

NCT[®]

101M, 104M, 115M

Фрезерный станок и управление центром обработки
Описание программирования

от версии x.066 SW

Производитель и разработчик: **NCT Ipari Elektronikai kft.**

H1148 Budapest Fogarasi út 7

✉ Адрес переписки: H1631 Bp. pf.: 26

☎ Телефон: (+36 1) 467 63 00

☎ Телефакс: (+36 1) 467 63 09

Электронная почта: nct@nct.hu

Домашняя страница: www.nct.hu

Содержание

1 Введение.	9
1.1 Программа деталей.	9
Слово.	9
Адреса.	9
Предложение.	10
Номер программы и Название программы.	10
Начало программы, Конец программы.	10
Формат программы в магазине.	10
Формат программы при коммуникации посторонними средствами.	10
Главная программа и подпрограмма.	10
Канал DNC.	11
1.2 Основные понятия.	12
2 Управляемые оси.	17
2.1 Название осей.	17
2.2 Система мер и икремента осей.	17
3 Подготовительные функции (G коды).	19
4 Интерполяция.	23
4.1 Индексация (G00).	23
4.2 Прямая интерполяция (G01).	23
4.3 Интерполяция окружности и плоскостной спирали (G02, G03).	25
4.4 Интерполяция плоскостной спирали (G02, G03).	28
4.5 Нарезание резьбы с равномерным подъёмом нарезки (G33).	30
4.6 Интерполяция полярных координат (G12.1, G13.1).	33
4.7 Интерполяция цилиндра (G7.1).	37
4.8 Сглаженная интерполяция.	40
5 Данные координат.	43
5.1 Абсолютное и инкрементное программирование (G90, G91), оператор I.	43
5.2 Ввод данных в полярных координатах (G15, G16).	43
5.3 Преобразование в дюймовую/метрическую систему мер (G20, G21).	45
5.4 Задача данных координат и их предельная величина.	45
5.5 Обращение переворотом вращающихся осей.	46
6 Подача.	49
6.1 Подача ускоренного хода.	49
6.2 Рабочая подача.	49
6.2.1 Подача в минуту (G94) и за оборот (G95).	50
6.2.2 Ограничение величины рабочей подачи.	51
6.3 Ускорение/замедление. Учёт подачи F.	52
6.4 Функции управления подачей.	54
6.4.1 G09: точная остановка.	54
6.4.2 G61: режим точной остановки.	54
6.4.3 G64: режим непрерывного резания.	55

6.4.4 G63: режим процентного включателя и стоп запрета.	<u>55</u>
6.4.5 Автоматическое уменьшение подачи при внутренних углах. (G62).	<u>55</u>
6.4.6 Автоматическое уменьшение подачи при внутренних дугах..	<u>56</u>
6.5 Автоматическое уменьшение подачи при углах.	<u>56</u>
6.6 Ограничение ускорений, возникающих при обработке дуг по траектории в нормальном направлении.	<u>59</u>
7 Высокоскоростная, высокоточная обработка.	<u>61</u>
7.1 Режим многократной предварительной обработки предложений (G5.1)..	<u>61</u>
7.2 Высокоскоростное, высокоточное слежение за траекторией: ВСВТ (G5.1 Q1)	<u>62</u>
7.2.1 Степень точности, устанавливаемая параметром..	<u>63</u>
7.2.2 Предвключение скорости и его воздействие.	<u>64</u>
7.2.3 Замедление при углах, с учётом возникшей по осям разницы скоростей.	<u>66</u>
7.2.4 Ограничение скачка ускорения уменьшением подачи.	<u>66</u>
7.2.5 Ограничение ускорений, возникших в доль траектории в нормальном направлении..	<u>68</u>
7.2.6 Определение подачи из параметров ускорения.	<u>70</u>
7.2.7 Процентная коррекция ускорений.	<u>71</u>
7.3 Обобщение параметров слежения за траекторией ВСВТ.	<u>71</u>
8 Ожидание.	<u>81</u>
9 Референтная точка.	<u>82</u>
9.1 Автоматический приём референтной точки (G28)..	<u>82</u>
9.2 Настройка на референтные точки 1., 2., 3., 4. (G30)..	<u>83</u>
9.3 Автоматическое возвращение от референтной точки (G29).	<u>83</u>
10 Системы координат, выбор плоскости.	<u>85</u>
10.1 Система координат станка.	<u>85</u>
10.1.1 Установка системы координат станка..	<u>86</u>
10.1.2 Выбор системы координат станка (G53)..	<u>86</u>
10.2 Системы координат заготовки.	<u>86</u>
10.2.1 Установка систем координат заготовки.	<u>86</u>
10.2.2 Выбор системы координат заготовки.	<u>87</u>
10.2.3 Установка переноса систем координат заготовки из программы..	<u>88</u>
10.2.4 Создание новой системы координат заготовки (G92)..	<u>89</u>
10.3 Локальная система координат..	<u>90</u>
10.4 Выбор плоскости (G17, G18, G19).	<u>91</u>
11 Функция шпинделя.	<u>93</u>
11.1 Команда чисел оборотов шпинделя (код S)..	<u>93</u>
11.2 Программирование расчёта постоянной скорости резания.	<u>93</u>
11.2.1 Задача расчёта постоянной скорости резания (G96, G97)..	<u>94</u>
11.2.2 Ограничение величины постоянной скорости резания (G92)..	<u>94</u>
11.2.3 Назначение оси для расчёта постоянной скорости резания.	<u>95</u>
11.3 Обратная связь позиции шпинделя.	<u>95</u>
11.4 Ориентированная остановка шпинделя.	<u>95</u>
11.5 Индексация шпинделя.	<u>96</u>

11.6	Наблюдение за колебанием чисел оборотов шпинделя (G25, G26).	96
12	Обращение с инструментами.	99
12.1	Команда вызова инструмента (код T).	99
12.2	Формат программ для программирования номера инструмента.	99
13	Смешанные и вспомогательные функции.	101
13.1	Смешанные функции (коды M).	101
13.2	Вспомогательные функции (коды A, B, C).	102
13.3	Порядок выполнения различных функций.	102
14	Организация программы детали.	103
14.1	Номер предложений (адрес N).	103
14.2	Условный пропуск предложения (/ адрес).	103
14.3	Главная программа и подпрограмма.	103
14.3.1	Вызов подпрограммы.	105
14.3.2	Возвращение из подпрограммы.	106
14.3.3	Переход внутри главной программы.	107
15	Коррекция инструмента.	108
15.1	Ссылка на коррекцию инструмента (H и D).	108
15.2	Изменение значения коррекций инструмента из программы (G10).	109
15.3	Коррекция длины инструмента (G43, G44, G49).	110
15.4	Смещение инструмента (G45...G48).	112
15.5	Коррекция плоскостного радиуса инструмента (G38, G39, G40, G41, G42).	115
15.5.1	Включение расчёта коррекции радиуса. Установка на контур.	117
15.5.2	Включенное состояние расчёта коррекции радиуса. Ход по контуру.	123
15.5.3	Выключение расчёта коррекции радиуса инструмента. Отход от контура.	126
15.5.4	Изменение направления в расчёте коррекции радиуса.	129
15.5.5	Программирование сохранения вектора (G38).	131
15.5.6	Программирование угловой дуги (G39).	132
15.5.7	Общие сведения для применения коррекции плоскостного радиуса.	133
15.5.8	Проблемы помех слежения контура. Анализ интерференции.	140
15.6	Трёхмерная коррекция инструмента (G41, G42).	146
15.6.1	Включение и выключение трёхмерной коррекции инструмента (G40, G41, G42).	146
15.6.2	Трёхмерный вектор коррекции.	147
16	Особые трансформации.	149
16.1	Поворот системы координат (G68, G69).	149
16.2	Масштабирование (G50, G51).	150
16.3	Отражение (G50.1, G51.1).	151
16.4	Правила программирования особых трансформаций.	152
17	Автоматические геометрические расчёты.	154
17.1	Программирование фасок и скругления.	154
17.2	Задача прямой углом направления.	156
17.3	Расчёты плоскостной точки пересечения.	158

17.3.1 Точка пересечения двух прямых.	158
17.3.2 Точка пересечения прямой и окружности.	160
17.3.3 Точка пересечения окружности и прямой.	162
17.3.4 Точка пересечения двух окружностей.	164
17.3.5 Сцепление расчётов точки пересечения.	166
18 Циклы сверления.	167
18.1 Подробное описание циклов сверления.	173
18.1.1 Цикл глубокого сверления с большой скоростью (G73).	173
18.1.2 Цикл нарезания левой резьбы (G74).	174
18.1.3 Растачивание с автоматическим отводом инструмента (G76).	175
18.1.4 Выключение состояния цикла (G80).	176
18.1.5 Цикл сверления, выдвижение с быстрым ходом (G81).	176
18.1.6 Цикл сверления с ожиданием, выдвижение с быстрым ходом (G82).	177
18.1.7 Цикл глубокого сверления (G83).	178
18.1.8 Цикл нарезания резьбы (G84).	179
18.1.9 Цикл нарезания резьбы метчиками без уравнивающей вставки (G84.2, G84.3)	180
18.1.10 Цикл сверления, выдвижение с подачей (G85).	183
18.1.11 Цикл сверления, выдвижение с быстрым ходом при стоячем шпинделе (G86)	184
18.1.12 Цикл сверления, ручной привод в точке основания/ Расточка при обратном ходе, с автоматическим отводом инструмента (G87).	185
18.1.13 Цикл сверления, после ожидания ручной привод в точке основания (G88)	187
18.1.14 Цикл сверления, ожидание в точке основания, выдвижение с подачей (G89)	188
18.2 Замечания к применению циклов сверления.	188
19 Качание.	190
20 Измерительные функции.	193
20.1 Измерение с удалением остаточного хода (G31).	193
20.2 Автоматическое измерение длины инструмента (G37).	195
20.3 Соотношение между точностью измерения и подачи.	195
21 Функции безопасности.	197
21.1 Ограничение программируемого рабочего пространства (G22, G23).	197
21.2 Параметрическое конечное положение.	198
21.3 Наблюдение за запрещённым диапазоном перед пуском движения.	199
22 Пользовательская макрокоманда.	200
22.1 Простой макровывоз (G65).	200
22.2 Наследственный макровывоз.	201
22.2.1 Макровывоз после каждой команды движения: (G66).	201
22.2.2 Макровывоз из каждого предложения: (G66.1).	202
22.3 Пользовательский макровывоз по коду G.	203
22.4 Пользовательский макровывоз по коду M.	204
22.5 Пользовательский вызов подпрограммы по коду M.	204

22.6 Пользовательский вызов подпрограммы по коду T.	205
22.7 Пользовательский вызов подпрограммы по коду S.	205
22.8 Пользовательский вызов подпрограммы по кодам A, B, C.	205
22.9 Разница между вызовами подпрограммы и макрокоманды.	206
22.9.1 Многократный вызов.	206
22.10 Формат пользовательской макрокоманды.	208
22.11 Переменные программного языка.	208
22.11.1 Идентификация переменной.	208
22.11.2 Ссылка на переменную.	208
22.11.3 Пустые переменные.	209
22.11.4 Цифровое изображение переменных.	209
22.12 Типы переменных.	210
22.12.1 Локальные переменные.	210
22.12.2 Глобальные переменные.	210
22.12.3 Системные переменные.	211
22.13 Команды программного языка.	219
22.13.1 Команда присвоения значения.	219
22.13.2 Арифметические операции и функции.	219
22.13.3 Условные выражения.	223
22.13.4 Безусловное разветвление.	223
22.13.5 Условное разветвление.	224
22.13.6 Условная команда.	224
22.13.7 Организация цикла.	224
22.13.8 Команды выдачи данных.	227
22.14 NC и макрокоманды.	230
22.15 Выполнение макропредложений.	231
22.16 Индикация макрокоманд и подпрограмм при автоматическом режиме.	232
22.17 Использование кнопки СТОП во время выполнения макрокоманды.	232
22.18 Цикл фрезерования впадины.	232
Заметки.	236
Алфавитный указатель.	237

22 февраля 2010 г.

© Copyright NCT 22 февраля 2010 г.

По содержанию настоящего описания все издательские права сохраняются за собой. Для допечатки даже сокращённого издания требуется наше разрешение.

Описание составлено с максимальной осмотрительностью и тщательно проверено, однако за возможные ошибки или ошибочные данные *и за истекающие из этого ущербы ответственность на себя не берём.*

1 Введение

1.1 Программа деталей

Программа деталей - это такая совокупность команд, которую управление способно истолковать и на основании которой управляет работой станка.

Программа деталей состоит из предложений. Предложения образуются словами.

Слово: Адрес и Данные

Слово состоит из двух частей: из адреса и из данных. Адрес представляет собой один или больше карактеров, а данные являются числовой величиной, которая может иметь целую и десятичную величину. Некоторые адреса могут получить знак, вернее оператор I.

Адреса:

Адреса	Значение	Предел
O	номер программы	0001 - 9999
/	опционное предложение	1 - 9
N	номер предложения	1 - 99999
G	подготовительная функция	*
X, Y, Z, U, V, W	координаты длины	I, -, *
A, B, C	координаты угла, координаты длины, вспомогательные функции	I, -, *
R	радиус окружности, вспомогательные данные	I, -, *
I, J, K	координаты центра окружности, вспомогательная координата	-, *
E	вспомогательная координата	-, *
F	подача	*
S	число оборотов шпинделя	*
M	смешанная функция	1 - 999
T	номер инструмента	1 - 9999
H, D	число коррекции длины и радиуса	1 - 99
L	число повторений	1 - 9999
P	вспомогательные данные, время ожидания	-, *
Q	вспомогательные данные	-, *
,C	длина стороны фаски	-, *
,R	радиус скругления	-, *
,A	угол направления прямой	-, *
(	замечание	*

У адресов, у которых виден знак * в столбе предела, данные могут принимать и десятичную величину.

У адресов, где видны знак I и знак -, к адресу можно присвоить инкрементальный оператор или знак.

Не высвечивается и не сохраняется знак +.

Предложение

Предложение состоит из слов.

В магазине предложения разделены друг от друга карактером `LF` (**Line Feed**). В предложениях не обязательно пользоваться номером предложения. Для отделения на экране друг от друга начала и конца предложения, начало предложения начнём с новой строки, перед ним ставим карактер `>` и у предложений, которые длинее одной строки, переброшенные в новую строку слова на один карактер втянем во внутрь. За карактером `>` последуют адреса `N` и / без пробела, и этим выделяя отличённые таким образом предложения.

В магазине между словами нет пробела (`space`), однако при индикации между словами появятся пробелы. Если какое-то слово не уместится вполностью в одной строке, тогда данное слово переходит в новую строку.

Номер программы и Название программы

Номер программы и название программы служат для идентификации программы. Пользоваться номером программы обязательно, а названием программы нет.

Адрес **номера программы: O**, за которым должны стоять ровно **четыре цифры**.

Произвольный ряд карактеров между знаком открытия "(" и закрытия ")" скобок **названия программы** может содержать не более 16 карактеров.

Номер программы и название программы отделены в магазине от других предложений программы карактером `LF` (**Line Feed**).

При правке на экране в первой строке обязательно высвечиваются номер программы и название программы.

В накопителе не разрешено иметь два файла с одинаковым номером программы.

Начало программы, Конец программы

Программа начинается карактером `%`, и заканчивается карактером `%`. В ходе составления программы карактер, закрывающий программу, всегда стоит после последнего предложения, тем самым обеспечивается сохранение уже закрытых предложений даже тогда, если во время составления программы получится перерыв в подаче тока.

Формат программы в магазине

Программа, расположенная в магазине, является совокупностью карактеров ASCII.

Формат программы:

```
%O1234(НАЗВАНИЕ ПРОГРАММЫ)LF/1N12345G1X0Y...LFG2Z5...LF....LF
...LF
...LF
N1G40...M2LF
%
```

В указанной выше строке карактеров

`LF` символизирует карактер LF (**Line Feed**),
`%` символизирует начало и конец программы.

Формат программы при коммуникации посторонними средствами

Вышеуказанный формат программы действителен и при коммуникации посторонними средствами.

Главная программа и подпрограмма

Программы деталей делятся на две главные части:

на главные программы, и
на подпрограммы.

Обработка детали описывается главной программой. Если в ходе обработки приходится

исполнить портящиеся рисунки в разных местах, то эти участки программы не надо снова написать в главной программе, а нужно организовать для этого подпрограмму, вызываемую с произвольного места, даже из другой подпрограммы. Из подпрограммы можно возвращаться в вызывную программу.

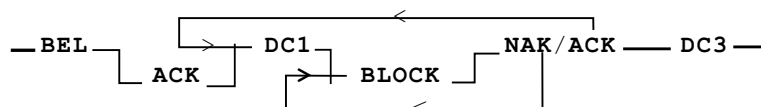
Канал DNC

Возможно выполнить и программу, имеющуюся на наружном модуле (например в компьютере), минуя сохранения её в памяти управления. В этом случае управление читает программу не из памяти, а через поверхность RS232 из внешнего носителя данных. Эта связь называется каналом DNC. Этот способ особенно полезен при выполнении таких программ, которые по объёму не вместились бы в память управления.

Канал DNC является каналом передачи данных с протокольным управлением по нижеследующим:

Управление:

Отправитель:



Где значение мнемоников (и их кода ASCII):

BEL (7): управление призывает наружную сторону к установке связи. Если за определённое время не приходит ACK управление снова выдаёт BEL.

ACK (6): подтверждение.

NAK (21): ошибочная передача данных (например ошибка в аппаратном обеспечении по линии или ошибка BCC), передачу BLOCK надо повторить.

DC1 (17): пуск передачи следующего BLOCK.

DC3 (19): прерывание всяки.

BLOCK

– в основном одно предложение NC (и закрывающий предложение L_F), и их сумма (BCC) сохраняя на 7 битах как последний байт предложения (BCC 7., его самый верхний бит в любом случае 0). В предложение нельзя иметь SPACE (32), или меньше по коду карактер ASCII.

– **EOF** (26) (End Of File) отправителя пошлёт знак конец файла и тем самым прерывает связь.

К режиму DNC установить второй физический канал (только это можно использовать каналом DNC) в режим парного паритета 8 бит.

Главная программа, выполненная по каналу DNC, может иметь только линейную последовательность. Это не относится к возможно вызванным подпрограммам и макрокомандам, однако они должны находиться в памяти управления. Если отклониться в главной программе от линейной последовательности (GOTO, DO WHILE) управление даёт сообщение ошибки 3058 HE B DNC. Если управление воспринял ошибку BLOCK и даст ответ NAK, надо повторить BLOCK.

1.2 Основные понятия

Интерполяция

В ходе обработки управление может перемещать инструмент по прямой и по круговой орбите. Эту деятельность называем в дальнейшем интерполяцией.

Движение инструмента по прямой:

программа:

```
G01 Y__
X__ Y__
```

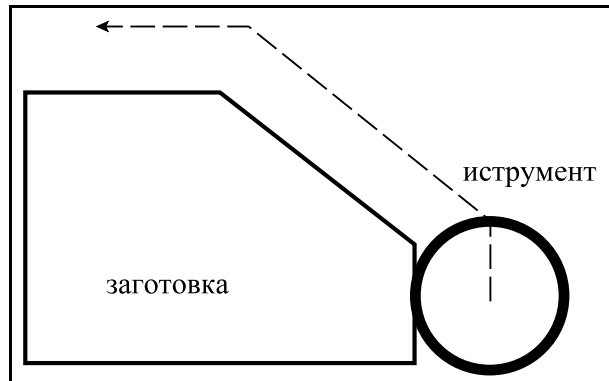


рисунок 1.2-1

Движение инструмента по дуге:

программа:

```
G03 X__ Y__ R__
```

Хотя в действительности движение совершает обычно стол с заготовкой и не инструмент, в этом описании в дальнейшем будем говорить всегда о движении инструмента по отношению заготовки.

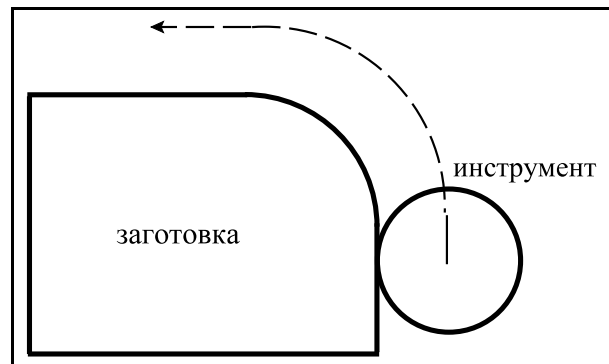


рисунок 1.2-2

Подготовительные функции (G коды)

Тип деятельности, выполняемой по какому-то данному предложению, описываем с помощью подготовительных функций, или иначе говоря кодами G. Например: кодом G01 вводится прямая интерполяция.

Подача

Подачей называем скорость инструмента по отношению заготовки во время снятия стружки. В программе по адресу F и одной числовой величиной задаём желаемую подачу. Например: F150 означает 150 мм/в минуту.

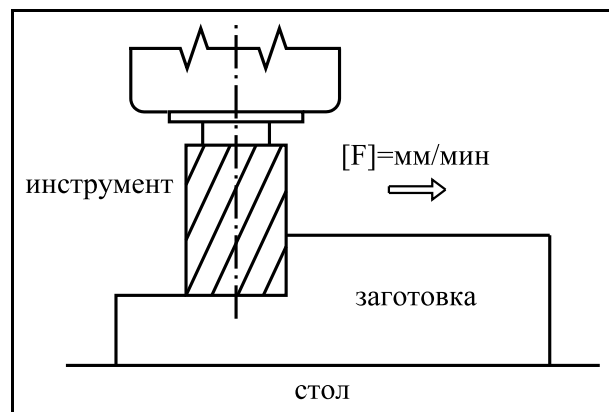


рисунок 1.2-3

Референтная точка

Референтной точкой на станке является одна неподвижная точка. После включения станка суппорты должны направить в референтную точку. После этого управление уже может интерпретировать и данные с абсолютными координатами.

Система координат

Размеры, указанные на чертеже детали, понимаются применительно к одной точке детали. Эта точка служит нулевой точкой системы координат заготовки. В программу детали надо записывать эти данные размеров по адресам координат. Например: X340 означает: точка с координатой 340 мм по системе координат заготовки.

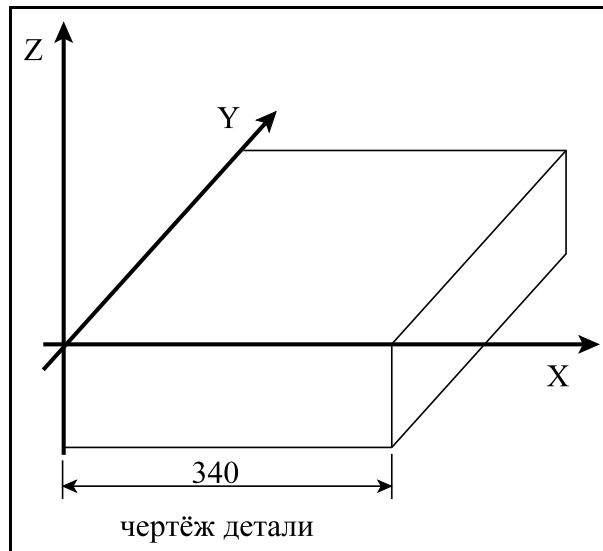


рисунок 1.2-4

Система координат, заложенная в управление и по которой управление интерпретирует размеры, отличается от системы координат заготовки. Для того, чтобы управление корректно обработал заготовку, необходимо нулевые точки обеих систем координат перенести в ту же позицию. Этого можем достичь например так, что: центр

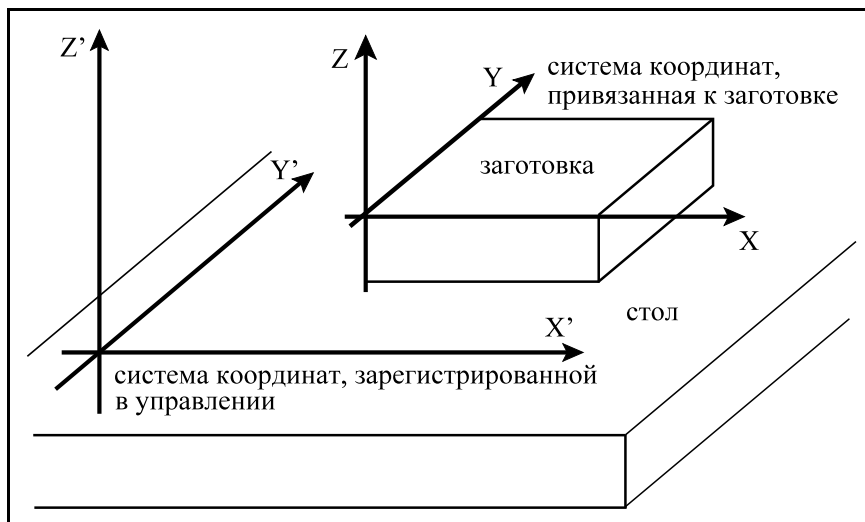


рисунок 1.2-5

инструмента перенесём к точке заготовки с известной позицией и переставим систему координат управление на это значение.

Задача абсолютных координат

В случае задачи абсолютных координат инструмент движется с учётом расстояния от точки начала системы координат, то есть в точку с позицией, заданной координатами.

Код абсолютной задачи данных: G90.

Ряд команд

```
G90 X50 Y80 Z40
```

передвигает инструмент в точку с указанной выше позицией, где бы не стоял до выдачи команды.

