символом “.” (десятичная точка) или “*”. В кадре комментария могут использоваться любые символы из набора ASCII.

4 Задание подготовительных операций

Подготовительные операции задаются словом, содержащим адрес G и следующий за ним номер подготовительной функции. Подготовительные функции связаны с режимами работы, формой движения и т.д. Перечень этих функций приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Код G	Группа	Функция
0	1	Позиционирование (ускоренное перемещение)
1		Линейная интерполяция (рабочая подача)
2		Круговая интерполяция по часовой стрелке
3		Круговая интерполяция против часовой стрелки
4	—	Пауза
9		Торможение в конце кадра
17	2	Выбор плоскости обработки XY
18		Выбор плоскости обработки XZ
19		Выбор плоскости обработки YZ
40	3	Отмена коррекции на радиус инструмента
41		Коррекция на радиус инструмента слева
42		Коррекция на радиус инструмента справа
43*	4	Коррекция на длину инструмента в +
44*		Коррекция на длину инструмента в -
49*		Отмена коррекции на длину инструмента
80	5	Отмена постоянного цикла
81-89		Включение постоянного цикла
53	6	Возврат к системе координат станка
54*-59*		Выбор координатной системы заготовки 1 – 6
92		Задание системы координат
90		Задание в абсолютных величинах
91	7	Задание в приращениях

* - в системе WL3i-1 не обрабатываются но не вызывают ошибку (для совместимости с УП других систем семейства WL)

Объединение функций в группы по признакам, указанным во второй колонке, определяет возможность взаимной отмены их действия. Прочерк означает, что функция действует только в том кадре, в котором она указана. В противном случае, подготовительная функция действует до отмены её другой подготовительной функцией той же группы. Если в одном кадре необходимы несколько подготовительных функций, то рекомендуется записывать их в порядке возрастания номеров. Если в одном кадре указаны несколько подготовительных функций одной группы, будет действовать последняя по порядку следования в кадре функция.

Функции G0,G17,G40,G49,G53,G90 устанавливаются автоматически при включении питания УЧПУ.

4.1 Коды G интерполяции

Интерполяция производится на определенной части заданной кривой. Интерполируемая часть называется участком интерполяции и может быть записана в одном или более кадрах программы. Информация, необходимая для задания интерполяции, должна соответствовать нижеперечисленным требованиям:

- соответствующая G-функция определяет характер линии (прямая или окружность);
- соответствующая G-функция определяет характер задания геометрической информации о величине и направлении перемещения исполнительного органа станка (в приращениях или абсолютных координатах);

- используется стандартная правая прямоугольная система координат;
- начальная точка каждого участка интерполяции совпадает с конечной точкой предыдущего участка.

4.1.1 G0 – позиционирование

G0 α ---- β ---- γ

С помощью данной команды можно запрограммировать позиционирование в режиме ускоренного перемещения.

Символы α , β и γ выбираются из адресов X, Y, Z, U, V, W и задают величины перемещения. При использовании X, Y, Z, в соответствии с состоянием G90/G91, данное задание является либо абсолютным, либо в приращениях, в то время как при использовании U, V, W данное задание является заданием в приращениях независимо от состояния G90/G91.

При этом траектория инструмента соответствует линейной интерполяции с образованием прямой линии, идущей от начальной к конечной точке.

В режиме G0 всегда происходит замедление и выполняется проверка достижения требуемой точки, и затем осуществляется переход в следующий кадр.

4.1.2 G1 – линейная интерполяция

G1 α ---- β ---- γ

С помощью данной команды можно запрограммировать линейную интерполяцию.

Символы α, β и γ выбираются из адресов X, Y, Z, U, V, W и задают величины перемещения. При использовании X, Y, Z, в соответствии с состоянием G90/G91 данное задание является либо в абсолютных, либо в приращениях, в то время как при использовании U, V, W данное задание является заданием в приращениях независимо от состояния G90/G91.

При этом траектория инструмента соответствует линейной интерполяции с образованием прямой линии, идущей от начальной к конечной точке.