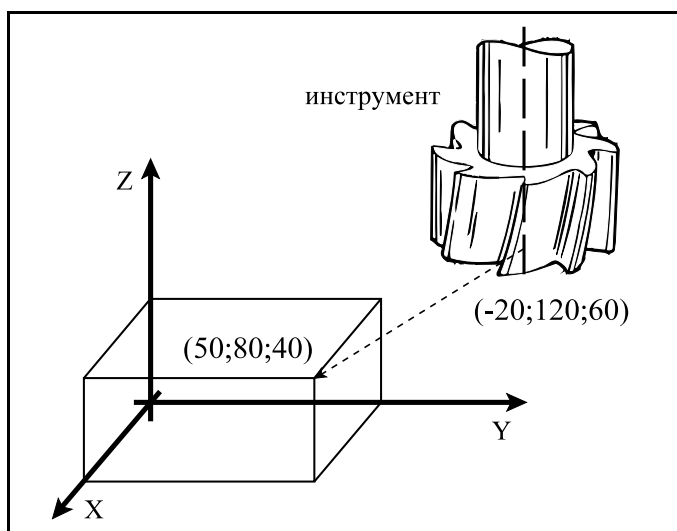


рисунок 1.2-6

Задача координат (инкрементальная) с приращением

В случае задачи координат с приращением, управление интерпретирует данные координат так, чтобы инструмент совершал движение на расчётное расстояние от мгновенной позиции.

Код инкрементальной задачи данных: G91. Код G91 относится ко всем значениям координат.

Ряд команд

```
G91 X70 Y-40 Z-20
```

передвигает инструмент на указанное выше расстояние от предыдущей позиции.

Данные с приращением можно определить и по координатам. Характер I после адреса координаты означает, что значение данной координаты считается за приращением.

В ряду команд

```
G90 XI-70 Y80 Z40
```

данные X понимаются как приращение, а данные Y и Z из-за кода G90 как абсолютные.

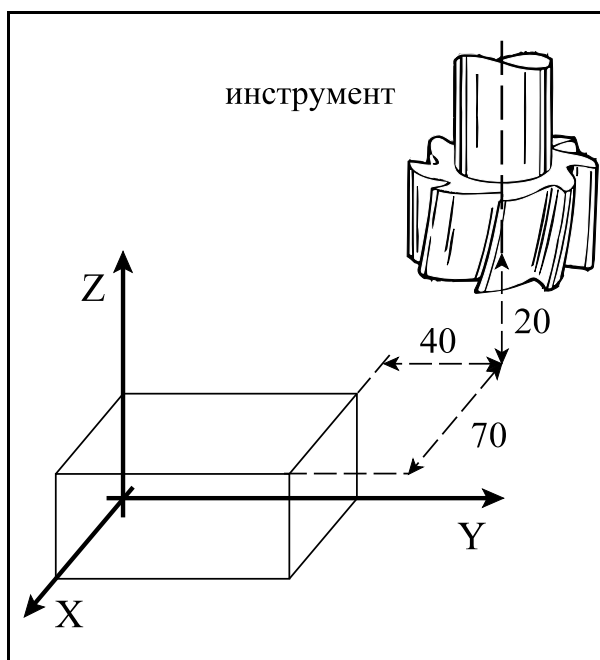


рисунок 1.2-7

Наследственные функции

Действие или размер значения некоторых команд передаётся по наследству в программном языке до тех пор, пока не выдаётся команда с противоположенным значением, или не задаётся другое значение для соответствующей функции. Например: В фрагменте программы

```
N15 G90 G1 X20 Y30 F180
```

```
N16 X30
```

```
N17 Y100
```

в предложении N15 принято состояние G90 (абсолютная задача данных) и G1 (линейная интерполяция), а также значение F (подача) передаётся по наследству для предложений

N16 и N17. Таким образом нет необходимости задавать эти функции по каждому предложению.

Ненаследственные (разовые) функции

Действие некоторых функций или значение данных имеет силу только в данном предложении. Эти функции называем ненаследственными или разовыми функциями.

Команда чисел оборотов шпинделя

Число оборотов шпинделя задаётся по адресу S. Это обычно называется ещё функцией S. Команда S1500 назначит, чтобы число оборотов шпинделя было 1500 оборотов/в минуту.

Номер инструмента

В ходе обработки приходится выполнять разными инструментами разные операции снятия стружки. Инструменты различаются друг от друга номерами. Ссылаться на инструменты можно кодом T. В программе команда T25 означает, чтобы переходить к инструменту номер 25. Замена инструмента может проводиться вручную или автоматически, в зависимости конструкции станка.

Смешанные функции

В ходе обработки приходится многократно выполнить операцию выключения и включения. Например: запускать шпиндель, включать охлаждающую воду. Эти операции можно выполнить с помощью смешанных функций или функций M. Например: в ряду команд
M3 M8
значение M3: вращение шпинделя по часовой стрелке, а значение M8: включить охлаждающую воду.

Коррекция по длине

В ходе обработки выполняем различные операции инструментами с разными длинами. Однако при производстве большой серии ту же операцию приходится выполнять опять инструментами с разными длинами, например из-за полома инструмента. Для того, чтобы движения, описанные в программе детали, были независимыми от длины инструмента, то есть от его вылета, управлению надо сообщить различные длины инстру-

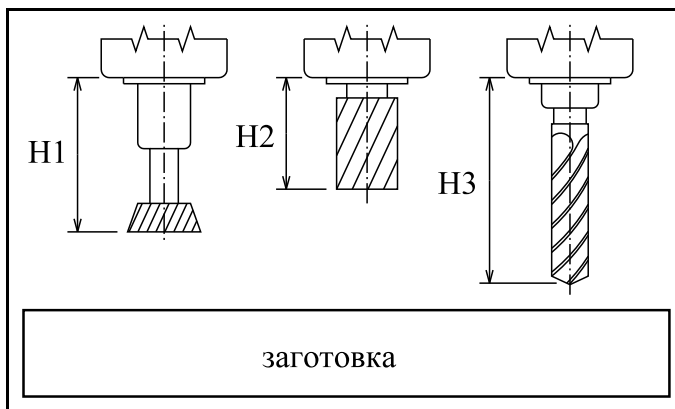


рисунок 1.2-8

ментов. При желании, чтобы в программе кончик инструмента совершал движение к данной точке, необходимо вызвать значения данных по длине с помощью сопровождающего кода. Это возможно делать по адресу H. Например: команда H1 относится к данным по длине с номером 1. Начиная с этого управление будет двигать кончик инструмента к заданной точке. Эта операция называется включением коррекции по длине.

Коррекция по радиусу

При фрезеровании контура приходится обрабатывать заготовку инструментами с разными радиусами. Для того, чтобы в программу нужно было записать не траекторию центра инструмента, с учётом радиуса инструмента, а фактические данные контура заготовки, необходимо вводить коррекцию по радиусу. Значения коррекции по радиусу надо установить в управлении. В дальнейшем можно ссылаться в программе на коррекцию по радиусу по адресу D.

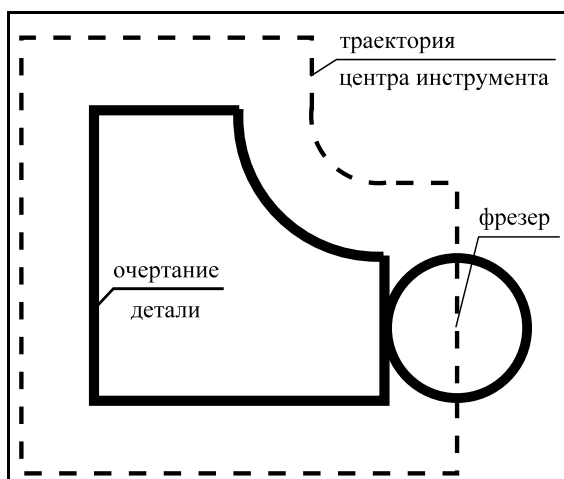


рисунок 1.2-9

Коррекция по износу

В ходе обработки инструменты изнашиваются. Полученное таким образом изменение по размеру хоть по направлению длины, хоть по направлению радиуса, нужно учесть коррекцией по износу. Износ инструмента устанавливается в управлении. К каждой группе по коррекции относится одно геометрическое значение (цифра на которую ссылаемся по адресу H или D), то есть первоначальная длина или радиус инструмента, и значение износа. При вызове коррекции управление, согласно сумме двух значений, поправляет движение.

2 Управляемые оси

Число осей в исходной конструкции	3 оси
Число дополнительных осей	5 осей (всего 8 осей)
Число одновременно приводимых в действие осей	8 осей (с линейной интерполяцией)

2.1 Название осей

Название управляемых осей можно определить в магазине параметров. Здесь можно назначить, чтобы какая физическая ось по какому адресу совершил движение.

При исходной конструкции название осей в управлении фрезерного станка может быть: X, Y и Z.

Название дополнительных осей зависит от типа оси.

Возможное название дополнительных осей, выполняющих линейное движение, может быть: U, V и W. Если эти оси параллельны какому-то из главных направлений, то дополнительная ось, параллельная оси X называется U, параллельная оси Y называется V, и параллельная оси Z называется W.

Название осей, совершающих вращательное движение, может быть: A, B и C. Ось вращения, параллельная направлению X, называется A, параллельная направлению Y называется B, а параллельная направлению Z называется C.

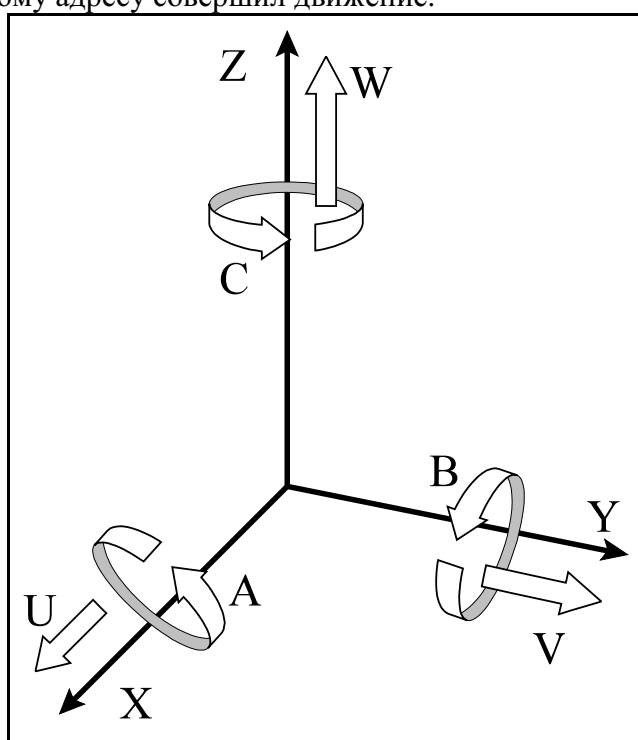


рисунок 2.1-1

2.2 Система мер и инкремента осей

Данные координат задаются 8-ми цифрами. Данные координат могут иметь и знак. Знак + не выставляется перед числом.

Данные входных координат длины можно задавать в мм-ах и в дюймах. Это есть входная система мер. Входная система мер можно выбрать из программы.

Измеритель хода, пристроенный на станок может измерять позицию в мм-ах и в дюймах. Измеритель хода определяет выходную систему мер, которую нужно задавать управлению параметрами. Нельзя смешать систем мер между осями внутри одного станка.

Если входная и выходная система мер отличается друг от друга, пересчет выполняется управлением автоматически.

Система мер осей вращения использует всегда градус.

Наименьший задаваемый размер считаем за **входной инкрементной системой** управления.

Входная икрементная система управления выбирается параметром. Выбирать можно из трёх видов систем: ИС-А, ИС-В и ИС-С. Нельзя смешать икрементные системы между осями внутри одного станка.

После обработки входных данных, управление выдаёт данные ходов для привода осей. Раздробление этих данных всегда вдвое больше входной икрементной системы. Это называется **выходной икрементной системой** управления.

Значит, входная икрементная система управления определяется раздроблением измерителей хода.

Икрементная система	Наименьший задаваемый размер	Наибольший задаваемый размер
ИС-А	0.01 мм	999999.99 мм
	0.001 дюйм	99999.999 дюйм
	0.01 градус	999999.99 градус
ИС-В	0.001 мм	99999.999 мм
	0.0001 дюйм	9999.9999 дюйм
	0.001 градус	99999.999 градус
ИС-С	0.0001 мм	9999.9999 мм
	0.00001 дюйм	999.99999 дюйм
	0.0001 градус	9999.9999 градус

3 Подготовительные функции (G коды)

Характер команды в данном предложении определяется адресом G и последующим за ним числом.

Следующая таблица содержит коды G, интерпретируемые управлением, а также их группировку и функцию.

код G	Группа	Функция	Стр.
G00*	01	индексация	23
G01*		прямая интерполяция	23
G02		интерполяция окружности, спирали по ходу часовой стрелки.	25
G03		интерполяция окружности, спирали против хода часовой стрелки.	25
G04	0	ожидание	81
G05.1		установка режима многократной предварительной обработки и ВСВТ	61 , 62 , 63
G7.1		интерполяция цилиндра	3737
G09		точная остановка в данном предложении	54
G10		запрограммированный ввод данных	88 , 109
G11		запрет запрограммированного ввода данных	
G12.1	26	интерполяция полярных координат вкл.	3333
G13.1*		интерполяция полярных координат выкл.	3333
G15*	17	выключение ввода данных в полярных координатах	4143
G16		ввод данных в полярных координатах	43
G17*	02	выбор плоскости $X_p Y_p$	91
G18*		выбор плоскости $Z_p X_p$	91
G19		выбор плоскости $Y_p Z_p$	91
G20	06	ввод данных в дюймах	4345
G21		ввод метрических данных	4345
G22*	04	включение ограничения рабочего пространства	1931 97
G23		выключение ограничения рабочего пространства	1931 97
G25*	8	выключение наблюдения за колебанием чисел оборотов шпинделя	96
G26		включение наблюдения за колебанием чисел оборотов шпинделя	96
G28	00	запрограммированный приём референтной точки	7982
G29		возвращение от референтной точки	83
G30		установка на первую, вторую, третью и четвертую референтную точку	83
G31		измерение с удалением остаточного хода	193
G33	01	нарезание резьбы	30

3 Подготовительные функции (G коды)

код G	Группа	Функция	Стр.
G37	00	автоматическое измерение длины инструмента	195
G38		сохранение вектора коррекции радиуса	131
G39		угловая дуга с коррекцией радиуса	132
G40*	07	выключение расчёта коррекции радиуса инструмента	115. 126
G41		расчёт коррекции радиуса инструмента слева	115. 117
G42		расчёт коррекции радиуса инструмента справа	115. 117
G43*	08	коррекция длины +	108 10
G44*		коррекция длины -	110
G45	00	увеличение с смещением инструмента	110 12
G46		уменьшение с смещением инструмента	112
G47		увеличение с двойным смещением инструмента	112
G48		уменьшение с двойным смещением инструмента	110 12
G49*	08	выключение коррекции длины	108 10
G50*	11	выключение масштабирования	149 50
G51		масштабирование	150
G50.1*	18	выключение отражения	151
G51.1		включение отражения	151
G52	00	перенос координат	90
G53		индексация в системе координат станка	86
G54*	14	выбор системы координат первой заготовки	87
G55		выбор системы координат второй заготовки	87
G56		выбор системы координат третьей заготовки	87
G57		выбор системы координат четвёртой заготовки	87
G58		выбор системы координат пятой заготовки	87
G59		выбор системы координат шестой заготовки	87
G61	15	режим точной остановки	54
G62		уменьшение подачи при углов	55
G63		запрет форсировки	55
G64*		режим непрерывной обработки резанием	55
G65		простой вызов макрокоманды	200
G66		наследственный вызов макрокоманды после каждой команды движения	201
G66.1		наследственный вызов макрокоманды из каждого предложения	202

код G	Группа	Функция	Стр.	
G67		удаление наследственного вызова макрокоманды	201	
G68	16	поворот системы координат	149	
G69*		выключение поворота системы координат	149	
G73	09	цикл глубокого сверления большой скорости	173	
G74		цикл сверления левой резьбы	174	
G76		растачивание с автоматическим отводом инструмента	175	
G80*		выключение состояния цикла	176	
G81		цикл сверления, выдвижение скоростным ходом	176	
G82		цикл сверления с ожиданием, выдвижение скоростным ходом	177	
G83		цикл глубокого сверления	178	
G84		цикл нарезания внутренней резьбы	179	
G84.2		цикл нарезания внутренней правой резьбы без уравнильной вставки	180	
G84.3		цикл нарезания внутренней левой резьбы без уравнильной вставки	180	
G85		цикл сверления, выдвижение с подачей	183	
G86		цикл сверления, выдвижение скоростного хода при остановленном шпинделе	184	
G87		расточка при обратном ходе, с автоматическим/ручным отводом инструмента	185	
G88		цикл сверления, ручная подача на основании	187	
G89		цикл сверления, ожидание на основании, выдвижение с подачей	188	
G90*		03	абсолютная задача размеров	43
G91*			задача размеров с приращением	43
G92		00	установка системы координат	89
G94*		05	подача в минуту	50
G95*	подача за оборот		50	
G96	13	включение расчёта постоянной скорости резания	94	
G97*		выключение расчёта постоянной скорости резания	9294	
G98*	10	возвращение от цикла сверления к исходной точке	168	
G99		возвращение от цикла сверления к точке R (приближения)	168	

☞ **Замечания:**

- Внутри одной группы отмеченные со знаком * коды G означают то состояние, которое займёт управление после включения.
- Где внутри одной группы после нескольких кодов имеется знак *, там на основании параметра можно выбирать, какой из них будет действителен после включения. Эти следующие: G00, G01; G17, G18; G43, G44, G49; G90, G91; G94, G95.
- Из G00 и G21 будет действителен после включения тот, который был установлен до выключения.
- Основную интерпретацию после включения команды G05.1 можно задавать параметром *MULBUF*.

- Коды G, относящиеся к группе 00 являются ненаследственными, а все остальные да.
- В одно предложение можно писать даже несколько кодов G таким ограничением, что из функций, принадлежащих к той же группе, по группам может фигурировать только один.
- Ссылка на нелегальный код G, или задача в одном предложении большего кода G, принадлежащих к той же группе, приводит к сигналу ошибки *3005 ЗАПРЕЩЁН. G КОД.*

4 Интерполяция

4.1 Индексация (G00)

Ряд команд

G00 v

относится к индексации в актуальной системе координат.

Индексация производится в точку с координатой v. Здесь обозначение v (и в дальнейшем) относится ко всем управляемым осям, использованным на данном станке. (Эти могут быть: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C).

Индексация производится одновременным перемещением всех осей, заданных в предложении, по прямолинейной траектории. Координаты могут быть абсолютными и инкрементальными данными.

Скорость индексации нельзя установить из программы, это выполняется разными по осям значениями, определёнными в параметрах строителем станка. При одновременном перемещении нескольких осей, результирующий вектор скорости вычисляется управлением так, чтобы индексация производилась за минимальное время, и скорость ни в одной оси не превосходила значения скоростного хода, установленного для данной оси.

В ходе исполнения команды G00, при запуске

движения управление в каждом случае ускоряет его, а при заканчивании замедляет. После завершения движения управление проверяет знака "в позиции", если поле параметра *POSCHECK* имеет параметр 1, и не выполняет этого, если показание параметра 0. Знака "в позиции" ожидает 5 секунд, если до этого не поступает знак, управление даст сигнал *1020 ОШИБКА ПОЗИЦИИ*. Максимальное и ещё допустимое отклонение, измеренное от позиции можно задавать параметром *INPOS*.

Наследственный код G00 действителен до тех пор, пока другая интерполяционная команда его не заменит. После включения, согласно установленным в группе параметров значениям поля параметров *CODES*, имеет силу код G00, или G01.

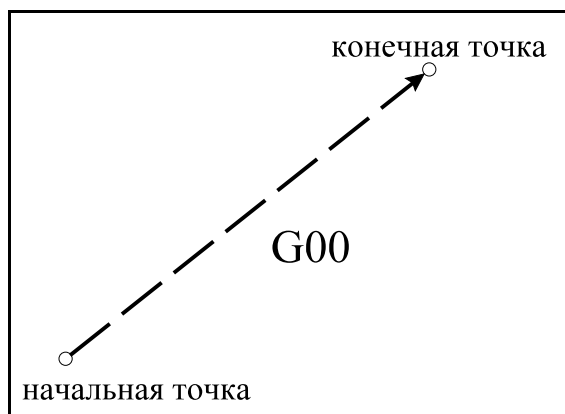


рисунок 4.1-1

4.2 Прямая интерполяция (G01)

Ряд команд

G01 v F

установит режим линейной интерполяции. Данные, написанные значением v могут быть абсолютными и инкрементальными значениями, и определены в актуальной системе координат. Программировать скорость движения, подачу можно по адресу F.

Запрограммированная по адресу F подача действует всегда по запрограммированной траектории. Составляющие по осям:

Подача в доль оси X:

$$F_x = \frac{x}{L} F$$

Подача в доль оси Y: $F_y = \frac{Y}{L} F$

.....

Подача в доль оси U: $F_u = \frac{u}{L} F$

.....

Подача в доль оси C: $F_c = \frac{C}{L} F$

x, y, ... и... с запрограммированные значения перемещения по соответствующим осям,
L длина запрограммированного перемещения:

$$L = \sqrt{x^2 + y^2 + \dots + u^2 + \dots + c^2}$$

G01 X100 Y80 F150

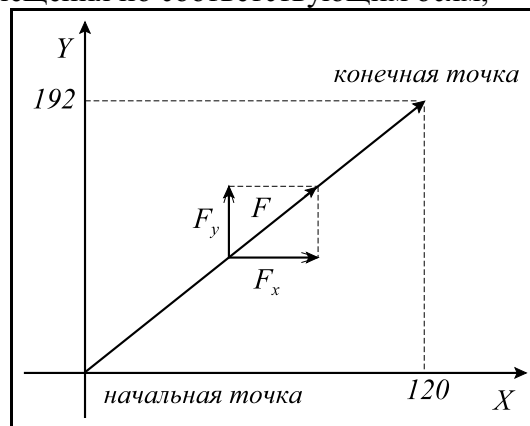


рисунок 4.2-1

В доль оси вращения, в предложении F120 подача определяется в размерности °/минута:

G01 B270 F120

и означает: 120 °/минута.

В том случае, если с линейной интерполяцией соединить движение одной продольной оси и одной оси вращения, распределение составляющих подачи происходит по вышеуказанным формулам.



рисунок 4.2-2

Например:

В предложении

G91 G01 Z100 B45 F120

составляющие подачи по направлениям Z а также B:

Подача в доль оси Z: $F_z = \frac{100}{\sqrt{100^2 + 45^2}} 120 = 109.4$ мм/мин

Подача в доль оси B: $F_b = \frac{45}{\sqrt{100^2 + 45^2}} 120 = 49.2$ °/мин

Наследственный код G01 имеет силу до тех пор, пока другая интерполярная команда его

не заменит. После включения, согласно установленным в группе параметров *CODES* значениям поля параметров, имеет силу код G00, или G01.

4.3 Интерполяция окружности и плоскостной спирали (G02, G03)

Ряд команд

$$G17 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p Y_p \left\{ \begin{matrix} R \\ I J \end{matrix} \right\} F$$

$$G18 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p Z_p \left\{ \begin{matrix} R \\ I K \end{matrix} \right\} F$$

$$G19 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Y_p Z_p \left\{ \begin{matrix} R \\ J K \end{matrix} \right\} F$$

назначает интерполяцию окружности.

Интерполяция окружности происходит в плоскости, выбранной командами G17, G18, G19, в случае G02 по ходу часовой стрелки, в случае G03 против хода часовой стрелки:

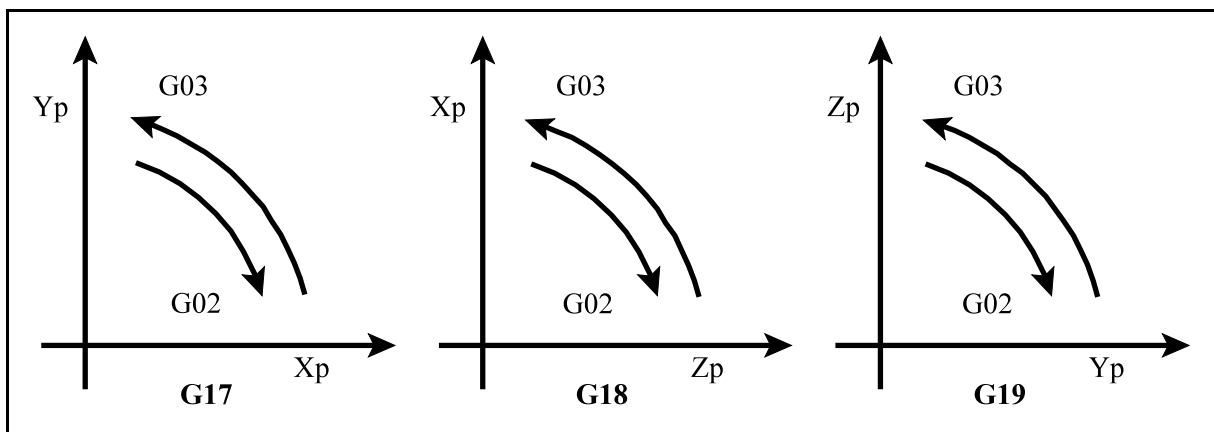


рисунок 4.3-1

X_p, Y_p, Z_p означает здесь, и в дальнейшем:

X_p : ось X, или параллельная ей ось,

Y_p : ось Y, или параллельная ей ось,

Z_p : ось Z, или параллельная ей ось.

Значение X_p, Y_p, Z_p , координата конечной точки окружности в данной системе координат, задаётся в качестве абсолютных или инкрементальных данных.