В случае линейной интерполяции имеет место следующее соотношение между запрограммированной скоростью подачи и фактической скоростью подачи по каждой из осей:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

$$\frac{L_x}{F_x} = \frac{L_y}{F_y} = \frac{L_z}{F_z}$$

Где

F – запрограммированная скорость рабочей подачи мм/мин

F_i – фактическая скорость подачи в направлении оси i

L_i – величина перемещения по оси i

4.1.3 G2, G3 – круговая интерполяция

G2 α ---- β ---- γ ---- δ ---- ϵ ----

G3 α ---- β ---- γ ---- δ ---- ϵ ----

С помощью данной команды можно запрограммировать круговую интерполяцию. Даже многоквadrантную дугу можно запрограммировать в одном кадре.

G2, G3 оба являются функциями круговой интерполяции, однако они отличаются друг от друга направлением поворота.

G2 – круговая интерполяция по часовой стрелке

G3 – круговая интерполяция против часовой стрелки

Символы α , β и γ выбираются из адресов X, Y, Z, U, V, W и задают величины перемещения, и в соответствии с состоянием G90/G91 данное задание является либо в абсолютных, либо в приращениях (кроме U, V, W). Плоскость обработки определяется функцией G17/18/19 и ей соответствуют адреса α и β . Третья координата γ , перпендикулярная плоскости обработки, применяется для выполнения спиральной интерполяции. В случае опускания α и β , нулевого задания α и β в приращениях или задания α и β в начальную точку в абсолютных данная команда означает задание дуги на 360^0 (полного круга).

Символы ϵ и δ выбираются из адресов I, J, K и задают инкрементальную величину до центра дуги осей α и β в отдельности. Вне зависимости от состояния G90/G91 это является заданием в приращениях.

I - инкрементальная величина от начальной точки на оси X

J - инкрементальная величина от начальной точки на оси Y

K - инкрементальная величина от начальной точки на оси Z

4.2 G4 - пауза

G4 E[X]-----

Время задержки указывается в первом встреченном адресе E или X, который следует за словом G4. Допустимые значения задержки от 0.001 секунды до 99999.999 секунд. G4 действует в кадре.

Допускается задание паузы в кадре с перемещением и командами электроавтоматики, вызовом цикла или подпрограммы, при этом пауза выполняется после выполнения перемещений и команд электроавтоматики, но перед выполнением первого кадра вызываемого цикла или подпрограммы.

Пример 1:

N50 G1 X20.5 G4 E10 M3 F50

Будет выполнено перемещение X20.5, включение шпинделя, после чего пауза на 10 секунд.

Пример 2:

N50 G0 G4 X0.5 X100 M5

Будет выполнено перемещение X100, выключение шпинделя, после чего пауза на 10 секунд.

Пример 3:

N50 G4 G0 G81 X5 X100 M3

Будет выполнено перемещение X100, включение шпинделя, пауза на 10 секунд.

4.3 G9 – снижение скорости

При помощи функции G9 можно точно подвести инструмент к заданной позиции в конце кадра с перемещением. Скорость подачи при этом снижается до нуля. В кадрах, содержащих G0 функцию G9 записывать не следует, так как G0 уже содержит G9. G9 действует в кадре.

4.4 G17/18/19 – выбор плоскости обработки

При помощи функции G17/18/19 можно запрограммировать выбор плоскости обработки, в которой будет выполняться круговая интерполяция, и относительно которой будут действовать задаваемые далее коррекции на длину и радиус инструмента.

G17 – плоскость XY

G18 – плоскость XZ

G19 – плоскость YZ

4.5 G90/91 – программирование в исходных размерах и размерах с приращением

4.5.1 Ввод в исходных размерах G90

При вводе в исходных размерах (называют также ввод в абсолютных размерах) все вводы размеров X, Y, Z относятся к установленной нулевой точке обрабатываемой детали. Ввод в исходных размерах позволяет осуществлять простой вход в программу и выход из неё. Ввод в исходных размерах облегчает также корректировку программы в области геометрии.

4.5.2 Ввод в размерах с приращением G91

При размере с приращением запрограммированный размер по X,Y,Z соответствует пути, по которому происходит перемещение. Числовое значение информации пути указывает, на какое расстояние должно произойти перемещение для достижения конечной позиции. Размер с приращением применяют преимущественно для подпрограмм, вызов которых должен осуществляться в любых местах рабочей зоны станка.