Задача дальнейших данных окружности возможно двояко:

1-й случай:

По адресу R, где R радиус окружности. В этом случае управление автоматически вычисляет координаты центра окружности из координат начальной точки (это та точка, где управление в момент прочтения периода находится), из координат конечной точки (определённое по адресу X_p, Y_p, Z_p значение), а также из запрограммированного радиуса окружности R. Поскольку при данном направлении обхода между начальной и конечной точек (G02, или G03) можно нарисовать две разные окружности с радиусом R, если радиус окружности задаётся положительным числом, управление проходит по дуге меньшей 180° , если R задаётся отрицательным числом, то проходит по дуге большей 180° . Например:

1-й участок дуги: G02 X50 Y40 R40

2-й участок дуги: G02 X50 Y40 R-40

3-й участок дуги: G03 X50 Y40 R40

4-й участок дуги: G03 X50 Y40 R-40

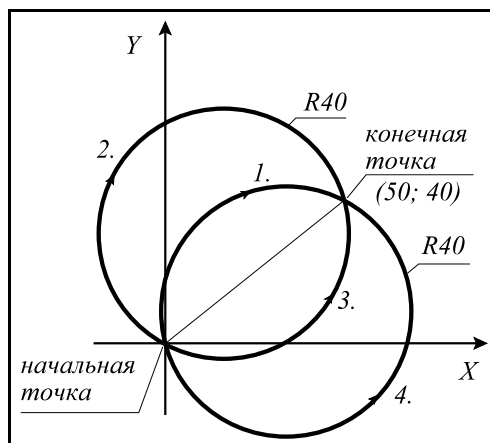


рисунок 4.3-2

2-й случай:

Центр окружности задаётся по адресу I, J, K, по осям X_p, Y_p, Z_p . Заданные по адресам I, J, K значения управление определяет всегда инкрементально, так, что вектор, определённый по значениям I, J, K показывает от начальной точки окружности к центру окружности. Например:

в случае G17: G03 X10 Y70 I-50 J-20

в случае G18: G03 X70 Z10 I-20 K-50

в случае G19: G03 Y10 Z70 J-50 K-20

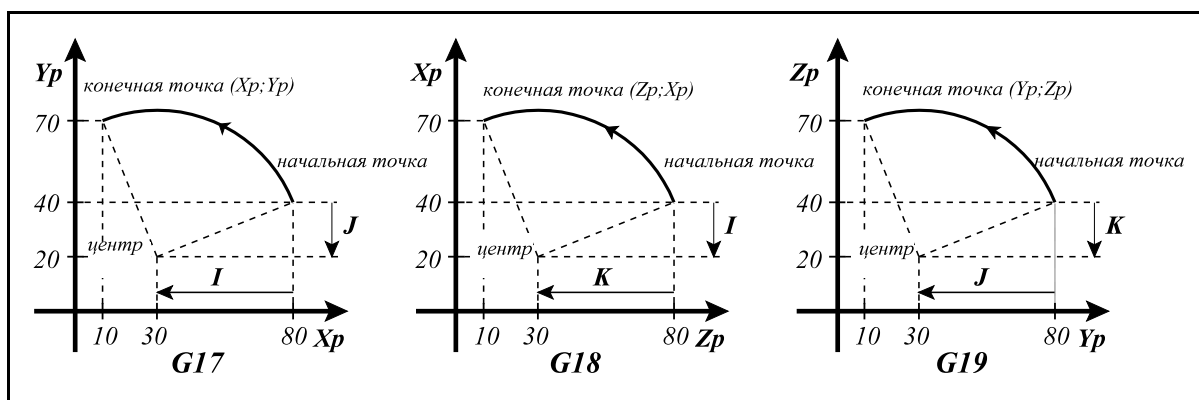


рисунок 4.3-3

По адресу F можно запрограммировать подачу по траектории, которая показывает в направлении касательной окружности и постоянная по всей траектории.

☞ *Замечания:*

– I0, J0, K0 можно отбросить. Например: G03 X0 Y100 I-100

– Если X_p , Y_p , Z_p , всё отбросили, или координата конечной точки совпадает с координатой начальной точки:

а. если запрограммировать координаты центра окружности по адресу I, J, K: управление выполняет интерполяцию полной окружности с дугой 360° . Например: G03 I-100,

б. если запрограммировать радиус R: управление даст сигнал *3012 ОШИБКА ЗАДАЧИ ОКРУЖН. R*.

– Если предложение:

а. не содержит ни радиуса (R), ни I, J, K,

б. или ссылка делается по адресам I, J, K, лежащим вне выбранной плоскости, управление даст сигнал *3014 ОШИБКА ЗАДАЧИ ОКРУЖНОСТИ*. Например: G03 X0 Y100, или (G18) G02 X0 Z100 J-100.

– Если разность между радиусом начальной и конечной точек окружности, определённой в предложении G02, G03 больше, чем установленное параметром *RADDIF* значение, управление даёт сигнал *3011 ОШИБКА РАЗНИЦЫ РАДИУСА*.

Если разность между радиусами меньше значения, заданного вышеуказанным параметром, управление перемещает инструмент по такой плоскостной спиральной траектории, у которой радиус изменяется линейно в зависимости от радиуса центрального угла.

При интерполяции дуги с переменным радиусом будет постоянной не скорость по траектории, а угловая скорость.

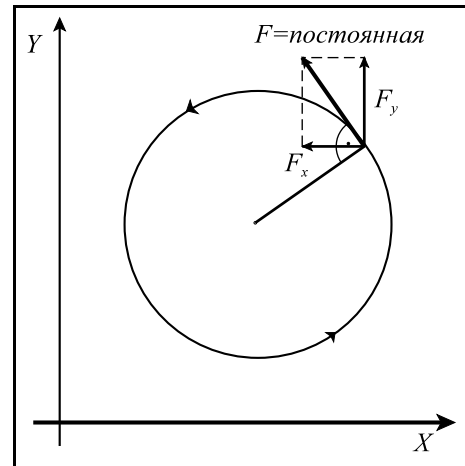


рисунок 4.3-4

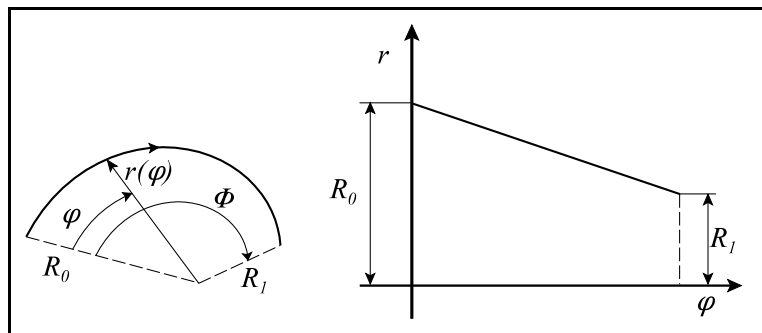


рисунок 4.3-5

Следующий фрагмент программы покажет пример, как можно задавать окружность с переменным радиусом с применением адресов I, J, K:

```
G17 G90 G0 X50 Y0
G3 X-20 I-50
```

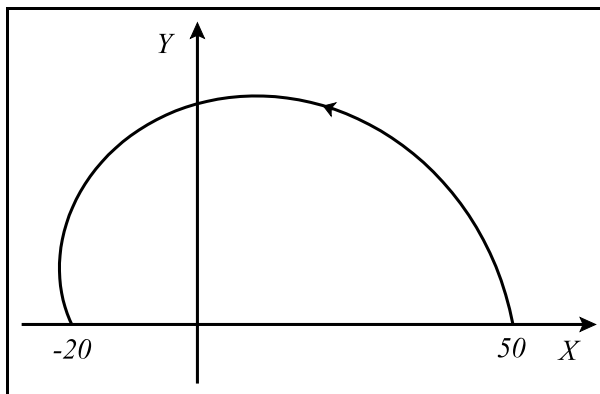


рисунок 4.3-6

Если заданный радиус окружности меньше, чем половина расстояния прямой, соединяющей начальную точку с конечной точкой, управление принимает заданный радиус окружности за радиусом окружности по начальной точке, и описывает интерполяцией такую окружность с переменным радиусом, центр которой лежит на прямой, соединяющей начальную точку с конечной точкой, на расстоянии R от начальной точки:

```
G17 G0 G90 X0 Y0
G2 X40 Y30 R10
```

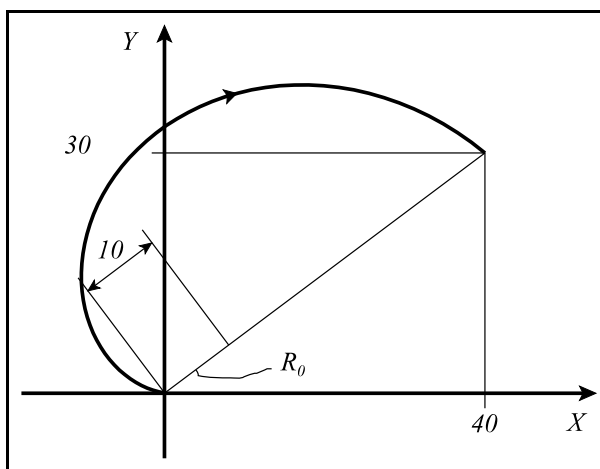


рисунок 4.3-7

4.4 Интерполяция плоскостной спирали (G02, G03)

Ряд команд

$$G17 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p Y_p q \left\{ \begin{matrix} R \\ I J \end{matrix} \right\} F$$

$$G18 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p Z_p q \left\{ \begin{matrix} R \\ I K \end{matrix} \right\} F$$

$$G19 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Y_p Z_p q \left\{ \begin{matrix} R \\ J K \end{matrix} \right\} F$$

определяет интерполяцию плоскостной спирали.

Она отличается от интерполяции окружности в том, что в её предложении записывается и третья ось "q", лежащая не в плоскости окружности. Вдоль оси q управление выполняет простое перемещение.

Подача, заданная по адресу F, выполняется в доль круговой орбиты. В доль оси q составляющая подачи F_q получается из следующей зависимости:

$$F_q = \frac{L_q}{L_{iv}} F$$

где L_q : перемещение в доль оси q,
 L_{iv} : длина дуги окружности,
 F: запрограммированная подача,
 F_q : подача в доль q.

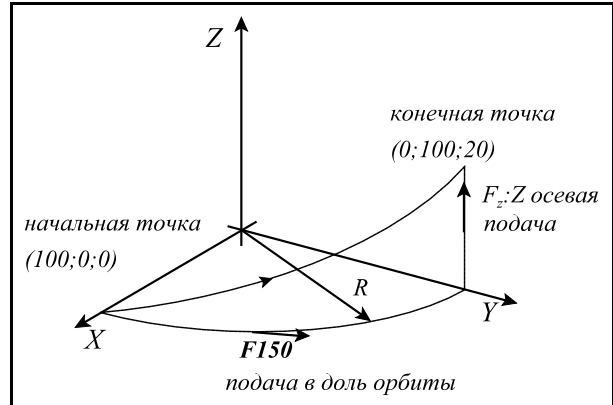


рисунок 4.4-1

Например:

G17 G03 X0 Y100 Z20 R100 F150

Ряд команд

$$G17 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p Y_p q r s \left\{ \begin{matrix} R \\ I J \end{matrix} \right\} F$$

$$G18 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_p Z_p q r s \left\{ \begin{matrix} R \\ I K \end{matrix} \right\} F$$

$$G19 \left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} Y_p Z_p q r s \left\{ \begin{matrix} R \\ J K \end{matrix} \right\} F$$

определяет такую интерполяцию многомерной пространственной спирали, где q, r, s являются опционными осями, не участвующими в интерполяции окружности.

Например ряд команд

G17 G3 X0 Y-100 Z50 V20 I-100

перемещает инструмент в доль боковой поверхности косо́го цилиндра, если ось V параллельная оси Y.

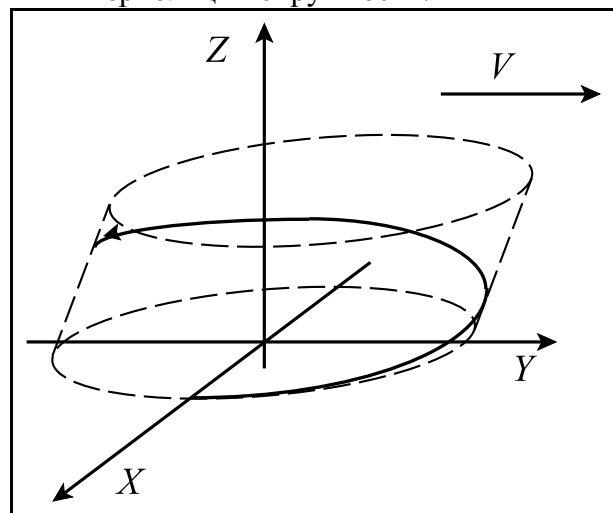


рисунок 4.4-2

☞ *Замечания:*

- В том случае, если параметр поля параметров *HELICALF* установлен на 1, управление выполняет запрограммированную подачу в вдоль пространственной траектории.
- В том случае, если радиус окружности, заданной в выбранной плоскости является переменным, интерполяция происходит в вдоль боковой поверхности заданного конуса.
- Заданная коррекция радиуса инструмента выполняется всегда в плоскости окружности.

4.5 Нарезание резьбы с равномерным подъёмом нарезки (G33)

Команда

G33 v F Q**G33 v E Q**

определяет нарезание цилиндрической, или конической резьбы с равномерным подъёмом нарезки.

Для вектора *v* можно записать координаты не менее двух осей. Если у вектора *v* указаны данные двух координат, управление нарезает коническую резьбу. Управление учитывает подъём нарезки в вдоль той оси, по которой перемещение получается длинее.

если $\alpha < 45^\circ$, то есть $Z > X$ запрограммированный подъём нарезки учитывается в вдоль оси *Z*,

если $\alpha > 45^\circ$, то есть $X > Z$ запрограммированный подъём нарезки учитывается в вдоль оси *X*.

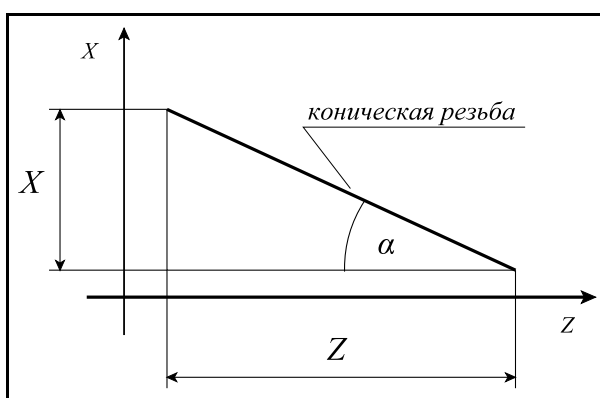


рисунок 4.5-1

Подъём нарезки можно определить двояко:

- Если подъём нарезки задаётся по адресу *F*, тогда истолкование данных мм/об, или дюйм/об. Значит, если желаем нарезать резьбу с подъёмом нарезки 2.5 мм, нужно запрограммировать *F2.5*.
- Если подъём нарезки задаётся по адресу *E* тогда управление нарезает резьбу по дюймам. По адресу *E* понимается число шагов в дюймах. Если например запрограммировать *E3*, тогда управление нарезает резьбу с подъёмом нарезки $\frac{1}{3}'' = 25.4/3 = 8.4667$ мм.

По адресу *Q* задаётся значение того угла, что отчитывая от нулевого импульса датчика шпинделя сколько градусов должен быть повернут шпиндель до начала нарезания резьбы. Многозаходную резьбу можно нарезать запрограммированием соответствующего значения *Q*, то есть здесь можно запрограммировать, что под каким углом поворота шпинделя должно управление начинаться нарезание разных заходов. Например, если желаем нарезать двухзаходную резьбу, первый заход надо запустить от *Q0* (отдельно программировать не надо), а второй заход от *Q180*.

Функция *G33* является наследственной. Если одно за другим запрограммировать несколько предложений по нарезанию резьбы, можно нарезать резьбу на поверхность, ограниченную произвольными, прямыми участками:

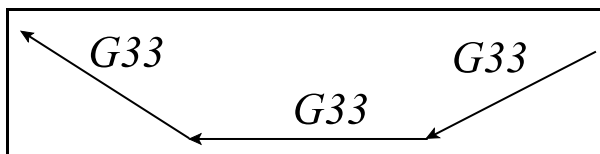


рисунок 4.5-2

Управление входит в синхрон по первому предложению нулевого импульса датчика шпинделя, и у других предложений уже не выполняет синхронизацию, следовательно подъём нарезки будет непрерывным по всем участкам. Исходя из этого, угол поворота запрограммированного шпинделя Q учитывается только в первом предложении.

Пример для программирования нарезания резьбы:

```
N50 G90 G0 X0 Y0 S100 M4
N55 Z2
N60 G33 Z-100 F2
N65 M19
N70 G0 X5
N75 Z2 M0
N80 X0 M4
N85 G4 P2
N90 G33 Z-100 F2
...
```

Объяснение:

N50, N55: инструмент установить над центром отверстия, шпиндель запустить против хода часовой стрелки,

N60: первая операция по нарезанию резьбы, подъём нарезки 2 мм,

N65: ориентированная остановка шпинделя (шпиндель останавливается в постоянной позиции),

N70: отвод инструмента в долъ оси X,

N75: возвращение инструмента назад к верхней части отверстия, запрограммированная остановка, оператор установит инструмент к следующей операции по нарезанию резьбы,

N80: возвращение к середине отверстия, повторный запуск шпинделя,

N85: ожидание, чтобы шпиндель набрал соответствующие обороты,

N90: вторая операция по нарезанию резьбы.

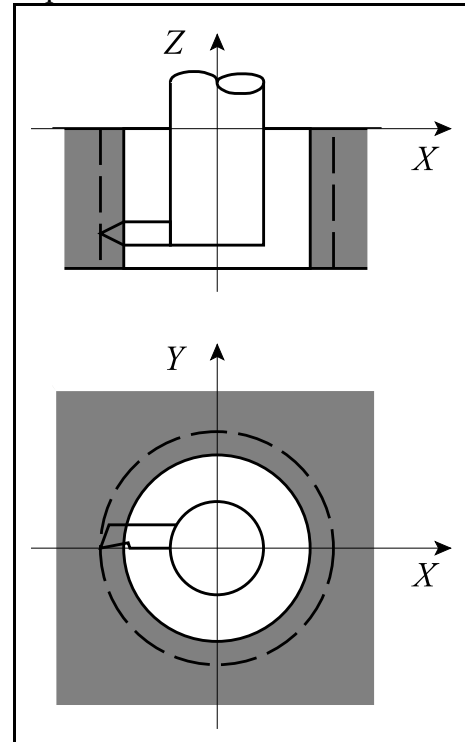


рисунок 4.5-3

☞ *Замечания:*

- Если в предложении по нарезанию резьбы одновременно заполнено больше двух координат, или заполнен адрес F и E, управление даст сигнал *3020 ОШИБКА ЗАДАЧИ G33, G34*.
- Если в предложении по нарезанию резьбы для E задавать 0, создаётся ошибка *3022 ДЕЛЕНИЕ НА 0 В G33*.
- Для выполнения команды G33 нужно оборудовать шпиндель датчиком.
- В ходе выполнения команды G33 форсированные значения подачи и шпинделя принимаются управлением за 100% и действие клавиши подача стоп осуществляется только после выполнения предложения.
- Из-за погрешности слежения системы усилителя в начале и в конце резьбы необходимо оставить расстояние вне материала для набетки и выбега инструмента, чтобы подъём нарезки был постоянным по всему участку.
- В ходе нарезания резьбы величина подачи (в единицах мм/мин) не должна превышать значение *FEEDMAXn*, устанавливаемое по осям в поле параметров.
- В ходе нарезания резьбы значение числа оборотов шпинделя не должно превышать меньшего из значений максимального числа оборотов, допустимого механически

для датчика шпинделя так же, как числа оборотов, подсчитанного по предельной частоты датчика (по максимально сдаваемой датчиком частоте).

4.6 Интерполяция полярных координат (G12.1, G13.1)

Интерполяция полярных координат - это такой способ работы управления, в котором траекторию контура заготовки, описанную в прямоугольной (Декартовой) системе координат, проходит с перемещением одной линейной и одной вращающейся осей.

Командой

G12.1 интерполяция полярных координат вкл.

включается режим полярных координат. В последующем за этим фрагменте программы траектория фрезы описывается в прямоугольной системе координат, традиционным образом, программированием линейной и круговой интарполяции, с учётом коррекции радиуса инструмента. *Команда задаётся всегда в отдельном предложении, и рядом с ней нельзя запрограммировать другую команду.*

Командой

G13.1 интерполяция полярных координат выкл.

выключается режим полярных координат. *Команда задаётся всегда в отдельном предложении, и рядом с ней нельзя запрограммировать другую команду.* После включения, или перезагрузки управлением всегда принимается состояние G13.1.

Выбор плоскости

Перед включением интерполяции полярных координат необходимо выбрать плоскость, которая задаёт желаемый применять адрес линейной и вращающейся осей.

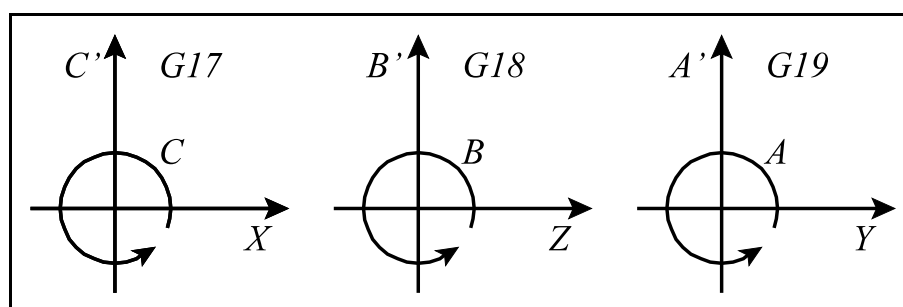


рисунок 4.6-1

Командой

G17 X_ C_

выделяется ось X линейной, а ось C вращающейся осью. На рисунке со знаком C' отмечена виртуальная ось, запрограммирование которой выполняется заданием размеров по длине.

Командами

G18 Z_ B_

G19 Y_ A_

по выше описанным образом можно с отметкой спаривать дальнейшие линейные и вращающиеся оси.

Положение нулевой точки заготовки при интерполяции полярных координат

При использовании интерполяции полярных координат нулевую точку применённой системы координат необходимо в обязательном порядке подобрать таким образом, чтобы совпала ось вращения оси окружности.

Положение осей в момент включения интерполяции полярных координат

Перед включением интерполяции полярных координат (команда G12.1) необходимо позаботиться о том, чтобы *ось окружности была* в точке *с позицией 0*. *Позиция линейной оси* может быть и отрицательной и положительной, но *не может быть 0*.

Запрограммирование данных по длине при интерполяции полярных координат

Во включенном состоянии интерполяции полярных координат программируются данные по длине по обеим осям, относящимся к выбранной плоскости: вращающаяся ось, лежащая в выбранной плоскости, будет второй (виртуальной) осью. Если например командой G17 X_ C_ выбрана ось X, C, адрес C можно запрограммировать так, как Y в случае выбора плоскости G17 X_ Y_.

На программирование виртуальной оси не влияет, что программирование первой оси выполняется ли по диаметру, *по виртуальной оси* данные координат должны задаваться всегда *по радиусу*. Если например интерполяция полярных координат выполняется в плоскости X C, значение, записанное по адресу C необходимо задавать по радиусу, независимо от того, что адрес X задаётся по диаметру, или по радиусу.

Перемещение осей, не участвующих в интерполяции полярных координат

Инструмент перемещается по этим осям так же, как в нормальном случае, независимо от включенного состояния интерполяции полярных координат.

Запрограммирование интерполяции окружности при интерполяции полярных координат

Во включенном состоянии интерполяции полярных координат задание окружности возможно изложенным выше образом, радиусом, или запрограммированием координат центра окружности. Если выбрать это последнее, адреса I, J, K необходимо использовать согласно выбранной плоскости, следующим образом:

G17 X_ C_	G18 Z_ B_	G19 Y_ A_
G12.1	G12.1	G12.1
...
G2 (G3) X_ C_ I_ J_	G2 (G3) B_ Z_ I_ K_	G2 (G3) Y_ A_ J_ K_

Применение коррекции радиуса инструмента при интерполяции полярных координат

Командой G41, G42 можно пользоваться привычным образом во включенном состоянии интерполяции полярных координат. К применению относятся следующие ограничения:

- Включение интерполяции полярных координат (команда G12.1) возможно только в состоянии G40,
- Если в состоянии G12.1 включить G41, или G42, перед выключением интерполяции полярных координат (команда G13.1) следует запрограммировать G40.

Ограничения программирования при интерполяции полярных координат

Во включенном состоянии интерполяции полярных координат нельзя пользоваться следующими командами:

- смена плоскости: G17, G18, G19,
- трансформации координат: G52, G92,
- смена системы координат заготовки: G54, ..., G59,
- индексация в станочной системе координат: G53.

Подача при интерполяции полярных координат

Истолкование подачи во включенном состоянии интерполяции полярных координат выполняется привычным образом для прямоугольной интерполяции, в качестве скорости в вдоль траектории: задаётся относительная скорость заготовки и инструмента.

При интерполяции полярных координат прохождение траектории, заданной в прямоугольной системе координат совершается движением одной линейной и одной вращающейся осей. Как центр инструмента приближается к оси вращения координат окружности, так должна бы вращающаяся ось за единицу времени всё больше и больше шагать для того, чтобы скорость в вдоль траектории постоянной была. Однако скорость оси окружности ограничивается допускаемой максимальной скоростью вращающейся оси, определённой параметром. Поэтому возле начала координат управлением постепенно уменьшается подача в вдоль траектории, для того, чтобы скорость вращающейся оси не увеличивалась сверх всех пределов.

Приложенный рисунок показывает тот случай, когда параллельно оси X запрограммированы прямые (1, 2, 3, 4). К запрограммированной подаче относится смещение Δx за единицу времени. К смещению Δx в случае различных прямых (1, 2, 3, 4) относятся другой и другой угол поворота ($\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$). Видно, что чем ближе ведётся обработка к началу координат, тем больше угла поворота должна совершать вращающаяся ось за единицу времени, чтобы выдерживать запрограммированную подачу.

Если совершаемый за единицу времени угол поворота превосходит установленное для вращающейся оси значение параметра FEEDMAX, управлением постепенно уменьшается подача в вдоль траектории.

На основании выше изложенных следует избежать написание таких программ, у которых центр инструмента проходит возле начала координат.