4.5.3 Использование адресов U,V,W,O

Допускается использование адресов U,V,W для задания перемещения соответственно по осям X,Y,Z. При этом, независимо от заданной функции G90 / G91, величина перемещения рассматривается системой как задание в приращениях, значение функции G90 / G91 при этом не изменяется.

Допускается использование адреса O для задания перемещения по оси, перпендикулярной текущей заданной плоскости обработки (G17 – G19). При этом, независимо от заданной функции G90 / G91, величина перемещения рассматривается системой как задание в приращениях, значение функции G90 / G91 при этом не изменяется. Рекомендуется использовать программирование адреса O в постоянных циклах для обеспечения универсальности управляющего кода постоянного цикла независимо от текущей плоскости обработки и от положения в абсолютной системе координат.

4.6 G92/G53 – задание/отмена системы координат

Задание системы координат осуществляется программированием функции G92 следующим образом:

```
G92X...Y...Z...
```

При этом величины по адресам X,Y,Z являются координатами инструмента в некоторой системе координат.

Дальнейшее задание в абсолютных величинах соответствуют положению инструмента в системе координат, заданной G92. Таким образом, G92 позволяет программным путем задать систему координат с началом в любой точке.

Пример: Оператор выполняет привязку инструмента в точке, отличной от начала координат, например X=100.0 Y=250.0 Z=30.0. Для обеспечения работы программы в абсолютных координатах следует запрограммировать в начале кадр:

```
G92X100Y250Z30
```

При старте программы будет установлена система координат, текущее положение инструмента в которой будет соответствовать точке привязки инструмента.

Действие функции G92 отменяется вызовом функции G53.

4.7 G54-59 – системы координат заготовки

В системе WL3i-1 эти коды не обрабатываются но не вызывают ошибку “НЕИЗВЕСТНАЯ G-фун”

5 Коррекция

5.1 G40/41/42 – коррекция радиуса инструмента.

G40 – выключение коррекции радиуса

G41 – включение коррекции радиуса слева (в направл. движения)

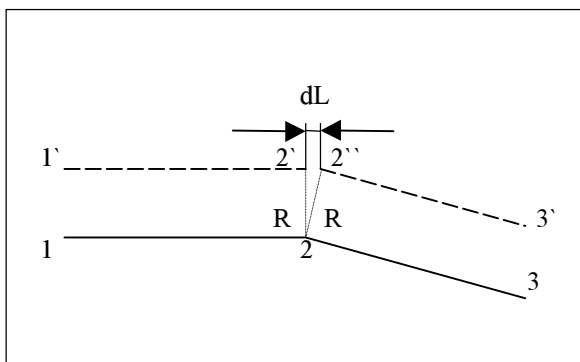
G42 – включение коррекции радиуса справа (в направл. движения)

D--- - задание номера корректора на радиус из общей таблицы корректоров. В системе WL3i-1 для задания номера корректора допускается использование адресов только D0 и D1. При указании кода D больше 1, значение кода автоматически исправляется на 1. Значение корректора по адресу 0 всегда равно нулю, оператор может задать значение только для кода 1.

При использовании коррекции радиуса инструмента программируется контур детали. Система управления определяет траекторию центра инструмента (расчет эквидистант). Коррекция на радиус действует в плоскости, заданной функцией G17/18/19. Величина коррекции задается номером корректора с использованием кода D. При указании в программе нового кода D извлекается новое значение корректора. Запрещается использовать код D для указания номера корректора на длину инструмента.

Функции G40/41/42 могут вводиться с командами перемещения или без них. Выбор может производиться только при активности функции G0 или G1. Внутри программы возможна (от кадра к кадру) смена G41 на G42 и наоборот. Не рекомендуется программирование кадров без перемещения при включенной коррекции радиуса т.к. это приведет к

нарушению траектории в случае не гладкого контура. Контур считается гладким, если выполняется условие $dL \leq \Delta L$. Величина ΔL вводится оператором с рабочего терминала. В случае гладкого контура расчетная траектория проходит через точки 1'-2'-3'. В случае,



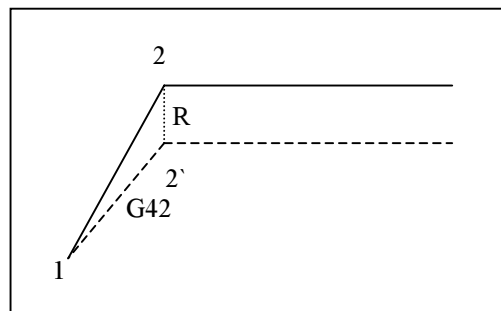
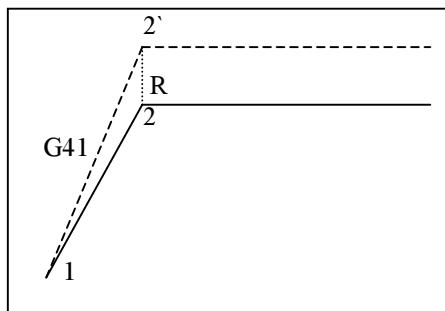
если величина dL больше заданной ΔL , система формирует вставку дуги 2'-2'' радиусом R с центром в точке 2.

Примеры использования коррекции радиуса.

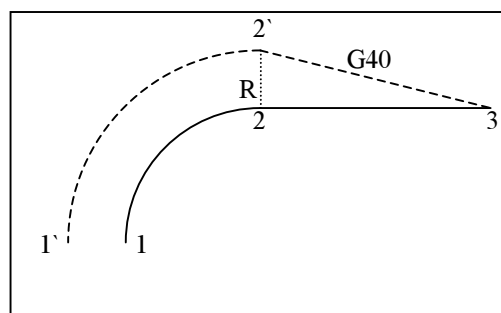
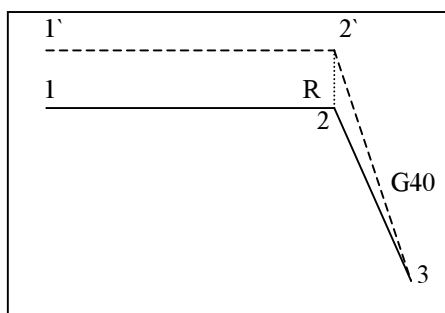
———— Заданная траектория

----- Траектория центра радиуса инструмента при коррекции.

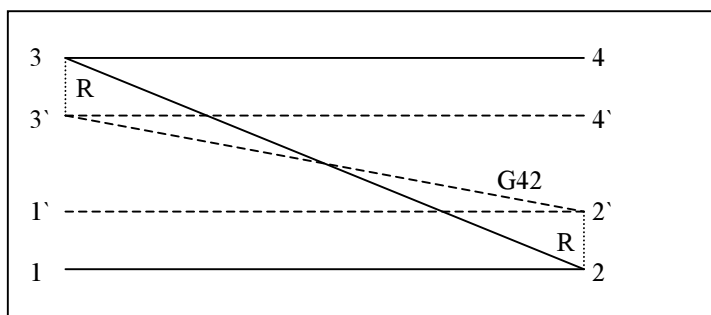
а) включение коррекции радиуса на участке 1-2