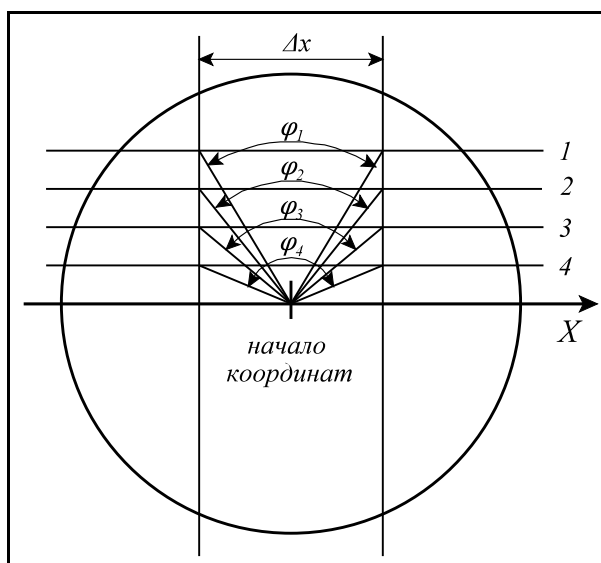


рисунок 4.6-2

Пример

В дальнейшем приводим образцовый пример для применения интерполяции полярных координат. Участвующие в интерполяции оси: X (линейная ось) и C (вращающаяся ось). Запрограммирование оси X выполняется по диаметру, оси C - по радиусу.

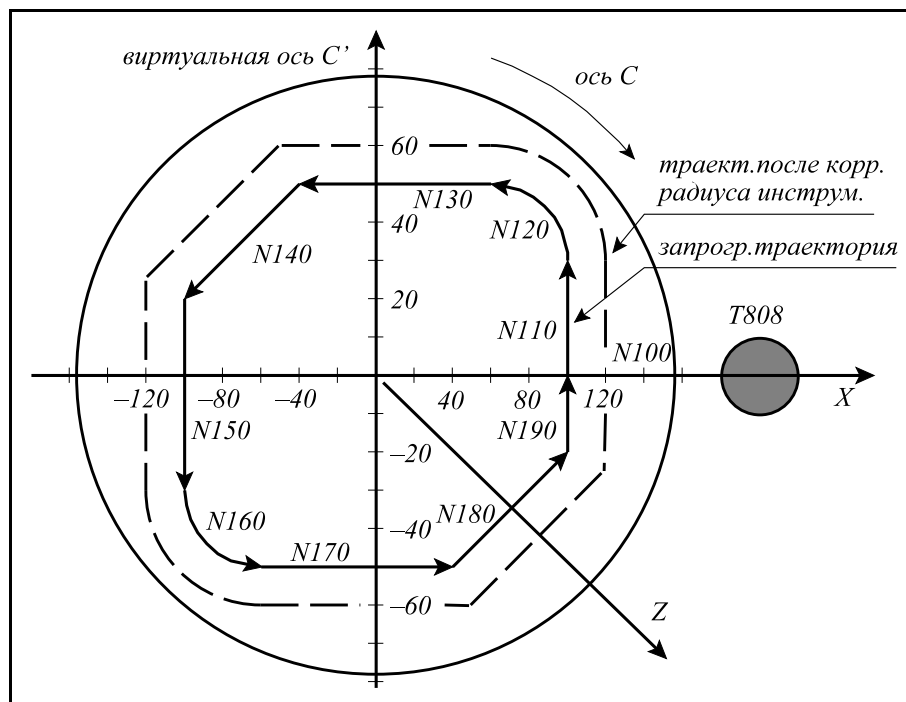


рисунок 4.6-3

%O7500 (ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТ)

...

N050 T808

N060 G59

(G59 начальная точка системы координат по оси X ось вращения C)

N070 G17 G0 X200 C0

(Выбор плоскости X, C; индексация на координаты X≠0, C=0)

N080 G94 Z-3 S1000 M3

N090 G12.1

(интерполяция полярных координат вкл.)

N100 G42 G1 X100 F1000

N110 C30

N120 G3 X60 C50 I-20 J0

N130 G1 X-40

N140 X-100 C20

N150 C-30

N160 G3 X-60 C-50 R20

N170 G1 X40

N180 X100 C-20

N190 C0

N200 G40 G0 X150

N210 G13.1

(интерполяция полярных координат выкл.)

N220 G0 G18 Z100

(отвод инструмента X, Z выбор плоскости)

...

%

4.7 Интерполяция цилиндра (G7.1)

Если на боковой поверхности цилиндра нужно профрезеровать направляющую канаву, применяется интерполяция цилиндра. При этом ось вращения цилиндра и вращающейся оси должны совпадать. В программе перемещение вращающейся оси задаётся в градусах, что пересчитывается управлением в линейное перемещение в длину боковой поверхности в зависимости радиуса цилиндра таким образом, чтобы можно было запрограммировать линейную интерполяцию и интерполяцию окружности вместе с другой, линейной осью. Получаемое после интерполяции перемещение преобразуется обратно для вращающейся оси в поворот угла.

Командой

G07.1 Qr интерполяция цилиндра вкл.

включается интерполяция цилиндра, где

Q: адрес вращающейся оси, участвующей в интерполяции цилиндра

r: радиус цилиндра.

Если например вращающейся осью, участвующей в интерполяции цилиндра является ось С, и радиус цилиндра 50 мм, тогда интерполяция цилиндра включается командой G7.1 C50.

В последующем за этим фрагменте программы заданием интерполяции прямой и окружности описывается траекторию, фрезеруемую на боковую поверхность цилиндра. Координаты по продольной оси задаются всегда в мм-ах, или в дюймах, а по вращающейся оси в °-ах.

Командой

G7.1 Q0 интерполяция цилиндра выкл.

включается интерполяция цилиндра, то есть код G тот же самый, как для включения, только на адрес вращающейся оси надо написать 0.

Интерполяцию цилиндра, включенную по примеру выше (G7.1 C50), включается командой G7.1 C0.

Команду G7.1 следует задавать в отдельном предложении.

Выбор плоскости

Код выбора плоскости определяется всегда названием той линейной оси, которой вращающаяся ось параллельна. Вращающейся осью, ось которой параллельна оси X, является A, параллельна оси Y является B, а параллельна оси Z является C:

G17 X A, или	G18 Z C, или	G19 Y B, или
G17 B Y	G18 A X	G19 C Z

Интерполяция окружности

В режиме интерполяции цилиндра возможно задание интерполяции окружности, однако только заданием радиуса R.

Интерполяция окружности заданием центра окружности (I, J, K) не возможна при интерполяции цилиндра.

Радиус окружности понимается всегда в мм-ах, или в дюймах, никогда не в градусах.

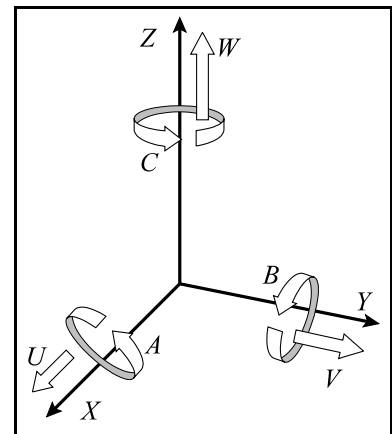


рисунок 4.7-1

4.7 Интерполяция цилиндра (G7.1)

Интерполяцию окружности например между осями Z и C можно задавать двояко:
 G18 Z_ C_ G19 C_ Z_
 G2 (G3) Z_ C_ R_ G2 (G3) C_ Z_ R_

Применение коррекции радиуса инструмента при интерполяции цилиндра

Командой G41, G42 можно пользоваться обычным образом во включенном состоянии интерполяции цилиндра. К применению относятся следующие ограничения:

- Включение интерполяции цилиндра (команда G7.1 Qr) возможно только в состоянии G40,
- Если в состоянии интерполяции цилиндра включить G41, или G42, перед выключением интерполяции цилиндра (команда G7.1 Q0) следует запрограммировать G40.

Ограничения программирования при интерполяции цилиндра

Во включенном состоянии интерполяции цилиндра нельзя пользоваться следующими командами:

- смена плоскости: G17, G18, G19,
- трансформации координат: G52, G92,
- смена системы координат заготовки: G54, ..., G59,
- индексация в станочной системе координат: G53,
- интерполяция окружности заданием центра (I, J, K) окружности,
- сверлильные циклы.

Образцовый пример

Профрезеровать на боковую поверхность цилиндра с радиусом R=28.65 мм траекторию с глубиной 3 мм, видную на приложенном рисунке. Вращающийся инструмент T606 параллельный оси X. Перемещение на боковой поверхности цилиндра, выходящее за один градус (1°):

$$28.65\text{мм} \cdot \frac{1^\circ}{180^\circ} \cdot \pi = 0.5\text{мм}$$

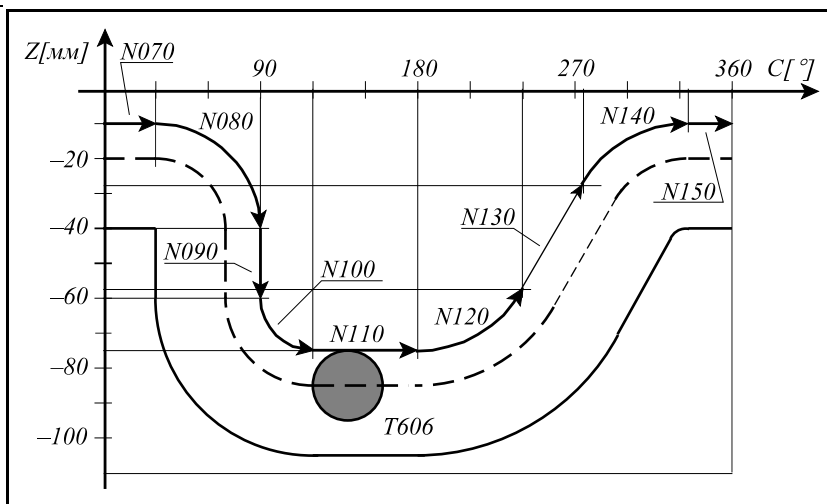


рисунок 4.7-2

Распределение осей, видное на рисунке, соответствует выбору плоскости G19.

%07602 (ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ЦИЛИНДРА)

...

N020 G0 X200 Z20 S500 M3 T606

N030 G19 Z-20 C0

N040 G1 X51.3 F100

N050 G7.1 C28.65

N060 G1 G42 Z-10 F250

N070 C30

N080 G2 Z-40 C90 R30

(G19: выбор плоскости C-Z)

(включение интерполяции цилиндра, вращающаяся ось: C, радиус цилиндра 28.65мм)

N090 G1 Z-60
N100 G3 Z-75 C120 R15
N110 G1 C180
N120 G3 Z-57.5 C240 R35
N130 G1 Z-27.5 C275
N140 G2 Z-10 C335 R35
N150 G1 C360
N160 G40 Z-20
N170 G7.1 C0
N180 G0 X100

(выключение интерполяции цилиндра)

...
%

4.8 Сглаженная интерполяция

В случае прямой интерполяции (G01) программист может выбирать из двух способов обработки:

- при таких деталях, или при тех частях деталей, где важна точная форма по программе, как например при углах, плоских поверхностях, обработка выполняется точно согласно командам, заданным в программе (управление движется всегда по прямой траектории),
- при таких деталях, или при тех частях деталей, где к кривой траектории приближаемся прямыми участками, и требуется гладкая поверхность, заданные точки соединяются управлением не прямыми участками, а кривую рисует между точками.

Команда

G5.1 Q2 сглаженная интерполяция вкл.

включает сглаженную интерполяцию. Команда заодно включает и режим предварительной обработки многократного кадра и режим высокоскоростной высокоточной обработки (VCBT) (см. главу 7 **Высокоскоростная высокоточная обработка** на странице 61). Команда запишет в 1 параметр 2535 SMOOTHEN.

Если при включении 2535 SMOOTHEN=1, управление выполняет всегда сглаженную интерполяцию.

Команда

G5.1 Q0 сглаженная интерполяция и VCBT выкл.

выключает сглаженную интерполяцию и режим высокоскоростной высокоточной обработки. Команда запишет в 0 параметр 2535 SMOOTHEN.

Команда

G5.1 Q1 сглаженная интерполяция выкл.

выключает сглаженную интерполяцию, но оставляет включенным режим высокоскоростной высокоточной обработки. Команда запишет в 0 параметр 2535 SMOOTHEN.

При обработке сложных поверхностей, например, при изготовлении инструментов, приближение к траектории выполняется программой обычно мелкими, прямыми участками. Системами проектирования устанавливается

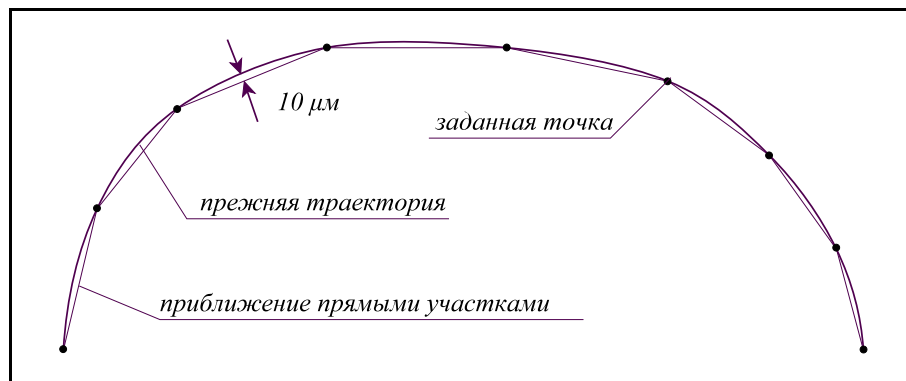


рисунок 4.8-1

длина прямых участков таким образом, чтобы отклонение между прямыми и кривыми участками не было больше заданного значения (например, не более 0,01 мм). Когда к поверхности приближаемся прямыми участками, то там, где радиус кривизны траектории маленький, заданные прямые участки будут короткими, а там, где радиус кривизны большой, прямые участки будут длинее.

При обработке таких поверхностей в режиме VCBT (высокоскоростная высокоточная), управление старается проследить запрограммированную линию траектории как можно

точнее. В следствие этого поверхность не будет гладкой, видны будут переломы между прямыми участками. Это является нормальным побочным действием обработки ВСВТ.

В случае сглаженной интерполяции суппорт проводится управлением по кривым линиям, прилегающим к точкам, заданным в кадре G1 таким образом, чтобы кривая всегда проходила через заданные точки, и этим сглаживает переломы траектории. Управление автоматически решает, что в заданном кадре типа G01 (и только типа G01), проводить инструмент в доль прямой траектории, заданном в кадре, или выполнить сглаживание. Если в данном кадре длина запрограммированного участка больше значения, установленного параметром, сглаженная интерполяция останавливается управлением и в том кадре выполняется нормальная, прямая интерполяция. Если после этого последуют снова короткие участки, снова сглаживает траекторию. Также останавливается сглаживание, если в доль траектории детектируется острый угол, во избежание острых переломов.

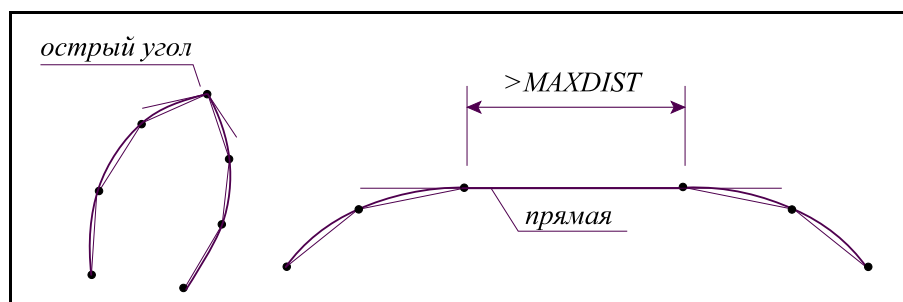


рисунок 4.8-2

Оси участвующие в сглажении:

- После включения при параметре 2535 SMOOTHEN=1 или по команде G5.1 Q2 сглаживаются все траектории описанные осями участвующими в прямолинейной интерполяции. Если например в движении участвуют оси X, Y, Z, то сглаживание происходит по пространственной траектории.
- Если требуется произвести сглаживание по определенным осям, то в кадре G5.1 Q2 адрес оси задается значением инкрементального нуля. Если например в станке есть три оси (X, Y, Z) и нужно сглаживать поверхность в плоскости X-Y, то используется команда:

G5.1 Q2 X10 Y10

В этом случае при одновременном движении всех трех осей сглаженная траектория будет отличаться от той траектории которая получается при сглаживании всех трех осей.

Сглаженная интерполяция выполняется управлением при одновременном наличии следующих случаев:

- Если включена многократная предварительная обработка кадров: позиция параметра 1227 MULBUF=1,
- Если включена высокоскоростная, высокоточная обработка: позиция параметра 1228 HSHP=1,
- Если включена сглаженная интерполяция: позиция параметра 2535 SMOOTHEN=1,
- В случае кадров, содержащих прямую интерполяцию (G01),
- Если расстояние между начальной и конечной точки кадра меньше значения, установ-

ленного параметром 2861 MAXDIST,

- Если при встрече актуального и последующего кадра изменение скорости меньше значения, установленного соответствующим параметром FDIF, то угол не является острым. (См. главу [6.5](#) Автоматическое уменьшение подачи при углах на странице [56](#), а также главу [7.2.3](#) Замедление при углах, с учётом возникшей по осям разницы скоростей на странице [66](#).)

Сглаженная интерполяция может иметь временное зависание управлением в следующих случаях:

- При исполнении кода интерполяции, отличающего от G1 (например: G0, G2, G3). При этом перемещение происходит по прямой, или кривой траектории, согласно коду,
- Если длина участка, запрограммированного в кадре G1 длинее значения, заданного параметром 2861 MAXDIST, перемещение по данному кадру выполняется прямой интерполяцией,
- Если в конечной точке какого-то кадра детектируется острый угол, угол не сглаживается,
- Если выполнение набегит на код G, или M, приводящие в зависание предварительную обработку кадра (например: G53), перемещение в кадре до кода происходит по прямой траектории.

Если параметр 2535 SMOOTHEN держим постоянно включено, в программу обработку не надо записать команду G5.1 Q2. Однако, при этом надо следить за тем, что после возвращения к нормальной обработке параметр записать в 0.

5 Данные координат

5.1 Абсолютное и инкрементное программирование (G90, G91), оператор I

Входные данные координат можно задавать как абсолютное значение и как значение с приращением. При абсолютной задаче данными необходимо задавать управлению координаты конечной точки, а при данных с приращением - совершаемое расстояние, выполняемое в предложении.

G90: Программирование абсолютной задачи данных

G91: Программирование задачи данных с приращением

Функции G90, G91 являются наследственными. При включении на основании параметра *CODES* можно решить, чтобы какое состояние принимать управлению.

Перемещение на абсолютную позицию возможно только после нанесения референтной точки.

Пример:

На основании рисунка программировать движение можно двояко:

```
G90 G01 X20 Y50
G91 G01 X-40 Y30
```

Оператор I эффективный в абсолютном состоянии задачи данных G90. Он относится только к той координате, после адреса которой стоит. Его значение: инкрементные данные.

Указанный выше пример можно решить и следующим образом:

```
(G90) G01 XI-40 YI30
G01 X20 YI30
G01 XI-40 Y50
```

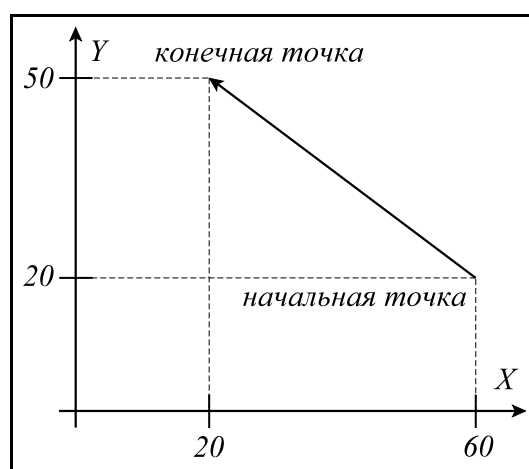


рисунок 5.1-1

5.2 Ввод данных в полярных координатах (G15, G16)

Значения координат конечной точки можно вводить и задачей данных в полярных координатах, то есть задачей угла и радиуса.

G16: Включение задачи данных в полярных координатах

G15: Выключение задачи данных в полярных координатах

По случаю R управление попадает в состояние G15. Функции G15, G16 являются наследственными.

Данных в полярных координатах действительны в плоскости, определённой посредством G17, G18, G19. При задаче данных адрес горизонтальной оси плоскости считается за радиусом, а вертикальной оси за углом. Например: в состоянии G17 написанные по адресу X (U) данные - это радиус, а написанные по адресу Y (V) данные - это угол. Осторожно: в состоянии G18 горизонтальная ось Z (данные R) и вертикальная ось X (данные угла).

При задаче данных угла, направление против хода часовой стрелки считается положительным направлением угла, направление по ходу часовой стрелки - отрицательным.

Данные остальных осей принимаются за данными Декартовых (прямоугольных) координат. И радиус и угол можно задавать так абсолютным значением, как и значением с приращением.

Когда радиус задаётся как абсолютные данные, центр актуальной системы координат становится началом отсчёта системы полярных координат:

Пример:

```
G90 G16 G01 X100 Y60 F180
```

И угол и радиус является абсолютными данными, инструмент набегает в точку по радиусу 100 мм при 60° .

```
G90 G16 G01 X100 Y140 F180
```

Угол является данными с приращением. Перемещается по отношению к предыдущему положению угла на 40° дальше.

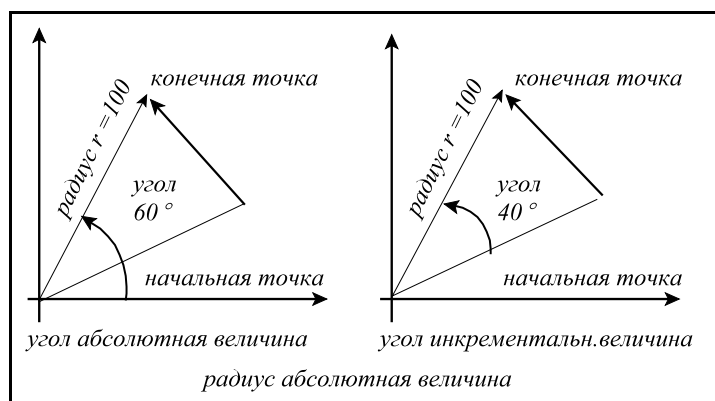


рисунок 5.2-1

Когда радиус определяется как значение с приращением, он выполняет заданный радиус в направлении заданного угла, отсчитывая от позиции осей в начале предложения:

При включённом состоянии задачи данных в полярных координатах G16 тоже можно программировать окружность. Окружность можно задавать радиусом и с помощью I, J, K. Однако в последнем случае управление считает адрес I, J, K всегда за прямоугольными данными. Если центр актуальной системы координат совпадает центром окружности, задачей данных в полярных координатах можно программировать и окружность многократным поворотом, или спираль.

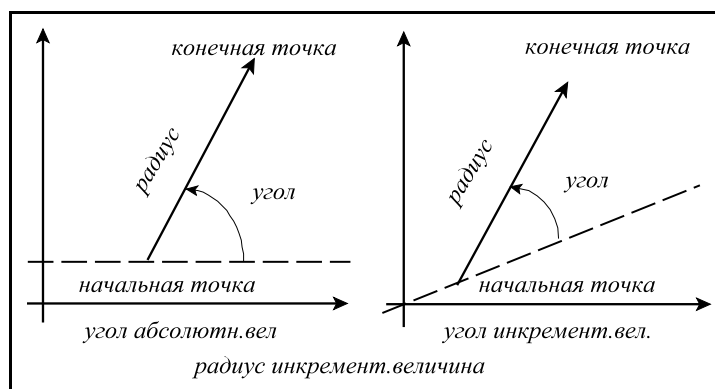


рисунок 5.2-2

Пример:

```
(G17 G16 G90) G02 X100 Y-990 Z50 R-100
```

В вышеуказанном предложении задаётся спираль с поворотом 2 целых и $\frac{3}{4}$, с направлением вращения согласно ходу часовой стрелки. При программировании окружности с многократным поворотом следите, чтобы в случае направления G2 программировали отрицательный полярный угол, а в случае направления G3 - положительный.

☞ *Замечание:*

Адреса, встречаемые в следующих командах, управление не считает полярными координатами, даже при включенном состоянии G16:

- координаты, встречаемые в установочной команде G10,
- перенос координат G52,
- установка координат G92,
- индексация, написанное в системе координат G53 станка,
- поворот системы координат G68,
- включение масштабирования G51.1 (увеличение),
- программируемое отражение G50.1.

Пример: фрезерование шестиугольника

```
N1 G90 G17 G0 X60 Y0 F120
N2 G16 G1 Y60
N3 Y120
N4 Y180
N5 Y240
N6 Y300
N7 Y360
N8 G15 G0 X100
```

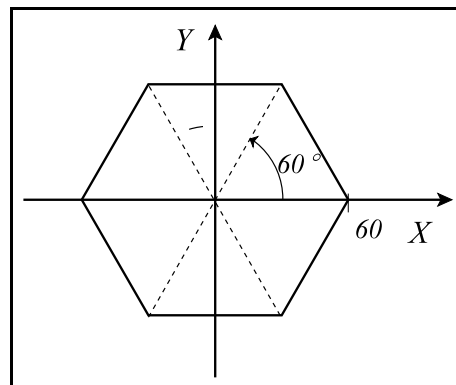


рисунок 5.2-3

5.3 Преобразование в дюймовую/метрическую систему мер (G20, G21)

Входные данные можно задавать хоть в метрической, хоть в дюймовой системе мер, программированием соответствующего кода G.

G20: Выбор дюймовой системы мер.

G21: Выбор метрической системы мер.

В начале программы можно выбирать желаемую систему мер задачей соответствующего кода. Выбранная система мер остаётся в силе до тех пор, пока не выдаётся команда с противоположным значением, значит, коды G20, G21 наследственные. Действие кодов сохраняется и после выключения, значит, после включения действует система мер, которая имела силу до выключения.

Команду G20/G21 следует программировать всегда в самостоятельное предложение в качестве самостоятельной команды, и по другим адресам не писать команду, поскольку управление не будет их выполнять.

Изменение системы мер оказывает воздействия на следующие статьи:

- Данные координат и коррекций,
- Подача,
- Постоянная скорость резания,
- Индикация позиции, коррекции и подачи.

5.4 Задача данных координат и их предельная величина

Данные координат можно задавать с помощью 8 десятичных цифр.

Десятичный знак интерпретируется в зависимости от применённой системы мер:

- X2.134 означает 2.134 мм, или 2.134 дюймов,
- B24.36 означает 24.36 градусов, если по адресу B хранятся данные угла.

Пользоваться десятичным знаком не обязательно:

- X325 означает например 325 мм.

Впередстоящие нули пропустимы:

- .032=0.032

Последующие за десятичным знаком нули пропустимы:

- 0.320=.32

Управлением определяется и число, меньше значения, установленного применённой системой приращения. Например: команду X1.23456, если является установленной системой приращения ИС-В:

- в случае метрической системы мер понимает по 1.235 мм,
- а в случае дюймовой системы мер понимает по 1.2346 дюймам.

Значит, входные данные выдаются округлённым значением.

Предельное значение координат длины показаны в следующей таблице:

система мер входа	система мер выхода	система приращений	предельное значение координат длины	размерность
мм	мм	ИС-А	$\pm 0.01-999999.99$	мм
		ИС-В	$\pm 0.001-99999.999$	
		ИС-С	$\pm 0.0001-9999.9999$	
дюйм	мм	ИС-А	$\pm 0.001-39370.078$	дюйм
		ИС-В	$\pm 0.0001-3937.0078$	
		ИС-С	$\pm 0.00001-393.70078$	
дюйм	дюйм	ИС-А	$\pm 0.001-99999.999$	дюйм
		ИС-В	$\pm 0.0001-9999.9999$	
		ИС-С	$\pm 0.00001-999.99999$	
мм	дюйм	ИС-А	$\pm 0.01-999999.99$	мм
		ИС-В	$\pm 0.001-99999.999$	
		ИС-С	$\pm 0.0001-9999.9999$	

Предельное значение координат угла:

система приращений	предельное значение координат угла	размерность
ИС-А	$\pm 0.01-999999.99$	градус
ИС-В	$\pm 0.001-99999.999$	
ИС-С	$\pm 0.0001-9999.9999$	

5.5 Обращение переворотом вращающихся осей

Этой функцией можно пользоваться в случае вращающихся осей, значит, если адрес А, В, или С выделён для обращения вращающейся осью. За обращением переворотом понимается, что позиция на данной оси учитывается не в пределах плюс минус бесконечной, а с учётом периодичности оси, например: в пределах 0° и 360° .

Выделение оси вращающейся осью

Это выделение выполняется в случае оси А с записыванием в 1 параметра 0182 A.ROTARY, в случае оси В параметра 0185 B.ROTARY, а в случае оси С параметра 0188 C.ROTARY. Если один из этих параметров 1

- для данной вращающейся оси не выполняется управлением дюймовая / метрическая конверсия,
- на данной вращающейся оси разрешается обращение переворотом с записыванием в 1 соответствующего параметра ROLLOVEN.

Разрешение функции переворота

Функция приводится в действие для оси А с записыванием в 1 параметра 0241 ROLLOVEN_A, для оси В параметра 0242 ROLLOVEN_B, а для оси С параметра 0243 ROLLOVEN_C, при условии, что соответствующая ось выделена вращающейся осью. Если соответствующий параметр ROLLOVEN_x

- =0: вращающейся осью обращается как линейными осями, и заполнение дальнейших параметров действие не даёт,
- =1: обращение переворотом применяется для вращающейся оси, суть которого определяется изложенными ниже.

Задание хода за один оборот

Параметром 0261 ROLLAMNT_A задаётся ход оси за один оборот в входном инкременте для оси А, параметром 0262 ROLLAMNT_B для оси В, далее параметром 0263 ROLLAMNT_C для оси С. Значит, если управление работает в системе приращений В, и за один оборот оси совершает поворот 360°, записываемое для соответствующего параметра ROLLAMNT значение: 360000.

Приведенными выше установками параметров позиция вращающейся оси высвечивается управлением всегда в диапазоне между 0° - +359.999°, независимо от направления вращения, и от количества совершённых вращающейся осью оборотов.

Движение вращающейся оси при абсолютного программирования

Если для вращающейся оси разрешено обращение переворотом (ROLLOVEN_x=1), в случае абсолютного задания данных осью никогда не совершается перемещение, больше установленного соответствующим параметром ROLLAMNT_x. То есть, если например: ROLLAMNT_C=360000 (360°), наибольшее перемещение 359.999°.

На основании параметра 0244 ABSHORT_A, 0245 ABSHORT_B и 0246 ABSHORT_C устанавливается, чтобы направление движения совершилось всегда согласно знаку позиции, заданной по адресу оси, или по кратчайшей пути. Если соответствующий параметр ABSHORT_x

- =0: движение совершается всегда по направлению знака запрограммированной позиции, если
- =1: движение совершается всегда по кратчайшему направлению.

0188 C.ROTARY=1, 0243 ROLLOVEN_C=1 0263 ROLLAMNT_C= =360000	Предложение, запрограммированное заданием абсолютных координат	Перемещение, совершённое под действием предложения	Позиция в конце предложения
0246 ABSHORT_C=0 перемещается всегда по направлению, согласно знаку, запрограммированному по адресу С			C=0
	G90 C450	90	C=90
	G90 C0 (0 - это положительное число!)	270	C=0
	G90 C-90	-90	C=270
	G90 C-360	-270	C=0
0246 ABSHORT_C=1 движется всегда по кратчайшей пути			C=0
	G90 C450	90	C=90
	G90 C0	-90	C=0
	G90 C-90	-90	C=270
	G90 C-360	90	C=0

Движение вращающейся оси при инкрементном программировании

В случае программирования задания инкрементных данных, перемещение совершается всегда по направлению, согласно запрограммированному знаку.

Устанавливается параметром 0247 RELROUND_A для оси А, параметром 0248 RELROUND_B для оси В, параметром 0249 RELROUND_C для оси С, чтобы применить или не применить для величины перемещения соответствующий параметр ROLLAMNT_x. Если соответствующий параметр RELROUND_x:

- =0: не применяется параметр ROLLAMNT_x, значит перемещение может быть больше, чем 360°,
- =1: применяется параметр ROLLAMNT_x. Если например: ROLLAMNT_C=360000 (360°), наибольшее перемещение может быть 359.999° по оси С.

0188 C.ROTARY=1, 0243 ROLLOVEN_C=1 0263 ROLLAMNT_C= =360000	Предложение, запрограммированное заданием инкрементных координат	Перемещение, совершённое под действием предложения	Позиция в конце предложения
0249 RELROUND_C=0 не применяется параметр ROLLAMNT_C			C=0
	G91 C450	450	C=90
	G91 C0	0	C=90
	G91 C-90	-90	C=0
	G91 C-360	-360	C=0
0249 RELROUND_C=1 применяется параметр ROLLAMNT_C			C=0
	G91 C450	90	C=90
	G91 C0	0	C=90
	G91 C-90	-90	C=0
	G91 C-360	0	C=0

6 Подача

6.1 Подача ускоренного хода

Индексация производится ускоренным ходом под воздействием команды G00.

Значение ускоренного хода устанавливается строителем станка в поле параметров по осям.

Величина ускоренного хода может отличаться по осям.

Если одновременно несколько осей выполняет движение ускоренного хода, величина результирующей подачи вычисляется управлением таким образом, чтобы проекция по осям составляющих скорости ни по одной оси не превосходила допустимого значения ускоренного хода, заданного в параметре, и индексация происходила за минимальное время.

Подачу ускоренного хода можно изменить процентным включателем ускоренного хода, имеющим следующие положения:

F0: значение, написанное для параметра 1204 RAPOVER истолкованное в %-ах, или 25%, 50%, 100%.

Выше 100% значение ускоренного хода не поднимается.

Подачу ускоренного хода всегда остановит положение 0% процентного включателя подачи ускоренного хода.

Не имея действующую референтную точку, в поле параметров по осям имеют силу уменьшенные значения ускоренного хода, определённые строителем станка до тех пор, пока не приняли референтную точку.

Управление может принять вышеуказанные % значения ускоренного хода и от процентного включателя подачи.

При перемещении суппорта, выполненном клавишами для перемещения осей, скорость ускоренного хода имеет различные по осям, отличающиеся от ускоренного хода индексации, установленные также в поле параметров значения. Из этого логически следует, что скорость индексации имеет меньшее значение для того, чтобы учесть и время реакции человека для остановки.

6.2 Рабочая подача

Подача запрограммируется по адресу F.

Запрограммированная подача реализуется в линейных предложениях (G01) и в предложениях интерполяции окружности (G02, G03).

Подача осуществляется тангенциально в доль запрограммированной траектории.

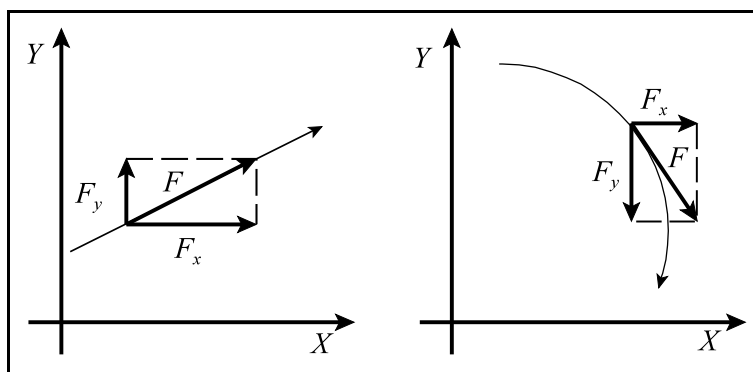


рисунок 6.2-1

F: величина подачи по касательной (запрограммированное значение)

F_x : составляющая подачи по оси X

F_y : составляющая подачи по оси Y

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

Запрограммированную подачу можно изменить процентным включателем подачи в диапазоне 0-120%, кроме состояния процентный включатель и стоп запрет G63.

Значение подачи F наследственное. После включения действует значение подачи, установленное параметром *FEED* поля параметров.

6.2.1 Подача в минуту (G94) и за оборот (G95)

Единицу измерения подачиможно задавать в программе кодами G94 и G95:

G94: подача в минуту

G95: подача за оборот

Под минутной подачей понимается подача, заданная в единицах измерения мм/мин, дюйм/мин, или градус/мин.

Под подачей за оборот понимается подача за один оборот шпинделя в единицах измерения мм/оборот, дюйм/оборот, или градус/оборот. Подачу за оборот можно запрограммировать только в том случае, если шпиндель оборудован датчиком.

Они являются наследственными значениями. После включения выбирается на основании группы параметров *CODES* поля параметров состояние G94, или G95. Состояние G94/G95 не влияет на подачу ускоренного хода, ведь та понимается всегда в минутных единицах измерения.

Приведенные ниже таблицы показывают абсолютные максимальные значения для различных случаев, запрограммируемые по адресу F.

Входная система измерения	Выходная система измерения	система приращения	предел значения адреса F	размерность
мм	мм	ИС-А	0.001 - 250000	мм или градус/мин
		ИС-В	0.0001 - 25000	
		ИС-С	0.00001 - 2500	
		ИС-А	0.0001 - 5000	мм или градус/оборот
		ИС-В	0.00001 - 500	
		ИС-С	0.000001 - 50	
дюйм	мм	ИС-А	0.0001 - 9842.5197	дюйм или градус/мин
		ИС-В	0.00001 - 984.25197	
		ИС-С	0.000001 - 98.25197	
		ИС-А	0.00001 - 196.85039	дюйм или градус/оборот
		ИС-В	0.000001 - 19.685039	
		ИС-С	0.0000001 - 1.9685039	
дюйм	дюйм	ИС-А	0.0001 - 25000	дюйм или градус/мин
		ИС-В	0.00001 - 2500	
		ИС-С	0.000001 - 250	
		ИС-А	0.00001 - 500	дюйм или градус/оборот
		ИС-В	0.000001 - 50	
		ИС-С	0.0000001 - 5	
мм	дюйм	ИС-А	0.001 - 250000	мм или градус/мин
		ИС-В	0.0001-25000	
		ИС-С	0.00001-2500	
		ИС-А	0.0001 - 5000	мм или градус/оборот
		ИС-В	0.00001-500	
		ИС-С	0.000001-50	

6.2.2 Ограничение величины рабочей подачи

Максимальную подачу, запрограммируемую на данном станке строитель станка может ограничивать по осям в поле параметров. Установленное здесь значение понимается всегда в размерности в минуту. Это значение заодно является и скоростью движения подачи при включённом состоянии выключателя СУХОЙ БЕГ. Если запрограммировать подачу больше этого значения, в ходе исполнения программы управление может ограничивать скорость на основании параметра.

В ходе ручной подачи максимальное значение подачи можно отдельно ограничивать в по-

ле параметров, чтобы учесть время реакции человека при остановке.

6.3 Ускорение/замедление. Учёт подачи F

Ускорение при запуске движения, замедление при остановке необходимы для того, чтобы возникающее при этом действие сил, оказывающих механическую нагрузку на станок, уменьшить до минимума, или же поддержали на приемлимом уровне.

При нормальных условиях управление ускоряет, или замедляет в следующих случаях:

- при ручных передвижениях,
- в ходе индексации быстрого хода (G0) в начале предложения движение запускается всегда со скоростью 0, и в конце индексации замедляет до скорости 0,
- в случае движений подачи (G1, G2, G3) в состоянии G9, или G61 в начале предложения движение запускается всегда со скоростью 0, и в конце движения всегда замедляет до скорости 0,
- в случае движений подачи (G1, G2, G3) и нескольких предложений подачи, последующих друг за другом, в начале ряда предложений ускоряет, в конце замедляет,
- в вышеуказанном случае ускоряет и между предложениями подачи, или же замедляет, если детектирует уголок,
- в вышеуказанном случае и тогда ускоряет, или же замедляет, если подачу (F) изменить в каком-то из предложений, или в данном предложении действует какая-то функция, ограничивающая подачу,
- замедляет, если подачу остановить кнопкой СТОП, или ускоряет, если подачу запустить кнопкой ПУСК,
- останавливается с замедлением, если после движения следует выполнение функции и в конце предложения, если действует включатель *ПО ПРЕДЛОЖЕНИЯМ*.

Управлением ускоряется всегда общее (векторное) значение подачи, не составляющие подачи, отражаемые на ось. Можно установить ускорение два вида:

- линейное и
- колоколообразное.

В случае линейного ускорения при ускорении, или при замедлении значение ускорения остаётся постоянным, подача увеличивается управлением при запуске по линейной функции, а также уменьшается при остановке. Можно установить различные значения ускорения по осям параметром $ACCn$ в размерности мм/сек², согласно желанию. Если в движении участвуют несколько осей, ускорение, или замедление исполняется всегда согласно параметру оси, где установлена наименьшее ускорение.

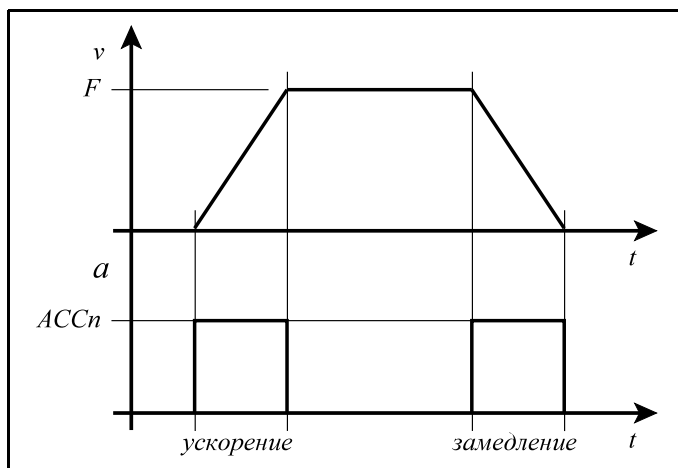


рисунок 6.3-1

В случае ускорения по колоколообразной кривой при ускорении, или замедлении меняется и значение ускорения, линейно растёт до достижения установленного значения ускорения (параметр $ACCn$) или линейно уменьшается до достижения целевой скорости. В следствие этого форма набегания и сбегания подачи по времени получится колоколообразной кривой (кривой второго порядка), поэтому называется ускорением колоколообразной формы. Время T , за которое достигается управлением установленное значение ускорения, можно установить по осям по разному параметром $ACCTCn$ в размерности мсек, по желанию. Если в движении участвуют несколько осей, ускорение, или замедление выполняется всегда согласно параметру оси, где установлена наибольшее постоянное времени.

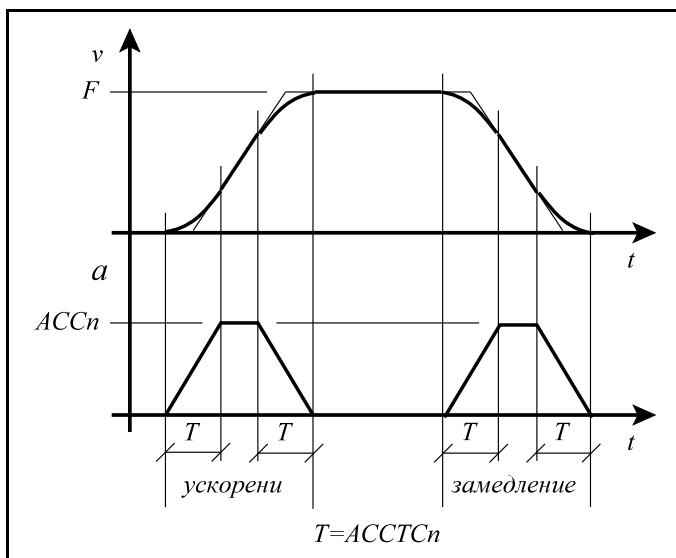


рисунок 6.3-2

Значение ускорений и постоянных времени устанавливаются всегда строителем станка по осям, в зависимости от динамической несущей способности станка.

Ускорение до нового значения подачи, большего предыдущего запускается управлением всегда при исполнении того предложения, в котором задана новая подача. Этот процесс при необходимости может протянуться через несколько предложений. Замедление до нового значения подачи, меньшего предыдущего запускается управлением в таком подходящем предшествующем предложении, что в том предложении, где задана новая подача, обработку можно было начинать уже со скоростью, запрограммированной в том предложении.

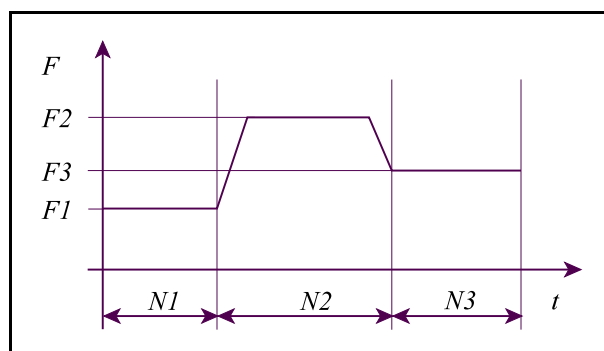


рисунок 6.3-3

Управление заранее наблюдает за изменениями тангенциальной скорости, и регистрирует их. Это необходимо для того, чтобы желаемая целевая скорость достигалась с непрерывным ускорением, протянувшимся хоть через исполнение нескольких предложений. Эта функция действует только в режиме многократной предварительной обработке (MULTIBUFFER) предложений (значение параметра *MULBUF* равно 1).

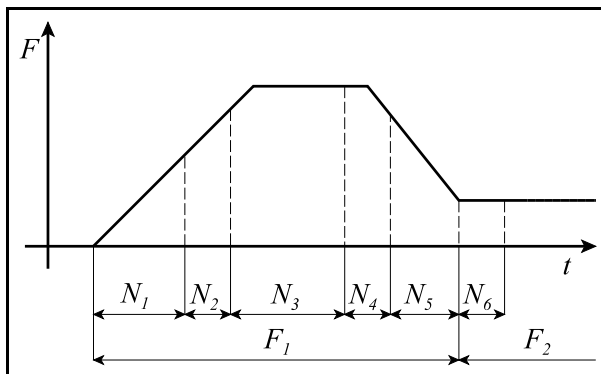


рисунок 6.3-4

6.4 Функции управления подачи

Функции управления подачей необходимы при обработке углов, а также в том случае, когда технология потребует, чтобы включатели форсировки и стопа были недействительными.

При обработке углов, если использовать непрерывный режим резания, суппорты из-за своей инертности не способны следовать за назначенными управлением командами по ходу. В таком случае инструмент в большей или меньшей мере закругляет угол, в зависимости от подачи.

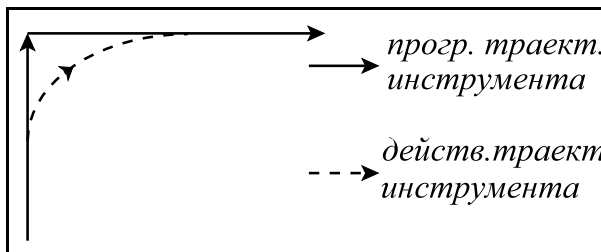


рисунок 6.4-1

Если у заготовки требуется острый угол, тогда надо сообщить управлению, чтобы замедлило в конце движения, дождалось до останковки осей, и только после этого запустило следующее движение.

6.4.1 G09: точная останковка

Эта функция является ненаследственной, она имеет силу только в том предложении, в котором её запрограммировали.

В конце того предложения, где она задавалась, после выполнения интерполяции управление замедляет, остановится и дожждётся сигнала: система измерения в позиции. Если сигнал не поступает за 5 секунд, управлением выдаётся сигнал *1020 ОШИБКА ПОЗИЦИИ*.

Эта функция служит для точного обхода острых углов.

6.4.2 G61: режим точной останковки

Эта функция является наследственной. Она удаляется командой G62, G63, G64.

Управление замедляет и остановится после выполнения каждой интерполяции, дожждётся сигнала: система измерения в позиции, и только после этого запускает следующий цикл интерполяции. Если сигнал "в позиции" не поступает за 5 секунд, управлением выдаётся сигнал *1020 ОШИБКА ПОЗИЦИИ*.

6.4.3 G64: режим непрерывного резания

Эта функция является наследственной. После включения управление займёт это состояние. Это состояние прекращается следующими кодами: G61, G62, G63.

В этом режиме после выполнения интерполяции движение не останавливается, не замедляют суппорта, а сразу начнётся интерполяция следующего предложения.

В этом режиме нельзя обработать острые углы, так как они будут закруглены у переходах из-за инертности суппортов.

6.4.4 G63: режим процентного выключателя и стоп запрета

Эта функция является наследственной. Это состояние прекращается кодами G61, G62, G64. В этом режиме процентный выключатель подачи и шпинделя, а также выключатель: подача стоп, недействительны. Процентное значение берётся за 100%, независимо от их установки. После выполнения интерполяции не замедляется, а сразу же запускается следующий цикл интерполяции.

Этот режим применяется при различных обработках резьбы.

6.4.5 Автоматическое уменьшение подачи при внутренних углах. (G62)

Эта функция является наследственной. Это состояние прекращается кодами G61, G63, G64. При обработке внутренних углов увеличивается усилие, действующее на инструмент на участках перед углом и после угла. Для избежания вибрации инструмента, и сохранения соответствующей поверхности, управление при включенном состоянии G62 автоматически уменьшает подачу на участках перед внутренним углом и после угла. Уменьшение подачи действительно при следующих условиях:

- 1. при включенном состоянии коррекции плоскостного радиуса инструмента
- 2. между предложениями G0, G1, G2, G3,
- 3. при движениях, выполненных по выбранной плоскости,
- 4. если инструмент обходит угол изнутри,
- 5. если угол меньше определённого в поле параметров угла,
- 6. до и после угла на расстояние, определённое в поле параметров.

Функция уменьшения подачи действует при всех четырёх возможных переходах: прямая-прямая, прямая – окружность, окружность – прямая, окружность – окружность.

Значение внутреннего угла Θ устанавливается параметром *CORNANGL* в диапазоне углов 1–180°.

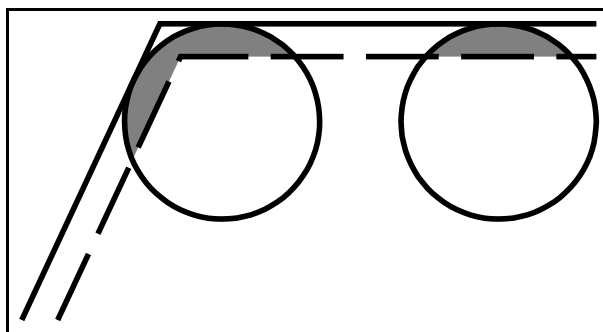


рисунок 6.4.5-1

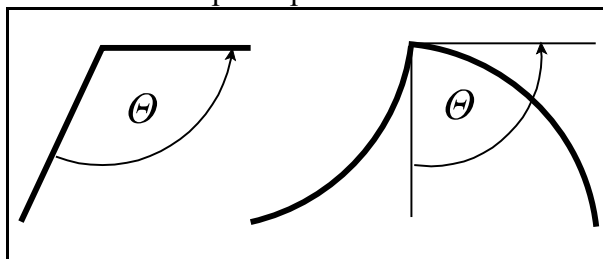


рисунок 6.4.5-2

Замедление начинается до угла на расстояние L_1 , а ускорение после угла на расстояние L_g . В случае дуги управление учитывает расстояние L_1 и L_g в вдоль дуги. Расстояние L_1 задаётся параметром *DECDIST*, а расстояние L_g параметром *ACCDIST*.

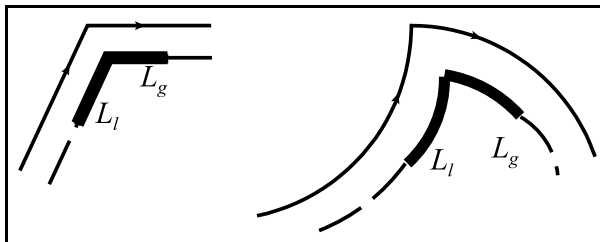


рисунок 6.4.5-3

Значение процентов, до которого желаем подачу уменьшить, по процентам устанавливается параметром *CORNOVER*. Форсировка задействуется до угла на расстояние L_1 , и действует до расстояния L_g . Управление вместе принимает во внимание значение подачи в %-ах и угла в %-ах:

$$F * \text{подача \%} * \text{угол \%}$$

Если желаем программировать состояние точной остановки G62, в данном предложении должны писать G09.

6.4.6 Автоматическое уменьшение подачи при внутренних дугах.