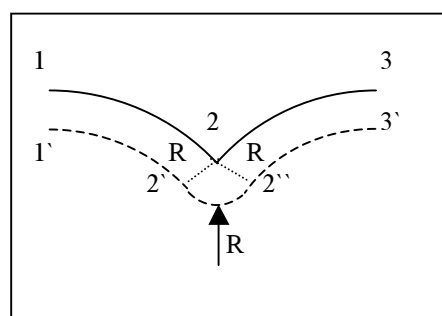
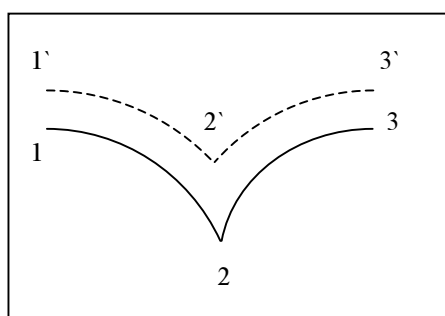
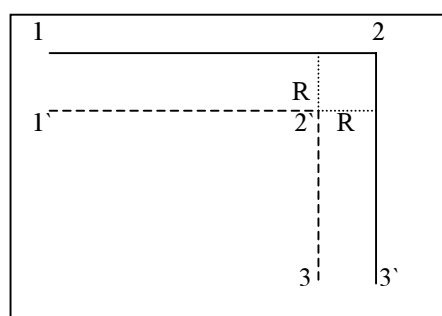
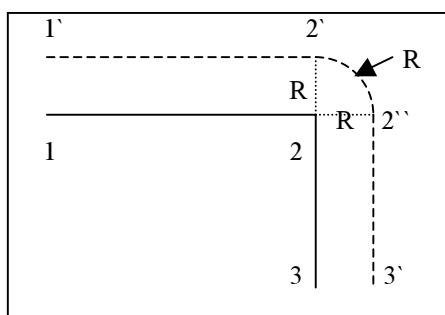
б) выключение коррекции радиуса на участке 2-3



в) смена коррекции радиуса с G41 на G42 на участке 2 -3

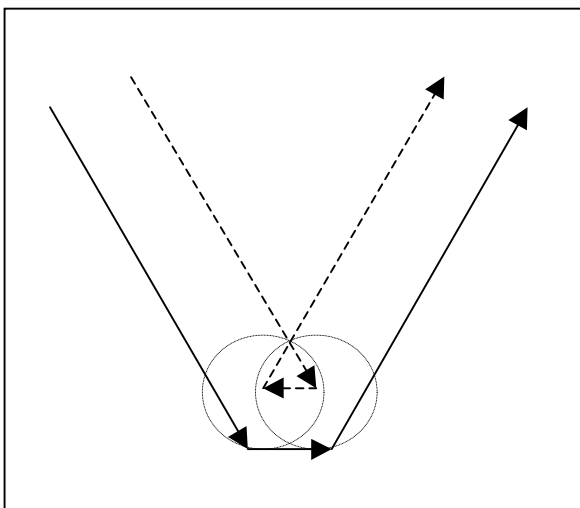


г) примеры коррекции при изломах траектории

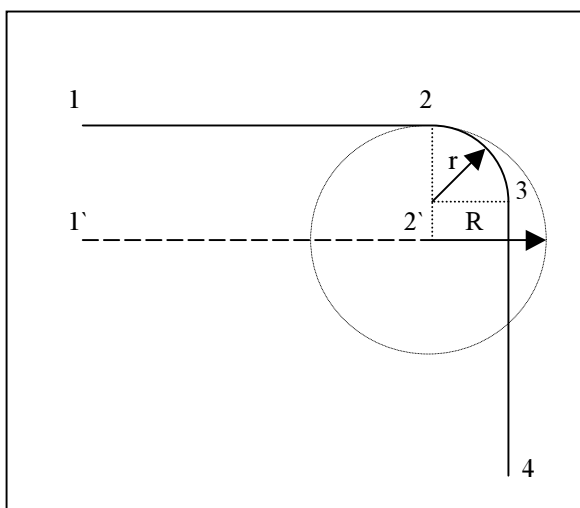


5.1.1 Особые случаи при коррекции радиуса

Так как система управления всегда использует для вычисления точки пересечения только следующий кадр, то при обработке внутренних контуров могут появиться следующие ошибки:



Промежуточный кадр для выбранной коррекции слишком мал. Обработка не прерывается. Ошибка не индицируется. Результат – зарезы внутреннего контура как показано на рисунке.



Промежуточный кадр (2-3) с дугой радиусом r , меньшим чем радиус коррекции R ($r < R$) при обработке внутреннего контура. Центр инструмента останавливается в точке $2'$. Индицируется ошибка “Отрицательный радиус при коррекции”. Выполнение

программы прекращается. Результат – зарезание внутреннего контура, как показано на рисунке.