При включенном состоянии коррекции плоскостного радиуса инструмента (G41, G42), при обработке внутренних дугах управление автоматически уменьшает значение подачи, чтобы запрограммированная подача была действительна по радиусу резания. Величина подачи в центре инструмента:

$$F_c = \frac{R_c}{R} F$$

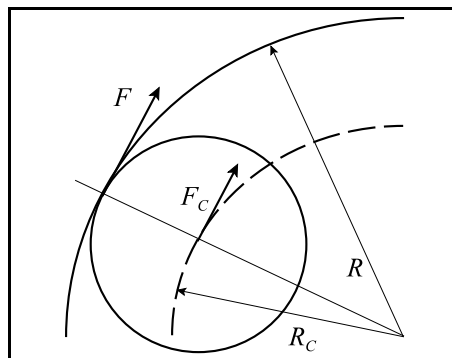


рисунок 6.4.6-1

где F_c : подача центра инструмента (подача с коррекцией)

R : запрограммированный радиус

R_c : радиус с коррекцией

F : запрограммированная подача.

Устанавливается нижний предел автоматическому уменьшению подачи параметром *CIRCOVER*, где в процентах задаётся минимум уменьшения подачи. Форсировка из-за дуги умножается значениями форсировки подачи и угла, и так выдаются.

6.5 Автоматическое уменьшение подачи при углах

Индексация быстрого хода G0 в конечной точке предложения замедляет всегда до скорости 0 и выполнение следующего предложения движения запускается с ускорением от 0-я. Между предложениями подачи (G1, G2, G3) в конечной точке предложения замедляется управлением только в случае соответствующего показания параметров, сильного изменения значения подачи и направления траектории, "угла". Если в траектории нет перелома, то есть сильного изменения направления, замедлять не нужно, далее лишно и вредно.

Детектация изменений подачи (углов), и за одно замедление подачи требуется по двум причинам:

- Изменения по осям подачи, вызванные резким изменением направления траектории,

могут быть настолько большими, что приводы без замедления не могут без колебаний следовать по ним, и это приводит к уменьшению точности, далее механически сильно перегружает инструментальный станок.

- Резкое изменение направления траектории означает угол и если угол желаем “заострить” при точении, также нужно замедлить. Чем сильнее замедлить подачу, тем острее получится угол.

Если в двух, последующих друг за другом предложениях N1, N2 не замедлить при угле, тогда по данным осям возникают разницы подач (ΔF_x , ΔF_y) показанных на рисунке, что приводит к тому, что угол в действительности закругляется инструментом.

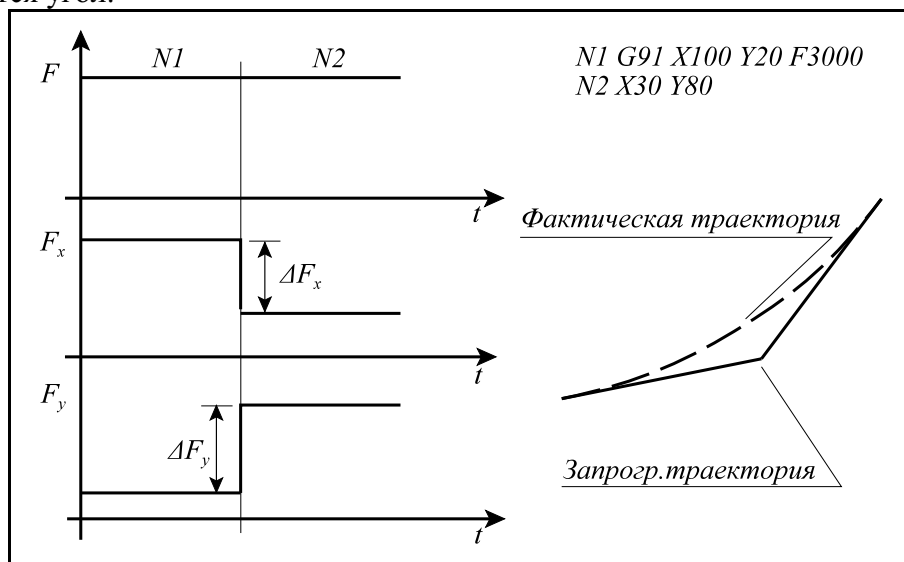


рисунок 6.5-1

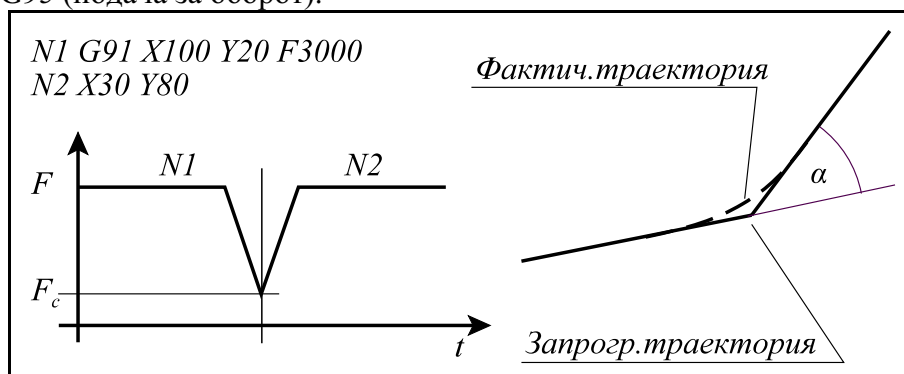
Для того, чтобы функция замедления при угле работала, параметр 2501 CDEN нужно записать в 1.

Детектация углов может выполняться управлением двояким образом: с учётом изменения угла направления траектории, или изменения составляющих подачи по осям. На основании параметра можно выбрать, что по какому способу работать.

Замедление при углах с учётом изменения угла направления траектории.

При состоянии параметра 2501 CDEN=1 и 2502 FEEDDIF=0, замедление происходит с учётом изменения угла направления траектории. Эта установка работает и в состоянии G94 (подача в минуту), и G95 (подача за оборот).

Если при встрече предложений N1, N2, указанных на приложенном рисунке, угол α превышает допустимое значение, подача замедляется управлением до значения F_c .



Параметром 2511 **C R I T I C A N**

устанавливается значение критического угла в градусах. Значением параметра 2512 FEED-CORN задаётся, что превышая критического угла до какой подачи должно замедлить

управление: $F_c = FEEDCORN$.

Замедление при углах с учётом изменения составляющих подачи по осям.

Если 2501 CDEN=1 и 2502 FEEDDIF=1, замедление происходит с учётом изменения составляющих подачи. Эта установка работает только в состоянии G94 (подача в минуту).

☞ *Внимание: Поскольку на фрезерных станках запрограммируется в большинстве случаев подача в минуту, поэтому здесь нужно пользоваться этой установкой.*

Если при встрече предложений N1, N2, согласно приложенному рисунку замедлить подачу так, чтобы мера изменения подачи ни на одной оси не превышала допустимую параметром для данной оси критическую разницу подачи ($\Delta F_{x \max}$, $\Delta F_{y \max}$), тогда в зависимости от критической подачи угол заострится инструментом.

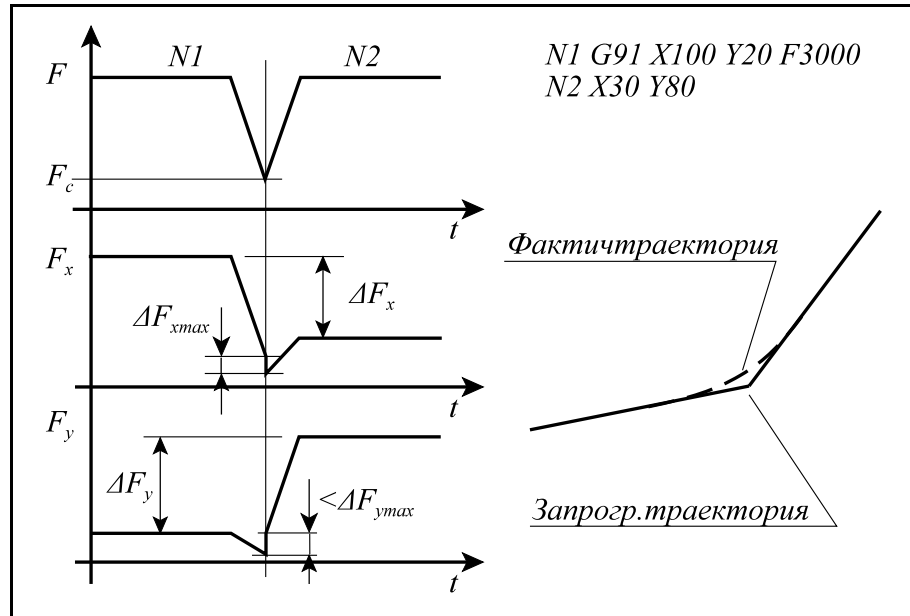


рисунок 6.5-3

Подача в угловой

точке получим так, что критические значения подачи по осям разделим на значения изменений полученных подач и минимальное значение умножим на запрограммированную подачу. Замедление при угле происходит на полученную таким образом подачу F_c :

$$F_c = \min \left\{ \frac{\Delta F_{x \max}}{\Delta F_x}, \frac{\Delta F_{y \max}}{\Delta F_y}, \dots \right\} \times F$$

где:

$\Delta F_{x \max}$, $\Delta F_{y \max}$, ...: соответствующий параметр 252n CRITFDIFn, установленный для осей X, Y, ...

ΔF_x , ΔF_y , ...: разница подачи, возникающая на осях X, Y,

Мера уменьшенной таким образом подачи зависит от геометрического расположения угла. Рассмотрим следующий пример:

Если обходить угол 90° по направлениям, параллельно осям, и значение критической подачи на обеих осях 500 мм/мин, тогда при угле подачи следует замедлить до этой скорости. Однако, если стороны прямоугольного угла примыкают к осям под 45° , тогда следует замедлить до скорости 354 мм/мин.

При положении параметров 2503 $GEO=0$ управление поступает выше описанным образом.

Таким образом подача будет всегда по возможности самая высокая.

При положении параметров 2503 $GEO=1$, управление исходит из самого худшего случая (угол под 45°), и независимо от геометрического расположения сторон угла работает подачей, действующей согласно случаю 45° . Это может привести к уменьшению подачи макс. 30%.

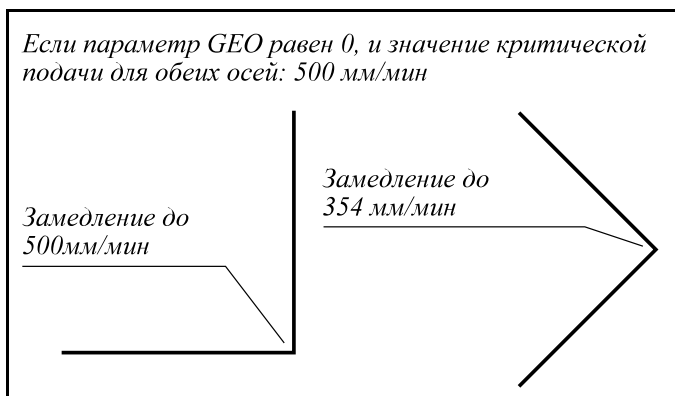


рисунок 6.5-4

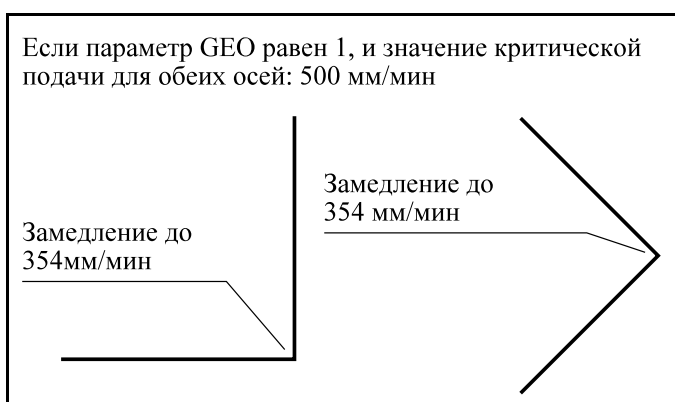


рисунок 6.5-5

☞ **Внимание:**

Автоматическое замедление подачи при углах не следует перепутать с функцией точной остановки ($G9$, $G61$). В последнем случае управление всегда, в конечной точке каждого предложения замедляет до скорости 0 и дожждётся сигнала "в позиции".

Также не следует перепутать с автоматическим уменьшением подачи при внутренних углах ($G62$), которое действует только в состоянии $G41$, $G42$. При этом уменьшает значение подачи уже перед углами на расстояние, заданное параметром.

6.6 Ограничение ускорений, возникающих при обработке дуг по траектории в нормальном направлении

В ходе обработки постоянное значение подачи поддерживается управлением в доль касательной траектории (в тангенциальном направлении). В результате этого в тангенциальном направлении не возникают составляющие ускорения. Не так в нормальном (в перпендикулярном к траектории, или к скорости) направлении. Составляющие на оси ускорения в нормальном направлении на отдельных осях могут превышать допустимое для данной оси значение. Для избежания этого, в доль траектории необходимо ограничивать скорость по мере кривизны траектории.

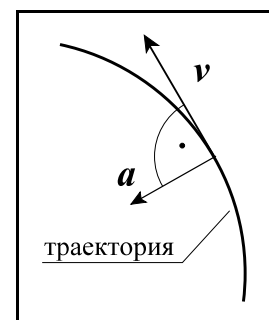


рисунок 6.6-1

В ходе обработки дуги величина подачи F ограничивается на основании зависимости

$$F = \sqrt{a \cdot r}$$

где:

a : меньшее из значений ускорений, заданных для осей, участвующих в интерполяции окружности (параметры 470n ACCn),

r : радиус окружности

интерполяция окружности начинается уже со скоростью, рассчитанной таким образом.

Скорость не будет уменьшена меньше заданной параметром 2513 CIRC FMIN подачи, независимо от вышеприведенной зависимости.

☞ **Внимание:**

Эту функцию не следует перепутать с автоматическим уменьшением подачи при внутренней обработке дуги в состоянии G41, G42.

7 Высокоскоростная, высокоточная обработка

Высокоскоростная, высокоточная обработка применяется в первую очередь тогда, если траектория построена из последующих друг за другом коротких прямых участков, или дуг, как например это принято в производстве инструментов.

Под действием этой функции инструмент идёт в доль запрограммированного контура с возможно наименьшей погрешностью и возможно наибольшей скоростью.

7.1 Режим многократной предварительной обработки предложений (G5.1)

При высокоскоростной, высокоточной обработке необходимо включить режим многократной предварительной обработки предложений, режим мультибуфера:

G05.1 (P0) многократная предварительная обработка предложений вкл.

Пользоваться командой P0 не обязательно.

Выключение функции происходит рядом команд:

G05.1 P1 многократная предварительная обработка предложений выкл..

Если значение параметра *I227 MULBUF* равно 1, после включения управление переходит в режим многократной предварительной обработки предложений.

- Если значение параметра MULBUF равно 0 (нет многократной предобработки кадров), в состоянии *G40* в интерполяторе имеется один кадр под выполнением и в буфере ожидает один кадр. В состоянии *G41*, *G42* ещё столько кадров зачитается обработчиком кадров, чтобы сумел произвести расчёт точку пересечения между кадров в буфере и последующим за ним (это может быть не более двух кадров, так как разрешается один кадр по функции между двумя кадрами, содержащими перемещение по плоскости, или же один кадр, выполняющий перемещение вне плоскости), но больше этого не работает вперёд. При традиционных обработках (при длинных перемещениях и небольших подач) и это обеспечивает непрерывную обработку и плавный переход по кадрам. Такой режим работы можно использовать и при специальных применениях.
- Если значение параметра MULBUF равно 1 (имеется режим многократной предобработки кадров), обработчиком кадров зачитается столько кадров вперёд, сколько может уместить в буфер. Это ограничивается размером буфера а также скорость обработки, что могут быть различными (в пределах 5...200 кадров) по типам управлений. Это понадобится при высокоскоростных обработках, где траектория часто описывается мелкими, прямыми участками и необходимо обеспечивать непрерывного перехода по кадрам.

Коды, подавляющие предобработку кадров

Несколько из кодов *G* и *M* полностью подавляет предобработку кадров, независимо от показания параметра MULBUF. При этом код зачитается лишь после полного выполнения стоячего за кодом предшествующего кадра, подавляющего предчтение. Это следующие коды:

G10: установка данных

G20/G21: установка системы дюймовой/метрической размерности

G22/G23: вклю/выклю программированного ограничения рабочей зоны

G28: автоматическая наводка на референтную точку

G30: наводка на референтную точку 1., 2., 3., 4.

G31: измерение с удалением остаточного хода

G37: автоматическое измерение длины инструмента

G52: создание локальной системы координат
G53: ввод станочной системы координат
G54, ..., G59: выбор системы координат заготовки
G92: создание новой системы координат заготовки
M00: запрограммированный стоп
M01: условная остановка
M02, M30: конец программы
/n: выполнение условного кадра, если параметр 1248 CNDBKBUF равно 0

Обработка макрокадров

Макрокоманды всегда предчитаются и обрабатываются управлением, независимо от показания параметра MULBUF. Макрокомандами считаются следующие кадры:

кадр, содержащий команду для присвоения значения: #i=#j
кадр, содержащий условную команду, или команду для организации цикла: IF, WHILE
кадры, содержащие контрольную команду контроля : GOTO, DO, END
кадры, содержащие команду для вызова макрокоманд: G65, G66, G66.1, G67, или те коды G, или M, которые запускают макровыводы.
вызов подпрограммы (M98 P, или подпрограммы, запускаемые на A, B, C, S, T, M)
код возвращения из подпрограммы, или из макрокоманды (M99).

Запрограммированное подавление предобработки кадров

Если по какой-нибудь причине желаем подавить предчтение кадров, следует запрограммировать в отдельном кадре код G53. Это независимо от показания параметра MULBUF всегда подавляет предчтение. Например, при желании отправиться с мгновенной позиции оси X, необходимо подавить предчтение:

```
N10 #100=3  
N20 G0 X100  
N30 G53  
N40 G1 X[#5041+#100]
```

Если код G53 не запрограммирован в кадре N30, обработка кадра N40 началось бы уже тогда, когда в кадре N20 ещё движется ось X, следовательно значение переменной #5041 отличалось бы от 100. В случае запрограммирования G53 обработка кадра N40 начинается только после того, когда выполнялся управлением кадр N20, поэтому значение переменной #5041 уже обязательно равно 100. (вместо #5041 используя #5001, конечно не нужно бы запрограммировать G53.)

7.2 Высокоскоростное, высокоточное слежение за траекторией: VCBT (G5.1 Q1)

Режим высокоскоростного высокоточного слежения за траекторией (сокращённо режим VCBT) можно выключить рядом команд

G05.1 Q1 высокоскоростное высокоточное слежения за траекторией (VCBT) вкл.

Этим за одно включается и режим мультибуфера.

Для выключения функции использовать ряд команд

G05.1 Q0 высокоскоростное высокоточное слежения за траекторией (VCBT) выкл.

Указанный выше ряд команд оставляет режим мультибуфера включенным.

Если значение параметра 1228 HSHF равно 1, после включения управление переходит в режим высокоскоростного высокоточного слежения за траекторией (VCBT). Параметр действителен только тогда, если и значение параметра 1227 MULBUF равно 1.

При включенном состоянии высокоскоростного высокоточного слежения за траекторией включаются следующие функции:

- Многократная предварительная обработка предложений,
- Степень точности, устанавливаемая параметром, что означает, что управлением складываются перемещения по осям, рассчитанных из введенных предложений и передвигает оси только тогда, если величина перемещения на какой-то оси превышала меру, заданную по классу точности. Этим можно избежать, чтобы замедлилась обработка предложений и дёргался станок из-за предложений, складывающихся из много мелких перемещений, образованных компьютером.
- Предвключение скорости (feedforward), если функция разрешена параметром,
- Замедление, базирующее на разнице скоростей, наступившей по осям при углах, даже тогда, если в нормальном случае выбрано замедление, базирующее на разнице углов.
- Ограничение ускорений, возникающих в нормальном направлении в доль траектории,
- Самым управлением определяется подача в зависимости от допустимых разниц скоростей при углах и от ускорений в нормальном направлении, установленных параметром, если эта функция разрешена.

К вышеупомянутым функциям относятся различные параметры. Пользователь может выбирать из трёх различных наборов параметров. Три набора могут быть следующие:

чистовая обработка
 получистовая обработка
 черновая обработка

Выбор можно сделать из трёх программ с рядом команд

G05.1 Q1 Rq,

где с помощью

R1 для чистовой
R2 для получистовой
R3 для черновой

обработки вызываются параметры.

Если в программе не задаём значение адресу R, управлением будет учитываться установка подгруппы поля параметров *2561 SELECT*, где означает значение

2561 FINISH=1 выбор набора параметров для чистовой,
2562 MEDIUM=1 для получистовой,
2563 ROUGH=1 для черновой

обработки. Из трёх параметров всегда только один может иметь значение 1.

В дальнейшем коротко описываем истолкование отдельных функций.

7.2.1 Степень точности, устанавливаемая параметром

Часто встречается в случае программ, описывающих сложные пространственные поверхности, образованные компьютером, что к поверхности приближаемся очень короткими прямыми участками, размером пару микрон. Верное слежение за этими прямыми участками в множестве случаев излишне замедляет точение, в конечном случае приводит к колебанию подачи, к дёрганию суппортов.

Колебание подачи можно исключить двумя образом:

- Процентным включателем подачи уменьшить подачу до тех пор, пока не будет ровной. Однако это, в зависимости от требования к точности, может излишне увеличить время точения.

– Вторая возможность пропускать перемещения, запрограммированные в отдельных предложениях до тех пор, пока это не ставит под угрозу удовлетворение требования к точности заготовки.

В режиме слежения за траекторией ВСВТ стоит на распоряжение пользователя три различных параметра, определяющих степень точности:

2601 FINACCUR для чистовой,
2701 MEDACCUR для получистовой,
2801 ROUACCUR для черновой обработки.

Запрограммированные, короткие, прямые перемещения (предложения G01) сводятся по осям до тех пор, пока величина (абсолютное значение) перемещения на какой-то оси не будет больше значения, установленного параметром, затем объединённые таким образом перемещения в одном выдаются.

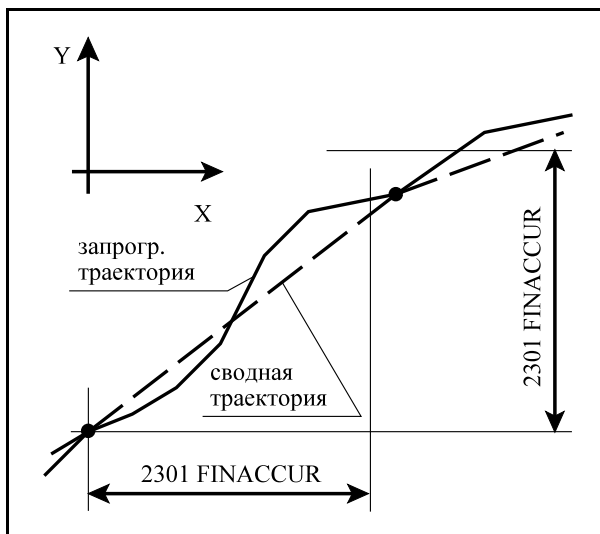


рисунок 7.2.1-1

Истолкование отдельных параметров: инкремент вывода: в случае разрешения 0.001 мм $l=0.0005$ мм.

Если значение параметра 20 и разрешение нашего станка 0.001мм, наименьшее перемещение, что выдаётся управлением для станка 0.010 мм.

Например рассмотрим следующую программу:

```
G90 G1
...
N2500 X25.432 Y47.847
N2510 X25.434 Y47.843
N2520 X25.437 Y47.839
N2530 X25.439 Y47.835
N2540 X25.440 Y47.831
N2550 X25.442 Y47.827
```

В примере выше в предложении N2500и в предложении N2530 перемещение в вдоль оси Y больше 47.835–47.847=–0.012 что превышает установленное параметром значение.

Поэтому управление поступает, как будто стёрли из программы ряды N2510, N2520:

```
G90 G1
...
N2500 X25.432 Y47.847
N2530 X25.439 Y47.835
N2540 X25.440 Y47.831
N2550 X25.442 Y47.827
```

Установленное здесь значение влияет и на подачу, ведь чем меньше значение задаётся, тем меньше подача суппорта на коротких участках.

Если значение параметра равно 0, управлением предполагается 1.

7.2.2 Предвключение скорости и его воздействие

В нормальном случае суппорты могут следовать за выданными управлением (интерполятором) командами только отставанием. Мера отставания пропорциональна к скорости (подаче). При обработке длинных, прямых участков, или дуг с малой подачей полученным таким образом искажением профиля можно пренебрегать.

Иная ситуация имеется при при высокоскоростной обработке, когда траектория сильно кривая. В таких случаях воздействие отставания может привести к значительному искажению. Для исключения этого было введено предвключение скорости. Предвключение скорости представляет собой способ техники регулирования, с помощью которого можно уменьшить отставание, зависящее от скорости, и достичь почти нулевого слежения. Таким образом искажение профиля можно вести к минимальному.

Нежелательным побочным воздействием предвключения скорости является, что возрастает склонность системы регулирования к колебанию. Это может быть значительной особенно при запуске и остановке. Склонность к колебанию можно уменьшить соответствующей установкой параметров ускорения.

Включение (команда G5.1 Q1) высокоскоростного, высокоточного слежения за траекторией (BCBT) за одно включает и возможность функции предвключения скорости. Эта функция фактически включается только тогда, если функция разрешена, то есть параметр *2531 FDFORWEN* установлен в 1.

Пользователь может решить, что будет ли задействовано предвключение скорости при перемещениях быстрого хода (G00). Если да, включить параметр *2532 FDFORWRAP* в 1.

В большинстве случаев это не требуется, тогда значение параметра пусть будет 0.

Если мера предвключения скорости 100%, это означает, что суппорты в стабилизированном состоянии фактически без ошибок следят за выданными командами движения. Однако такая установка при изменении подачи приводит к колебанию суппортов, следовательно к искажению профиля. Пригодная к пользованию область значений находится где-то между 80-95%, в зависимости от механических параметров станка и электрических параметров его приводов. Кроме того, на устанавливаемость влияют допускаемые ускорения на станке и постоянные по времени ускорения..