5.2 G43/44/49 – коррекция длины инструмента

В системе WL3i-1 эти коды не обрабатываются но не вызывают ошибку “НЕИЗВЕСТНАЯ G-фун”

6 Функции переключения и дополнительные функции

6.1 Функция подачи F

Подача F в мм./мин.

Например:

F10.4 – подача 10.4 мм./мин.

Запрограммированная скорость выдерживается на траектории точки центра радиуса инструмента.

Посредством регулятора подачи на пульте управления запрограммированная подача может плавно изменяться в пределах от 0% до 120%.

Предельные значения подачи обусловлены параметром системы управления “Максимальная контрная скорость, мм/мин”. Данный параметр вводится оператором с рабочего терминала.

6.2 Дополнительные функции M

Перечень задействованных дополнительных функций, момент начала действия и сфера действия указаны в таблице 3.

Таблица 3.

Код функции	Функция начинает действовать		Функция действует		Наименование
	До начала перемещения в кадре	После выполнения перемещ. в кадре	До отмены соответств. вспомогат. Функцией	Только в кадре, в котором задана	
M0		X		X	Программируемая остановка
M1		X		X	Остановка с подтверждением
M2		X		X	Конец программы
M30		X		X	Конец информации
M99		X		X	Конец подпрограммы

Допускается программирование в одном кадре нескольких функций M из разных групп, но не более четырех в одном кадре.

7 Циклы и подпрограммы

В системе реализован единый механизм поддержки постоянных циклов и подпрограмм. С точки зрения программирования постоянные циклы есть подмножество подпрограмм, имеющих два отличия от подпрограммы в оформлении и обработке.

7.1 Подпрограммы

Если имеется постоянная последовательность операций или повторяющаяся много раз типовая часть в программе, то можно оформить эту часть как подпрограмму.

Если считать вызов подпрограммы от главной программы однократным, то можно использовать максимально пятикратный вызов, т.е. уровень вложенности подпрограмм составляет 5.

Подпрограмма создается как обычная программа с именем *nn*, где *nn* – двузначный номер подпрограммы, при этом ведущий ноль опускать не допускается. Для возврата из подпрограммы необходимо использовать команду M99. Подпрограмма должна храниться на внутреннем постоянном носителе.

Подпрограмма вызывается следующим образом:

Lnnrr или *Lnn*

Где *nn* – номер подпрограммы

rr – число повторений вызова, если опущено – однократный вызов.

После вызова будет отработываться подпрограмма с именем *nn*. Вызов будет повторяться *rr* раз. Допускается программировать вызов

подпрограммы в кадре с другой управляющей информацией, при этом вызов подпрограммы будет произведен после отработки всех других команд в кадре. Допускается вызов подпрограммы в преднаборе.

7.2 Постоянные циклы

Отработка постоянного цикла в конце кадров с перемещением задается функциями G81 – G89. Отмена отработки постоянного цикла выполняется заданием функции G80.

Управляющий код постоянного цикла создается как подпрограмма (см. выше) с именем *nn*, где *nn* – двузначный номер 81-89. Управляющий код постоянного цикла должен храниться на внутреннем постоянном носителе.

Постоянные циклы включаются функциями G81 - G89 следующим образом:

G*nn*

Где *nn* – номер цикла (81 - 89)

Следует программировать включение цикла в кадре с командами перемещения, при этом вызов цикла будет произведен после отработки всех команд в кадре. До отмены цикла командой G80 управляющий код постоянного цикла будет выполняться в каждом кадре, где задано перемещение, даже если задана нулевая величина перемещения. Допускается вызов цикла в преднаборе.

7.3 Параметры циклов и подпрограмм

Для передачи параметров в циклы и подпрограммы используются переменные. В данном ЧПУ предусмотрено 99 пользовательских переменных с номерами от 1 до 99. Номера переменных от 100 и выше зарезервированы под системные переменные.

Особую группу составляют переменные с номерами от 1 до 29. Эти переменные являются локальными для каждого уровня вложенности подпрограмм, т.е. при вызове подпрограмма получает собственную копию переменных 1-29, в которой содержатся значения, скопированные из вызывающей программы/подпрограммы. Модификация этих переменных в вызванной подпрограмме не оказывает влияния на переменные с теми-же номерами в вызывающей программе. Это позволяет программисту не заботиться о восстановлении значений параметров при повторных вызовах.