Ко всем трём фазам обработки можно задавать меру принадлежащего предвключения скорости в процентах:

- в группе параметров *2651 FINFFORW* для чистовой
- в группе параметров *2751 MEDFFORW* для получистовой, а также
- в группе параметров *2851 ROUFFORW* для черновой обработки.

В группах параметров по осям можно задавать меру необходимого предвключения скорости. Истолкование параметров: 0.01%. Значит, если на 2-й оси хотим установить для чистовой обработки предвключение скорости 94.8%, тогда *2652 FINFFORW2=9480*.

Рекомендованная область значений: 8000...9500 (80%...95%)

Типичное значение: 9000 (90%).

Уже упомянули о том, что в случае применения предвключения скорости система становится склонной к колебанию, что можно уменьшить соответствующей установкой параметров ускорения. Применимое в управлении ускорения может быть два типа: линейное, или колокообразной формы (второго порядка): см. главу [6.3](#) на странице [52](#).

В случае применения предвключения скорости склонность к колебанию можно уменьшить изменением параметров ускорения и постоянного времени ускорения.

Ко всем трём фазам обработки можно задавать меру ускорения в единицах мм/сек²:

в группе параметров *2611 FINTANACC* для чистовой

в группе параметров *2711 MEDTANACC* для получистовой

в группе параметров *2811 ROUTANACC* для черновой обработки

можно установить величину тангенциальных (касательных) ускорений по осям. Если значение полученного таким образом параметра превышает значение параметра АСС, установленного в группе *SERVO*, тогда управлением принимается во внимание значение АСС. Также по фазам обработки имеется возможность для установления постоянных времени ускорения:

в группе параметров *2621 FINACCTC* для чистовой

в группе параметров *2721 MEDACCTC* для получистовой

в группе параметров *2821 ROUACCTC* для черновой обработки

можно задавать по осям постоянное времени в единице мсек. Если заданное таким образом значение меньше, чем постоянное времени *ACCTC*, установленное в группе *SERVO*, тогда принимается во внимание значение *ACCTC*.

При желании увеличить точность слежения за траекторией, необходимо увеличить меру предвключения скорости (параметры *FIN-*, *MED-*, *ROUFFORW*). Однако при этом нужно увеличить постоянное времени ускорения (*FIN-*, *MED-*, *ROUACCTC*), а может быть уменьшить величину ускорения (*FIN-*, *NED-*, *ROUACC*). Однако последние вмешательства уменьшают скорость обработки.

Однако если желаем увеличить скорость обработки, необходимо уменьшить постоянное времени ускорения (*FIN-*, *MED-*, *ROUACCTC*), а может быть увеличить величину ускорения (*FIN-*, *MED-*, *ROUACC*). Однако при этом нужно уменьшить меру предвключения скорости, что портит точность верного слежения за профилем.

7.2.3 Замедление при углах, с учётом возникшей по осям разницы скоростей

В случае высокоскоростной, высокоточной обработки при детектации углов всегда действует замедление, базирующее на разнице скоростей, независимо от положения параметра *2502 FEEDDIF*. См.: главу [6.5](#) на странице [56](#).

Значение критической разницы подач при этом берётся не из группы параметров *2521 CRITFDIF*, а по состоянию точения

в группе параметров *2641 FINFDIF* для чистовой,

в группе параметров *2741 MEDFDIF* для получистовой

в группе параметров *2841 ROUFDIF* для черновой обработки

устанавливается значение. В каждой группе отдельный параметр стоит на распоряжение по осям. Действие параметра *GEO* совпадает описанными там.

7.2.4 Ограничение скачка ускорения уменьшением подачи

На отдельных участках траектории может возникнуть внезапный скачок ускорения, вызывающее колебания, создающие дополнительную нагрузку на станок и ухудшающие качество обработки. Это возникает например когда после прямолинейного участка обработка продолжается касательной окружностью или когда дуга окружности продолжается касательной линией. Целью этой функции является ограничение прыжка ускорения в переходных точках путем уменьшения подачи.

Ограничение скачка ускорения в начале и конце кадров кругов

Если например инструмент входит в дугу с радиусом 10 мм с подачей F6000 как показано ниже на рисунке, то численное значение скачка ускорения по оси Y будет:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{6000 \text{ mm}}{60 \text{ sec}}\right)^2}{10 \text{ mm}} = 1000 \frac{\text{mm}}{\text{sec}^2}$$

Если требуется ограничить скачок ускорения на уровне 250мм/сек², то согласно вышеуказанного уравнения подача должна быть уменьшена до F=50*60=3000мм/мин.

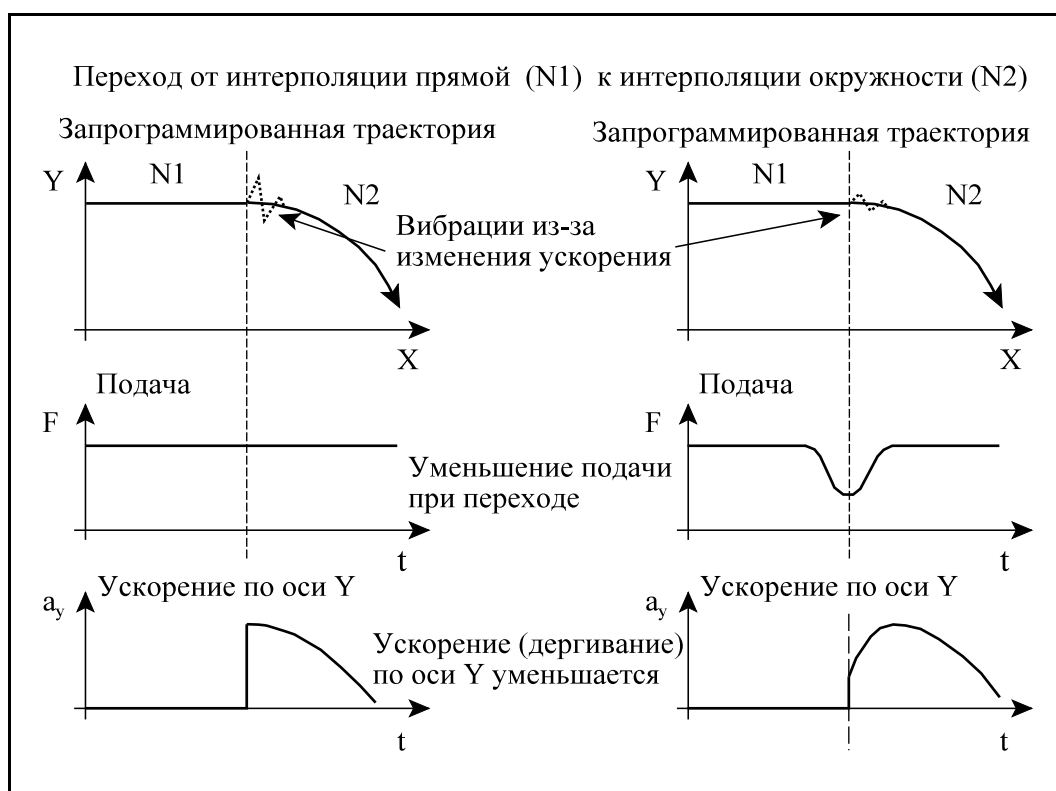


рисунок 7.2.4-1

Ограничение скачка ускорения в кадрах прямых следующих друг за другом

Если траектория состоит из длинных прямолинейных участков, то изменение ускорения пренебрежительно мало. В этом случае изменение составляющих подачи по осям может ограничить подачу. Положение другое когда траектория состоит из очень коротких участков. В этом случае может случиться что изменение подачи по отдельным осям между двумя прямолинейными участками будет маленьким и поэтому интерполятор не ограничивает подачу, хотя скачок ускорения по осям большой.

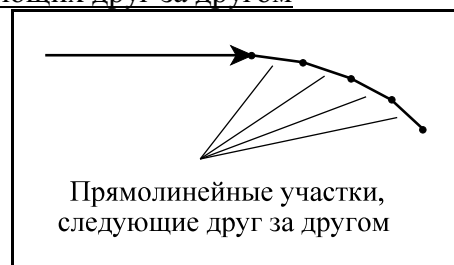


рисунок 7.2.4-2

Значение скачка ускорения в обоих случаях определяется на основании параметра

SELECT.

Группы параметров для установки скачка по осям в mm/sec^2 :

2661 *FINADIFF* для финиша (чистовой обработки),

2761 *MEDADIFF* для предварительного финиша

2871 *ROUADIFF* жля грубой обработки

Если сглаженная интерполяция включена, то допустимый скачок ускорения может быть увеличен, потому что сглаживание смягчает переходы.

7.2.5 Ограничение ускорений, возникших в доль траектории в нормальном направлении

В случае высокоскоростной, высокоточной обработки также ограничивается подача при дугах, согласно описанию в главе 6.6 на странице 59.

В случае некоторой интерполяции данный участок (траектория) правда не имеет кривизну, поэтому не имеет и составляющего ускорения в нормальном направлении, однако это только для длинных прямых участков правда. Если траектория построена из мелких, прямых участков, как например это принято при производстве инструментов, тогда кривизна полученной таким образом траектории может быть значительной, и подчу придётся замедлить, как это видно из примера ниже:

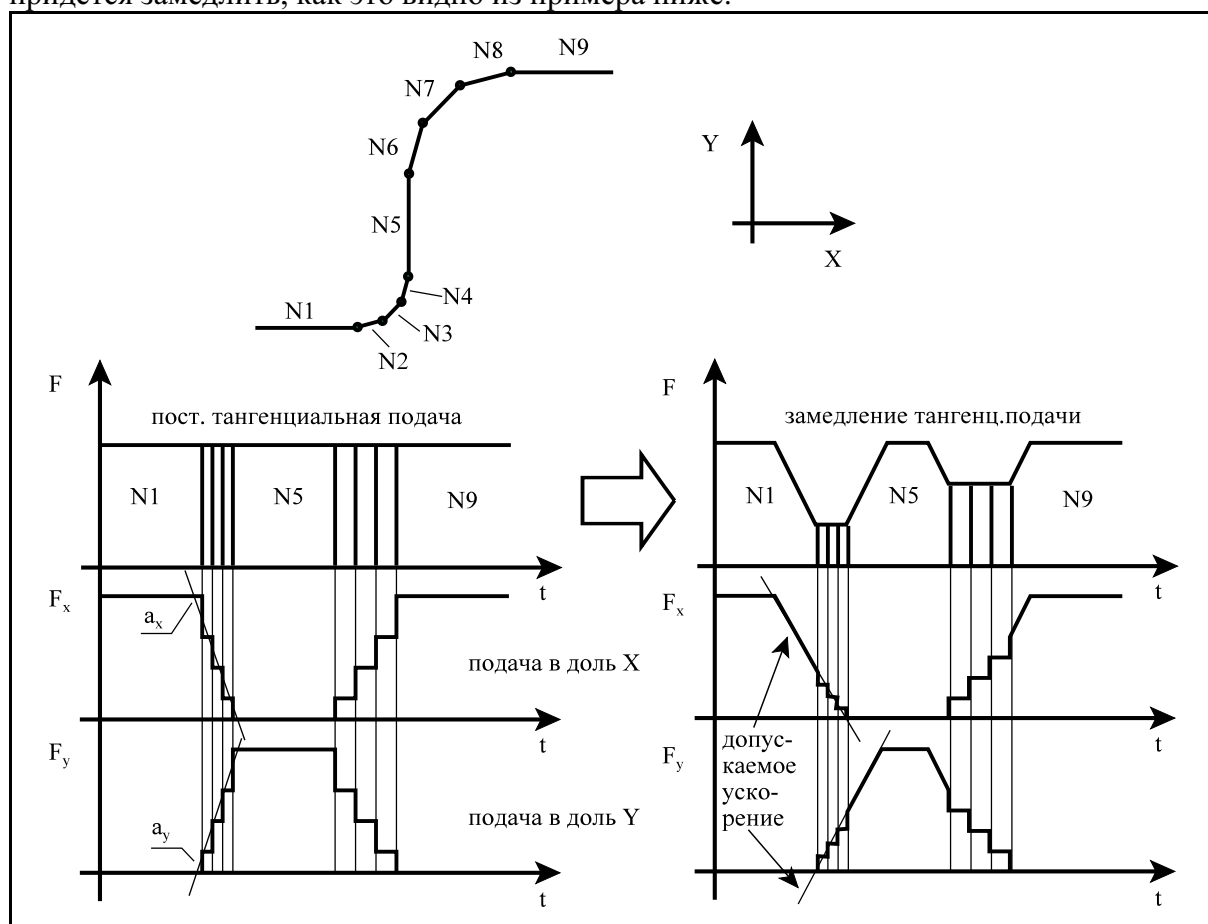


рисунок 7.2.5-1

В предложениях N2, N3, N4, а также N6, N7, и N8 траектория построена из коротких, прямых участков. Если подачу в доль траектории поддержать на постоянном значении (диа-

грамма с левой стороны на рисунке), из геометрии (изменения направления) траектории вытекает, что крутизна изменения скорости (ускорение нормального направления) на оси X а также на оси Y превышает допустимое для данной оси значение.

Поэтому траектория в режиме VCBT просматривается управлением с предложения на предложение, чтобы смог ограничивать ускорения нормального направления. Там, где исходя из геометрии составляющие ускорения в доль данной оси больше допустимых, там придётся замедлить скорость в доль траектории. Диаграмма с правой стороны показывает, как убывает мера изменения скорости (ускорение нормального направления) в доль данной оси под действием замедления подачи в доль траектории.

Для ограничения ускорения нормального направления также три различные группы параметров стоят на распоряжение пользователя, в которой может задавать по осям максимум ускорения нормального направления в единице мм/сек². Забронированы

2631 FINNORMACC для чистовой

2731 MEDNORMACC для получистовой, и

2831 ROUNORMACC для черновой

фазы. Если значение заданного таким образом параметра превышает значение параметра ACC, установленного в группе SERVO, тогда управлением принимается во внимание значение ACC.

Из-за ограничения ускорений нормального направления подача может сильно уменьшаться. Пользователь имеет возможность установить абсолютный минимум подачи параметром *2541 FEEDLOW*.

Если запрограммированная подача меньше значения, написанного в параметре, тогда принимается во внимание запрограммированная подача. Под действием процентного включателя подачи также может уходить подача под заданное параметром значение. В режиме VCBT параметр *2541 FEEDLOW* берёт на себя роль параметра *2513 CIRCFCMIN*.

Для коррекции действующего в предложении подачи по показанию параметра *2503 GEO* выбирается функция коррекции. Параметр тот же самый, как было сказано при замедлении, базирующих на разнице подачи. См. главу [6.5](#) на странице [56](#).

Если значение параметра равно 0, всегда старается добиться допустимого максимального ускорения (и тем самым максимальной скорости) в доль траектории. Это состояние зависит от геометрии (от положения угла) и скорость будет колебаться в доль траектории. Если значение параметра равно 1, тогда независимо от геометрии участка траектории (от положения угла) настраивается на постоянную подачу, естественно с учётом допустимого по осям максимально ускорения.

Рассмотри следующий пример:

Программировать круговую траекторию, построенную из прямых участков, радиусом 10 мм и вычислить точки круга по шагам в 5° . Пусть будет запрограммированная подача F6000, и допустить для обе-их осей ускорение 500 мм / сек^2 .

Если значение параметра *GEO* равно 0, движется всегда с максимальной скоростью, допускаемой ускорениями, однако если оно равно 1, постоянное, движется с подачей, меньшей запрограммированной.

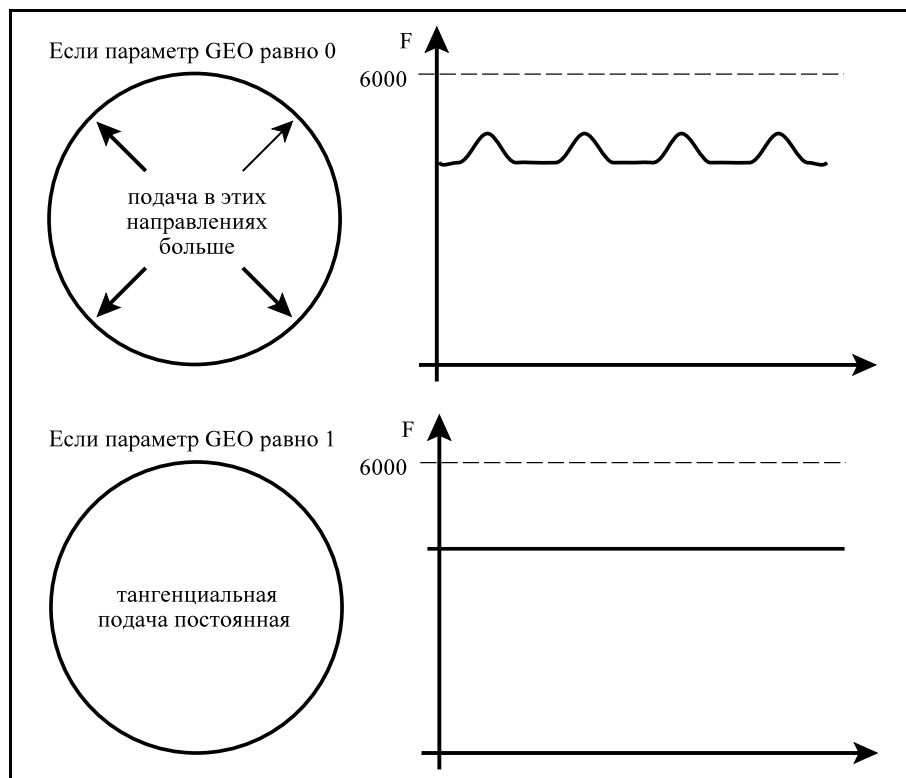


рисунок 7.2.5-2

7.2.6 Определение подачи из параметров ускорения

В состоянии высокоскоростного, высокоточного слежения за траекторией пользователь имеет возможность для того, чтобы подача была определена исключительно установленными параметрами ускорения, а также допускаемыми разницеми скоростей, в зависимости от геометрии заготовки и допускаемой для станка максимальной скорости.

Это состояние можно выбирать параметром

2534 NOFEEDR

в поле параметров. Если значение параметра

=0: управление исходит при расчёте подачи из запрограммированной F,

=1: все команды подачи F недействительны. Подача осей определяется исключительно допускаемыми ускорениями и критическими разницеми подач.

Расчитанная таким образом подача может иметь два ограничения. Одним является значения, установленные в группе параметров *4741 FEEDMAX*, которые определяют на данном станке допускаемую максимальную подачу по осям. Этот параметр устанавливается строителем станка.

Другое ограничение определяется пользователем параметром

2542 FEEDHIGH.

Значение подачи, написанное в этот параметр будет абсолютным максимумом подачи в случае *NOFEEDR*=1, при условии, что значение составляющих подачи в доль оси не превышают скорость, установленной параметром *FEEDMAX*.

7.2.7 Процентная коррекция ускорений

В ходе обработки имеется возможность для процентной коррекции параметров ускорения, наподобие подачи. В зависимости трёх фаз обработки:

2602 *FINACCLEV* при чистовой

2702 *MEDACCLEV* при получистовой а

2802 *ROUACCLEV* при черновой обработке

процентно воздействует на параметры нормальных и тангенциальных ускорений.

Истолкование: %

Область значений: 1%...100%

Если значение параметра =0, или >100, тогда управлением берётся 100%-ов.

7.3 Обобщение параметров слежения за траекторией BCBT

В главной группе *COMMON*

1221 *CODES* подгруппа (BIT)

1228 *HSHP* (BIT)

После включения примет режим соответственно параметру. Если значение параметра

=0: высокоскоростное, высокоточное слежение за траекторией (BCBT) выключено. Его воздействие совпадает воздействием команды G5.1 Q0.

=1: высокоскоростное, высокоточное слежение за траекторией (BCBT) включено. Его воздействие совпадает воздействием команды G5.1 Q1. Только тогда действует, если значение параметра 1227 *MULBUF* тоже 1.

Группа параметров N2501 FEED/ACC

2501 *CORNCONTROL* подгруппа (BIT)

2501 *CDEN* (BIT)

Если значение параметра:

=0: автоматическое замедление подачи при углов не разрешено, если

=1: автоматическое замедление подачи при углов разрешено.

☞ *Замечание:*

G5.1 Q1 в состоянии высокоточной, высокоскоростной обработки (BCBT) замедление подачи при углов независимо от положения параметра всегда действительно.

2502 *FEEDDIF* (BIT)

Если в состоянии *CDEN*=1 автоматическое замедление подачи при углов разрешено, и если значение параметра *FEEDDIF*:

=0: замедление базируется на критический угол, если

=1: замедление базируется на критическую разницу подач.

☞ *Замечание:*

Для управления токарным станком параметр установить в 0, а для управления фрезерным станком в 1.

G5.1 Q1 в состоянии высокоточной, высокоскоростной обработки (BCBT) замедление подачи базируется всегда на критическую разницу подач, независимо от положения параметра.

2503 GEO (BIT)

Если значение параметра

=0: работает всегда той максимальной подачей, которую позволяют установленные разницы подач и ускорения нормального направления в режиме ВСВТ,

=1: работает всегда той максимальной подачей, которую позволяют установленные разницы подач и ускорения нормального направления в режиме ВСВТ, таким ограничением, что подача постоянная, независимо от геометрического расположения. При этом подачи могут быть хоть на 30%-ов меньше, чем когда значение параметра 1.

☞ *Замечание:*

G5.1 Q1 параметр действителен и в состоянии высокоточной, высокоскоростной обработки (BCVT).

2511 CRITICAN подгруппа (WORD)**2511 CRITICAN (WORD)**

Если автоматическое замедление подачи при углов базируется на критический угол (FEEDDIF=0), значение критического угла задаётся в градусах на этом параметре.

2512 FEEDCORN (WORD)

Если автоматическое замедление подачи при углов базируется на критический угол (FEEDDIF=0) на этом параметре задаётся, до какой подачи должно замедлить управление.

2513 CIRCFCMIN (WORD)

Параметр действителен только при выключенном состоянии точения ВСВТ (G5.1 Q0).

При обработке дуг величина подачи F ограничивается управлением на основании зависимости

$$F = \sqrt{a \times r}$$

где:

a: меньшее из значений ускорений (группа параметров ACC), заданных для осей, участвующих в интерполяции окружности,

r: радиус окружности.

Для того, чтобы подача не уменьшилась до бесконечности, параметром 1413 CIRCFCMIN можно задавать минимальное значение подачи. Если расчётная подача меньше, чем заданное параметром CIRCFCMIN значение ($F < \text{CIRCFCMIN}$), подача берётся управлением с параметра CIRCFCMIN.

Если запрограммированная подача меньше записанного в параметр значения, тогда принимается во внимание запрограммированная подача. Под действием процентного включателя подачи также может уходить подача ниже заданного параметром значения.

Если значение CIRCFCMIN установить больше подачи, установленной параметром FEEDMAX, допускаемой для участвующих в интерполяции осей, функцию можно обездействовать.

2514 CIRCADIFF (WORD)

Не используется.

2521 CRITFDIF подгруппа (WORD)252n **CRITFDIFn** (WORD) n=1..8

Параметр действителен только при выключенном состоянии высокоточного, высокоскоростного течения (G5.1 Q0).

Если автоматическое замедление подачи разрешено при углов (CDEN=1), и замедление происходит по критической разницы подачи (FEEDDIF=1), величину критической разницы подачи по осям можно задавать параметром CRITFDIFn.

Размерность критической разницы подачи для линейных осей мм/мин, или дюйм/мин в зависимости от положения параметра INCHDET, а для вращающихся осей °/мин.

2531 HSHPCONTR подгруппа (BIT)2531 **FDFORWEN** (BIT)

Под действием состояния 1228 **HSHP**=1 (G5.1 Q1) обработка ВСВТ может включиться feedforward. Если значение параметра:

=0: предвключение скорости (feedforward) не разрешено

=1: предвключение скорости (feedforward) разрешено.

2532 **FDFORWRAP** (BIT)

Если значение параметра

=0: при движениях быстрого хода (G0) предвключение скорости (feedforward) не воздействовано,

=1: при движениях быстрого хода тоже воздействовано.

2533 **ZAXOVEN** (BIT)

Его значение обязательно равно 0.

2534 **NOFEEDR** (BIT)

Если значение параметра

=0: при расчёте подачи управление исходит из запрограммированной F,

=1: в состоянии G5.1 Q1 все команды подачи F обездействованы. Запрограммированная подача наследуется и под действием команды G5.1 Q0 вступает в силу. Подача осей определяется исключительно допускаемыми ускорениями и критическими разностями подач. Абсолютные ограничения означают только параметры 4741 FEEDMAX, далее то, если рассчитанная таким образом подача больше записанного в параметр 2542 FEEDHIGH значения.

2541 FEEDLIM подгруппа (WORD)2541 **FEEDLOW** (WORD)

Параметр действителен только при включенном состоянии высокоточного, высокоскоростного течения (G5.1 Q1).

Его действие у предложений интерполяции окружности то же самое, как у параметра CIRCFCMIN, то есть не допускает уменьшение подачи под это значение.

Кроме этого, в ходе высокоточной обработки в доль траектории непрерывно осуществляет коррекция подачи из-за ускорений нормального направления, и не допускает уменьшение поправленной таким образом подачи под это значение.

Если запрограммированная подача меньше записанного в параметр значения, тогда принимается во внимание запрограммированная подача. Под действием процентного включателя подачи также может уходить подача ниже заданного параметром

значения, а также под действием уменьшения подачи, применённого в зависимости от угла опускания оси Z (от нагрузки точения).

2542 FEEDHIGH (WORD)

Параметр действителен только при включенном состоянии высокоточного, высокоскоростного точения, в режиме ВСВТ (G5.1 Q1), если значение параметра 2534 NOFEEDR равно 1. При этом управлением вычисляется исходное значение подачи из установленного параметром FEEDMAX значений, однако если рассчитанное таким образом значение больше параметра FEEDHIGH, тогда за исходным значением подачи берётся параметр FEEDHIGH., и это значение уменьшает в зависимости от ускорений нормального направления и критической разницы подач.