Переменные с номерами от 30 до 99 являются глобальными, т.е. общими для всех уровней вложенности.

Совокупность символа # и следующего за ним номера образует обращение к переменной:

#20 – обращение к переменной N20

Переменные не имеют каких-либо фиксированных значений. Все 99 пользовательских переменных имеют один формат представления данных и могут принимать значения только десятичных величин в диапазоне от минус 9999.999 до плюс 9999.999 с точностью 0.001.

Значение переменным могут присваиваться в любом месте программы/подпрограммы прямым присвоением числа или значения другой переменной следующим образом:

```
#1=120.005 – перем. 1 содержит 120.005
.....
#6=-#1      - перем. 5 содержит -120.005
.....
#4=-#1=10.5 - перем. 4 содержит -10.5, перем. 1 содержит 10.5
```

Значение переменной может быть изменено операцией сложения/вычитания с числом или другой переменной следующим образом:

```
#1=120.005 – перем. 1 содержит 120.005
#1-20      - перем. 1 содержит 100.005
#2=10.0
#1+#2      - перем. 1 содержит 110.005
#1+#2      - перем. 1 содержит 120.005
Значения переменных могут быть использованы в качестве
```

числового значения только по следующим адресам:

X,Y,Z, U,V,W, O, I,J,K, F

Примеры:

```
#1=10#2=100.5   перем. 1 содержит 10, перем. 2 содержит 100.5
Z#3=#2         перем. 3 содержит 100.5, задание Z100.5,
.....
Z#3-#1         перем. 3 содержит 90.5, задание Z90.5
.....
Z#3-#1         перем. 3 содержит 80.5, задание Z80.5
.....
Z#2            задание Z100.5
```

7.4 Рекомендации по порядку использования параметров

В качестве параметров циклов и подпрограмм программист может использовать любые переменные в порядке, принятом на предприятии. Если порядок не определен, то при создании циклов и подпрограмм рекомендуется следующий порядок использования переменных для передачи параметров в циклы и подпрограммы:

- #1 - общая глубина сверления
- #2 - длина пути подхода к поверхности
- #3 - шаг сверления
- #4 - запас до начала сверления
- #6 – первая рабочая подача
- #7 – первая выдержка времени
- #8 – вторая рабочая подача
- #9 – вторая выдержка времени

7.5 Примерный код постоянного цикла сверления с использованием параметров

Вызов цикла сверления из программы:

```
%test81
#1=7 #2=2 #6=50 * глубина 7мм подход 2мм подача 50.
N5 G90 G17
N10 G81 G0 X#20=100 #21=30 Y50 Z-198 M3 *отв. X100Y50 до Z-207
N15 X#20+#21 *отв. X130Y50 до Z-207
N25 X#20+#21 *отв. X160Y50 до Z-207
N30 X#20+#21 *отв. X190Y50 до Z-207
N35 X#20+#21 *отв. X220Y50 до Z-207
N40 G80 X0 Y0 Z0 *выл. цикла отход в без.поз.
M0
N45 G81 G0 X100 Y60 Z-198 *отв. X100Y60 до Z-207
N50 U30 *отв. X130Y60 до Z-207
N55 U30 *отв. X160Y60 до Z-207
N60 U30 *отв. X190Y60 до Z-207
N65 U30 *отв. X220Y60 до Z-207
N40 G80 X0 Y0 Z0 M5 *выл. цикла отход в без.поз.
M2
%%
```

Простейшая подпрограмма цикла сверления:

```
%81  
G0 O-#2 *ускоренный подход по оси перп. плоскости обработки  
G1 O-#1 F#6 *сверление по оси перп. плоскости обработки  
G0 O#1+#2 *ускоренный отход по оси перп. плоскости обработки  
M99  
%%
```

8 Управление ходом выполнения программы

Для управления ходом выполнения программы могут использоваться команды условного выполнения и команды перехода на указанный кадр.

8.1 Команда перехода на метку

Команда перехода на метку предназначена для обеспечения пропуска блока кадров или возврат к пройденному кадру. Переход может быть осуществлен только на кадр, имеющий метку.

Меткой является слово N (номер кадра) оформленное определенным образом. Для того чтобы система ЧПУ рассматривала слово N как метку, значение номера кадра должно начинаться с символа "0". Пример:

N5... *кадр номер 5, не метка, невозможен переход на этот кадр

N010... *кадр номер 10, метка, возможен переход на этот кадр

В каждой программе/подпрограмме может быть определено не более 127 меток. Переход на метку, находящуюся вне пределов текущего уровня вложенности (за пределы программы/подпрограммы) невозможен.

Для выполнения перехода на метку используется слово N, когда оно является не первым словом в кадре. Пример:

```
N5 G1 X0 Y0 Z0 F50
N010 Z-10.5
N15 Z0 N17
N16 *будет пропущен
N017 M0
N20 U5 N10 *переход на кадр №10
N25 M2
```

В данном примере кадр №25 никогда не будет достигнут, т.к. задан бесконечный цикл от кадра №10 до кадра №20. Кадр №16 не будет выполняться.

Данный пример не имеет практического применения. Команда пререхода имеет смысл при использовании ее совместно с командой условного выполнения для организации циклов и ветвления программы.

8.2 Команда условного выполнения

Команда условного выполнения выглядит следующим образом:

<команды1> IF условное_выражение команды2

Обработка такого кадра выполняется в следующем порядке:

- выполняются <команды1> (если присутствуют)
- если условное_выражение истинно, выполняются команды2, иначе происходит переход к следующему кадру.

В условном выражении допускается использовать:

- a) переменные и выражения
- b) числа
- c) операторы сравнения:
 - “==” – равно
 - “<>” – не равно
 - “>” – больше
 - “>=” – больше или равно
 - “<” – меньше
 - “<=” – меньше или равно

Примеры:

N10 IF #1>=#2 #1-0.5 N1 *если п.№1 больше п.№2 уменьшить п.№1 на 0.5 и перейти на кадр №1

IF #30 #30-1 *если пер. №30 не равна нулю, уменьшить пер.№30 на 1.

IF #30<>0 #30=#30-1 *аналогично предыдущему

N20 G1 X0 Y0 Z100 F500 IF #1-#2>0 Z0

п.№1 = п.№1- п.№2, если п.№1 больше нуля – линейная интерполяция в точку X0Y0Z0, иначе – линейная интерполяция в точку X0Y0Z100

8.3 Примерный код постоянного цикла глубокого сверления с использованием команд условного выполнения и перехода

Вызов цикла глубокого сверления из программы:

```
%test83
#1=30 *общая глубина 30 мм
#2=20 *длина пути подхода к поверхности 20мм
#3=5 *шаг сверления 5мм
#4=1 *запас до очередного начала сверления 1мм
#6=40 *рабочая подача 40мм/мин
#7=0.5 *выдержка времени в конце сверления 0.5 сек
N5 G0 G90 G17
N15 G83 X100 Y60 Z200 *отв. X100Y60 до Z150
N20 U30 *отв. X130Y60 до Z150
N25 U30 *отв. X160Y60 до Z150
N30 X100 Y90 Z250 *отв. X100Y90 до Z200
N30 U30 *отв. X130Y90 до Z200
N35 U30 *отв. X160Y90 до Z200
N40 G80 X0 Y0 Z300 *выл. цикла отход в без.поз.
M2
%
```

Подпрограмма цикла глубокого сверления:

```
%83
#10=#1 #11=#4 #12=0 *иниц. остатка сверления, длины отх. и подх.
N5 G0 O-#2-#4 F#6 *первый подход до запаса в т. 1
N010 G1 O-#4 *выборка запаса
N15 G1 O-#5 IF #5>#10 O-#10 G4 X#7 N30 *сверл, если конец-на N40
N20 G0 O#11+#5 *длина отхода #11=#11+#5, выход в т. 1
N25 G0 O-#12+#5 N10 *подход до запаса, переход на N10
N30 G0 O-#1+#2+#4 *ускоренный отход в исходную т.0
M99
%
```