2551 LOADOVERR подгруппа (BYTE)

2551 AREA2 (BYTE)

Его значение обязательно равно 100.

2552 AREA3 (BYTE)

Его значение обязательно равно 100.

2553 AREA4 (BYTE)

Его значение обязательно равно 100.

2561 SELECT подгруппа (BIT)

Устанавливаемые здесь параметры действительны при включенном состоянии высокоточного, высокоскоростного точения (ВСВТ) 1228 HSHP=1 (G5.1 Q1).

2561 FINISH (BIT)

Если значение параметра 1, выбираются параметры 2600 для чистовой обработки ВСВТ. Заменяет команду G5.1 R1.

2562 MEDIUM (BIT)

Если значение параметра 1, выбираются параметры 2700 для получистовой обработки ВСВТ. Заменяет команду G5.1 R2.

2563 ROUGH (BIT)

Если значение параметра 1, выбираются параметры 2800 для черновой обработки ВСВТ. Заменяет команду G5.1 R3.

2601 FINLEVEL подгруппа (WORD)**2601 FINACCUR** (WORD)

При обработке ВСВТ, в случае чистой обработки, складывает запрограммированные, короткие, прямые перемещения по осям до тех пор, пока значение по какой-то оси будет больше значения, установленного параметром, затем сведенные перемещения выдаёт в одном.

Истолкование: инкремент вывода.

Если значение параметра 20 и задействовано INCRSYSTB, наименьшее перемещение 0.01 мм, которое выдаётся управлением в сторону станка.

Установленное здесь значение может влиять и на подачу, ведь чем меньше значение задаётся, тем меньше перемещение может совершить инструмент для избежания колебания подачи..

Если значение параметра 0, управлением предполагается 1.

2602 FINACCLEV (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае чистой обработки, представляет собой процентное (override) значение, относящееся к ускорениям, для тонкой настройки слежения за траекторией.

Истолкование: %

Область значений: 1%...100%

Если значение параметра =0, или >100, тогда управлением берётся 100%-ов.

Действует на значения FINTANACC и FINNORMACC.

2611 FINTANACC подгруппа (WORD)**261n FINTANACCn** (WORD) n=1..8

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае чистой обработки, представляет собой параметр, определяющий тангенциальное (в направлении касательной) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мм/сек².

Ускорения, определённые в группе 4701 ACC, управлением считаются за абсолютным минимумом, и если FINTANACCn>ACCn, действует параметр ACCn.

2621 FINACCTC подгруппа (WORD)**262n FINACCTCn** (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае чистой обработки, представляет собой постоянное времени, относящегося к параметру, определяющему тангенциальное (в направлении касательной) ускорение для оси 1..8..

Размерность: мсек.

Постоянные времени, определённые в группе 4901 ACCTC управлением считаются за абсолютным минимумом, и если FINACCTCn<ACCTCn, действует параметр ACCTCn.

2631 FINNORMACC подгруппа (WORD)

263n FINNORMACCn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае чистовой обработки, представляет собой параметр, определяющий нормальное (перпендикулярное к траектории) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мм/сек².

Величина параметра в значительной мере влияет на величину формирующейся подачи.

Ускорения, определённые в группе 4701 ACC управлением считаются за абсолютным максимумом, и если FINNORMACCn>ACCn задействует параметр ACCn.

2641 FINFDIF подгруппа (WORD)

264n FINFDIFn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае чистовой обработки, даёт критическую разницу подач, допускаемую при углах.

Его истолкование в случае линейных осей в размерности мм/мин (в случае INCHDET=0), или в размерности дюйм/мин (в случае INCHDET=1), а в случае вращающихся осей в размерности °/мин.

Чем меньше параметр, тем острее будет угол..

2651 FINFFORW подгруппа (WORD)

265n FINFFORWn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае чистовой обработки, даёт меру предвключения скорости. Действует только тогда, если параметром 2531 FDFORWEN со значением 1 получит разрешение.

Истолкование: 0.01%

Рекомендованная область значений: 8000...9500 (80%...95%)

Его типичное значение: 8500 (85%).

2661 FINADIFF подгруппа (WORD)

266n FINADIFFn (WORD)

При обработке ВСВТ устанавливает допустимое значение скачка ускорения по осям в случае чистовой обработки. Единица измерения: мм/сек². понижает скорость подачи в точке перехода между двумя предложениями так, чтобы скачок ускорения не превышал значение заданное этим параметром.

2701 MEDLEVEL подгруппа (WORD)**2701 MEDACCUR** (WORD)

При обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, складывает запрограммированные, короткие, прямые перемещения по осям до тех пор, пока значение перемещения на какой-то оси будет больше значения, установленного параметром, затем сведенные таким образом перемещение выдаёт в одном.

Его истолкование: инкремент вывода.

Если значение параметра 20 и задействовано INCRSYSTB, наименьшее перемещение 0.01 мм, которое выдаётся управлением в сторону станка.

Установленное здесь значение может влиять и на подачу, ведь чем меньше значение задаётся, тем меньше перемещение может совершить инструмент для избежания колебания подачи.

Если значение параметра 0, управлением предполагается 1.

2702 MEDACCLEV (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, представляет собой процентное (override) значение, относящееся к ускорениям, для тонкой настройки слежения за траекторией.

Истолкование: %

Область значений: 1%...100%

Если значение параметра =0, или >100, тогда управлением берётся 100%-ов.

Действует на значения MEDTANACC и MEDNORMACC.

2711 MEDTANACC подгруппа (WORD)**271n MEDTANACCn** (WORD) n=1..8

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, представляет собой параметр, определяющий тангенциальное (в направлении касательной) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мм/сек².

Ускорения, определённые в группе 4701 ACC, управлением считаются за абсолютным максимумом, и если MEDTANACCn>ACCn, задействует параметр ACCn.

2721 MEDACCTC подгруппа (WORD)**272n MEDACCTCn** (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, представляет собой постоянное времени, относящегося к параметру, определяющему тангенциальное (в направлении касательной) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мсек.

Постоянные времени, определённые в группе 4901 ACCTC управлением считаются за абсолютным минимумом, и если MEDACCTCn<ACCTCn, задействует параметр ACCTCn.

2731 MEDNORMACC подгруппа (WORD)

273n MEDNORMACCn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, представляет собой параметр, определяющий нормальное (перпендикулярное к траектории) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мм/сек².

Величина параметра в значительной мере влияет на величину формирующейся подачи.

Ускорения, определённые в группе 4701 ACC управлением считаются за абсолютным максимумом, и если MEDNORMACCn>ACCn задействует параметр ACCn.

2741 MEDFDIF подгруппа (WORD)

274n MEDFDIFn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, даёт критическую разницу подач, допускаемую при углах.

Его истолкование в случае линейных осей в размерности мм/мин (в случае INCHDET=0), или в размерности дюйм/мин (в случае INCHDET=1), а в случае вращающихся осей в размерности °/мин.

Чем меньше параметр, тем острее будет угол.

2751 MEDFFORW подгруппа (WORD)

275n MEDFFORWn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае получистовой обработки, даёт меру предвключения скорости. Действует только тогда, если параметром 2541 FDFORWEN со значением 1 получит разрешение.

Истолкование: 0.01%

Рекомендованная область значений: 8000...9500 (94%...100%)

Его типичное значение: 8500 (85%).

2761 MEDADIFF подгруппа (WORD)

276n MEDADIFFn (WORD)

При обработке ВСВТ устанавливает допустимое значение скачка ускорения по осям в случае предварительной чистовой обработки. Единица измерения: мм/сек². понижает скорость подачи в точке перехода между двумя предложениями так, чтобы скачок ускорения не превышал значение заданное этим параметром.

2801 ROULEVEL подгруппа (WORD)**2801 ROUACCUR** (WORD)

При обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, складывает запрограммированные, короткие, прямые перемещения по осям до тех пор, пока значение перемещения на какой-то оси будет больше значения, установленного параметром, затем сведенные таким образом перемещение выдаёт в одном.

Истолкование: инкремент вывода.

Если значение параметра 20 и задействовано INCRSYSTB, наименьшее перемещение 0.01 мм, которое выдаётся управлением в сторону станка.

Установленное здесь значение может влиять и на подачу, ведь чем меньше значение задаётся, тем меньше перемещение может совершить инструмент для избежания колебания подачи.

Если значение параметра 0, управлением предполагается 1.

2802 ROUACCLEV (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, представляет собой процентное (override) значение, относящееся к ускорениям, для тонкой настройки слежения за траекторией.

Истолкование: %

Область значений: 1%...100%

Если значение параметра =0, или >100, тогда управлением берётся 100%-ов.

Действует на значения ROUTANACC и ROUNORMACC.

2811 ROUTANACC подгруппа (WORD)**281n ROUTANACCn** (WORD) n=1..8

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, представляет собой параметр, определяющий тангенциальное (в направлении касательной) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мм/сек².

Ускорения, определённые в группе 4701 ACC, управлением считаются за абсолютным максимумом, и если ROUTANACCn>ACCn, задействует параметр ACCn..

2821 ROUACCTC подгруппа (WORD)**282n ROUACCTCn** (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, представляет собой постоянное времени, относящегося к параметру, определяющему тангенциальное (в направлении касательной) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мсек.

Постоянные времени, определённые в группе 4901 ACCTC управлением считаются за абсолютным минимумом, и если ROUACCTCn<ACCTCn, задействует параметр ACCTCn.

2831 ROUNORMACC подгруппа (WORD)

283n ROUNORMACCn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, представляет собой параметр, определяющий нормальное (перпендикулярное к траектории) ускорение для оси 1..8.

Размерность: мм/сек².

Величина параметра в значительной мере влияет на величину формирующейся подачи.

Ускорения, определённые в группе 4701 ACC управлением считаются за абсолютным максимумом, и если ROUNORMACCn>ACCn задействует параметр ACCn.

2841 ROUFDIF подгруппа (WORD)

284n ROUFDIFn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, даёт критическую разницу подач, допускаемую при углах.

Его истолкование в случае линейных осей в размерности мм/мин (в случае INCHDET=0), или в размерности дюйм/мин (в случае INCHDET=1), а в случае вращающихся осей в размерности °/мин.

Чем меньше параметр, тем острее будет угол.

2851 ROUFFORW подгруппа (WORD)

285n ROUFFORWn (WORD)

Этот параметр при обработке ВСВТ, в случае черновой обработки, даёт меру предвключения скорости. Действует только тогда, если параметром 2551 FDFORWEN со значением 1 получит разрешение.

Истолкование: 0.01%

Рекомендованная область значений: 8000...9500 (80%...95%)

Его типичное значение: 8500 (85%).

2861 SMOOTH подгруппа (DWORD)

2861 MAXDIST (DWORD)

Максимальное перемещение запрограммированное в кадре на которое еще действительна сглаженная интерполяция. Если в программе была задана сглаженная интерполяция командой G5.2 Q2 то сглаживание производится на те следующие друг за другом участки с прямолинейной интерполяцией где длина прямолинейного участка короче значения, заданного параметром MAXDIST. Если длина прямого участка больше чем значение этого параметра, то этот участок выполняется как прямолинейный без сглаживания.

2871 ROUADIFF подгруппа (WORD)

287n ROUADIFFn (WORD)

При обработке ВСВТ устанавливает допустимое значение скачка ускорения по осям в случае грубой обработки. Единица измерения: мм/сек². понижает скорость подачи в точке перехода между двумя предложениями так, чтобы скачок ускорения не превышал значение заданное этим параметром.

8 Ожидание

Командой

(G94) G04 P....

можно запрограммировать время ожидания в секундах.

Предел значения P: 0.001 - 99999.999 секунд.

Командой

(G95) G04 P....

можно запрограммировать время ожидания для оборотов шпинделя.

Предел значения P: 0.001 - 99999.999 оборотов.

В зависимости от параметра *SECOND* ожидание всегда может относиться и к секундам, независимо от состояния G94 и G95.

Ожидание означает запрограммированную задержку исполнения всегда следующего предложения. Функция является ненаследственной.

Во время ожидания в 5-й окошке для указания состояния интерполяции появится надпись **ЖДЁТ**, чтобы обратить наше внимание на причину неподвижности суппортов.

9 Референтная точка

Референтная точка - это такая выделяющаяся позиция на станке, на которую управление легко может настраиваться. Положение референтной точки определяется на основании параметров в системе координат станка. После приёма референтной точки можно привязать системы координат заготовки, и занимать абсолютную позицию. Конечные положения по параметрам и запрограммированное ограничение рабочего пространства вводятся в действие только после приёма референтной точки.

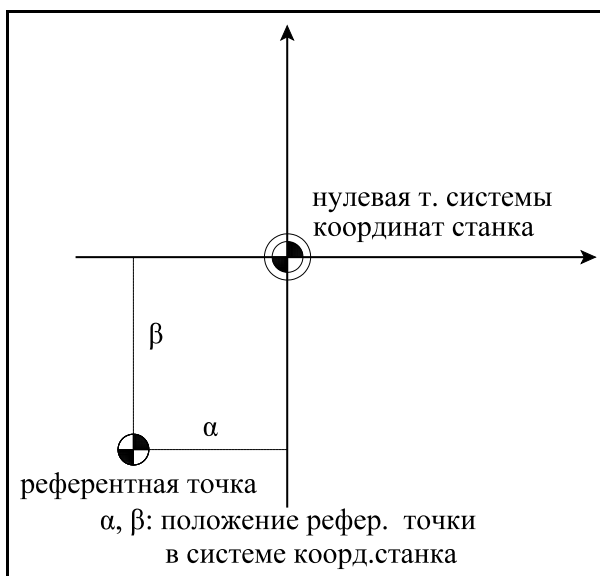


рисунок 9-1

9.1 Автоматический приём референтной точки (G28)

Команда

G28 v

на определённых в векторе v осях принимает референтную точку. Движение состоит из двух частей.

Принимая координаты, определённые вектором v за промежуточные точки, сначала линейным движением, ускоренным ходом занимает промежуточные координаты, определённые вектором v . Заданные значения координат могут быть абсолютными или инкрементальными значениями. Движение выполняется всегда в актуальной системе координат.

На конечную точку линейного движения становится таким образом, что удаляется вектор коррекции плоскостного радиуса инструмента.

Координаты промежуточной точки ограничиваются на осях, определённых вектором v . Во второй фазе от промежуточной точки на определённых вектором v осях одновременно, согласно порядку, установленному ручным приёмом референтной точки, занимает референтную точку.

Приём референтной точки производится по осям с определённой скоростью, не линейным движением. После приёма референтной точки, как при ручном приводе, определённым в поле параметров образом принимает основное положение.

Код является ненаследственным.

☞ *Замечания:*

- Если ещё не имеется действующей референтной точки, то нужно присвоить инкрементальные значения промежуточным координатам v , имеющимся в команде G28.
- Промежуточные координаты v , запрограммированные в предложении G28 сохраняются до выключения. Иными словами, у координат, которым не могли задавать значение в мгновенной команде G28, остаются в силе промежуточные значения, определённые в прежней команде G28. Например:

G28 X100 промежуточная точка: X=100, Y=0

G28 Y200 промежуточная точка: X=100, Y=200

9.2 Настройка на референтные точки 1., 2., 3., 4. (G30)

Ряд команд

G30 v P

направляет оси координат, определённые по адресу вектора v на референтную точку, определённую по адресу P.

P1: 1-ая референтная точка

P2: 2-ая референтная точка

P3: 3-ья референтная точка

P4: 4-ая референтная точка

Референтные точки станка - это точки (*REFPOS1*, ..., *REFPOS4*), координаты которых определены в параметрах в системе координат станка, и используются обычно для определения различных позиций замены. Например: место замены инструмента или положение замены поддона. Первой референтной точкой служит всегда положение референтной точки станка, то есть та точка, куда управление после набега на референтную точку становится.

Командой можно пользоваться только после приёма референтной точки станка.

Движение состоит из двух частей. Принимая координаты, определённые вектором v за промежуточные точки, сначала линейным движением, ускоренным ходом занимает промежуточные координаты, определённые вектором v. Заданные значения координат могут быть абсолютными или инкрементальными значениями. Движение выполняется всегда в актуальной системе координат. На конечную точку линейного движения становится таким образом, что удаляется вектор коррекции плоскостного радиуса инструмента. Координаты промежуточной точки ограничиваются на осях, определённых вектором v. Сохранённые таким образом координаты заменяют сохранённых до этого в команде G28.

Во второй фазе намеченные вектором v оси становятся от промежуточной точки линейным движением ускоренного хода на выбранную по адресу P референтную точку.

Становление на референтную точку происходит без учёта векторов коррекций (длина, смещение, 3-хмерный радиус), их удалить до выдачи команды G30 не нужно, однако при программировании дальнейших движений управление вводит их в действие. Коррекция плоскостного радиуса инструмента автоматически опять включается в первом предложении движения.

Код является ненаследственным.

9.3 Автоматическое возвращение от референтной точки (G29)

Командой

G29 v

управление возвращается в доль осей, определённых вектором v от референтной точки. Команда G29 исполняется так же вслед за G28 и G30. Возвращение происходит в двух этапах.

В первой фазе от референтной точки переходит на промежуточную точку, зарегистрированную во время исполнения команды G28, или G30 по осям, определённых вектором v. Координата промежуточной точки передаётся наследственно, значит, если ссылаемся на такую ось, для которой не задавали координату в предложении G28 или G30, опережающем G29, принимается во внимание прежнее значение. Становление на промежуточную точку выполняется с учётом коррекции длины инструмента, смещения инструмента и трёхмерного радиуса инструмента.

Координата промежуточной точки действительна всегда в системе координат актуальной заготовки. Значит, если например после занятия референтной точки и до команды G29 запрограммировали замену систему координат заготовки, промежуточная точка учитывается в новой системе координат.

Во второй фазе от промежуточной точки переходит на точку с координатой v, определённую в команде G29. Если значение координаты v инкрементальное, смещение отсчитывается от промежуточной точки.

При включенном состоянии коррекции плоскостного радиуса инструмента, становление на конечную точку движения происходит с учётом вектора коррекции.

Код является ненаследственным.

Практический пример для использования G30 и G29:

```
...  
G90  
...  
G30 P1 X500 Y200  
G29 X700 Y150  
...  
...
```

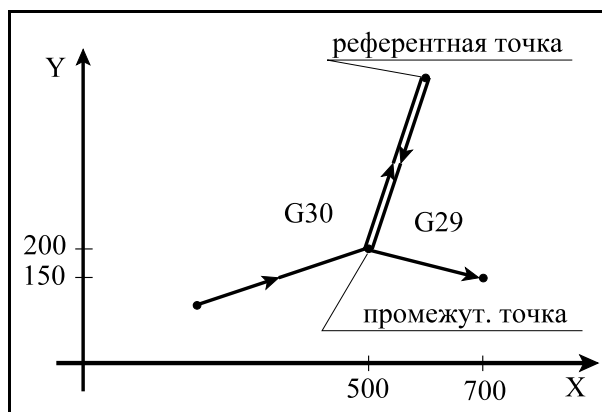


рисунок 9.3-1

10 Системы координат, выбор плоскости

Позиция, куда желаем перемещать инструмент, в программе задаётся данными координат. Если имеем 3 оси (X, Y, Z), позиция инструмента выражается тремя данными координат X ___ Y ___ Z ___:

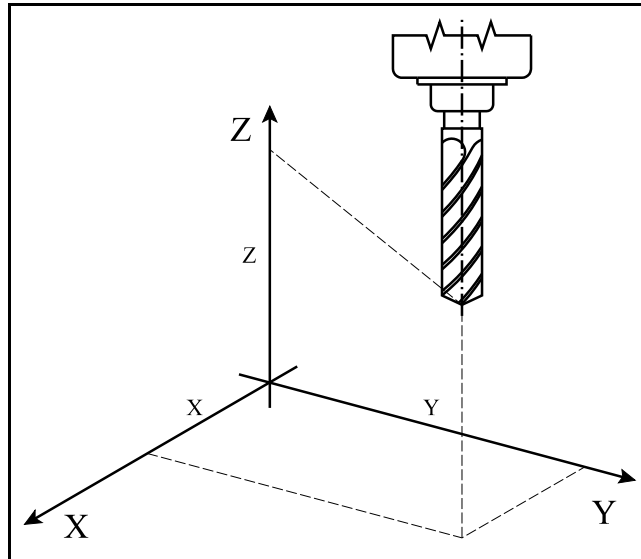


рисунок 10-1

Сколько осей имеется на станке, столько же разных данных координат нужно для выражения позиции инструмента. Данные координат понимаются всегда в одной данной системе координат.

Управлением различается три вида системы координат:

1. систему координат станка,
2. систему координат заготовки,
3. локальную систему координат.

10.1 Система координат станка

Нулевая точка станка, то есть нулевая точка системы координат станка - это такая точка на данном станке, которая обычно определяется строителем станка. Система координат станка определяется управлением при приёме референтной точки.

После того, как система координат станка определилась, этого уже не изменит ни замена системы координат (G54... G59), ни прочая трансформация координат (G52, G92), только лишь выключение управления.

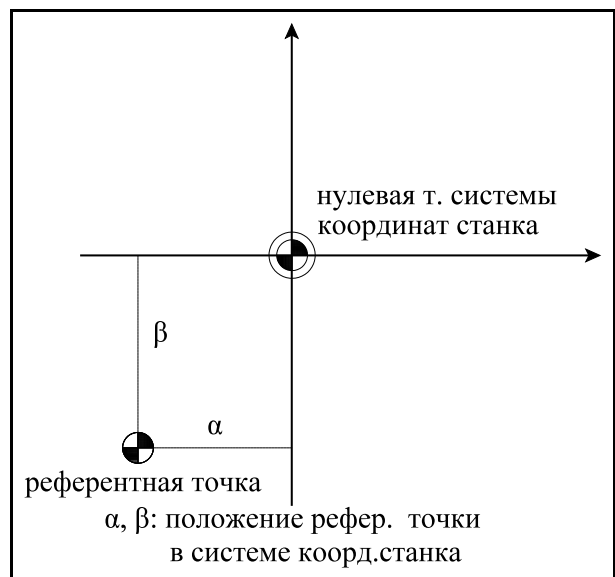


рисунок 10.1-1

10.1.1 Установка системы координат станка

Система координат станка устанавливается после приёма референтной точки в поле параметров. Для группы параметров 7021 REFPOS1 надо записать расстояние референтной точки по осям, отсчитывая от нулевой точки системы координат станка.

10.1.2 Выбор системы координат станка (G53)

Под действием команды

G53 v

инструмент совершает движение в точку с позицией v по системе координат станка.

- независимо от состояния G90, G91, координатами v обращается всегда как абсолютными координатами,
- оператор I после адреса координат недействителен,
- движение выполняется всегда ускоренным ходом, подобно команде G00,
- индексация происходит всегда с учётом установленных коррекций инструмента.

Команду G53 можно выполнить только после приёма референтной точки. Команда G53 является разовой, она действительна только в том предложении, где её задавали.

10.2 Системы координат заготовки

Система координат, использованная при обработке резанием заготовки, называется системой координат заготовки. В управлении можно определить шесть разных систем координат заготовки.

10.2.1 Установка систем координат заготовки

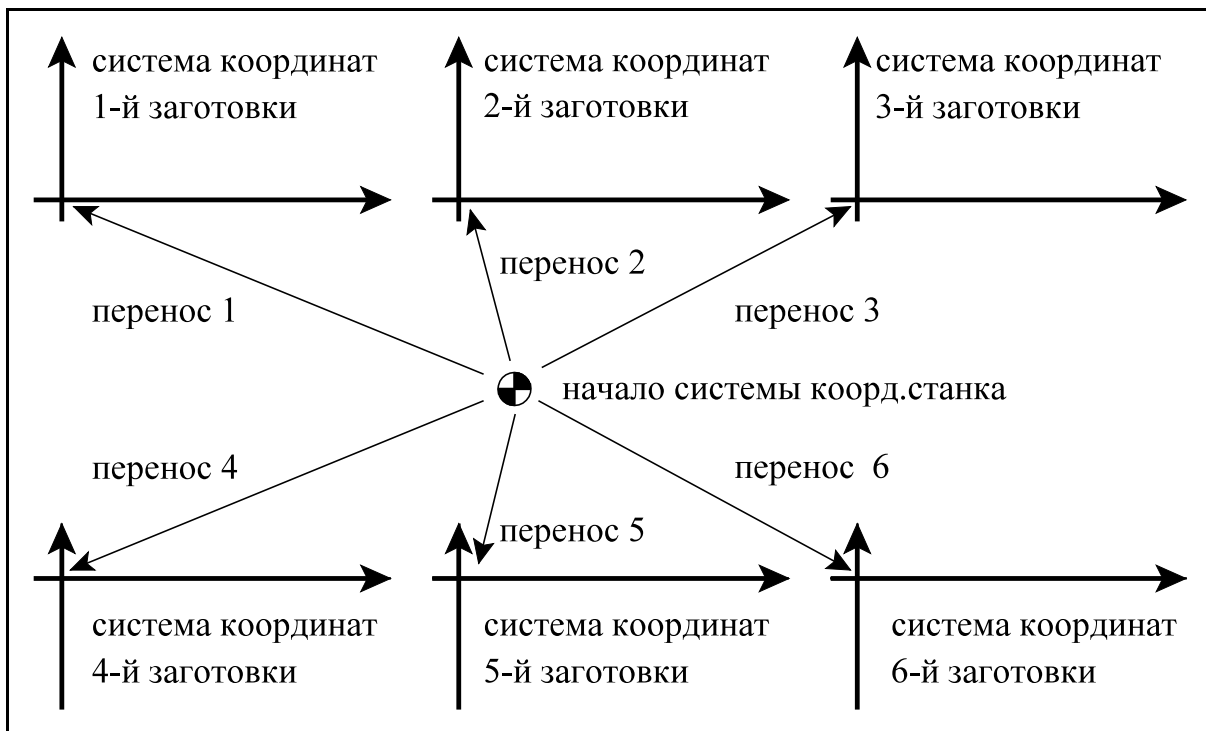


рисунок 10.2.1-1

В режиме установки можно определить положение различных систем координат заготовки

в системе координат станка, и установить необходимые переносы.

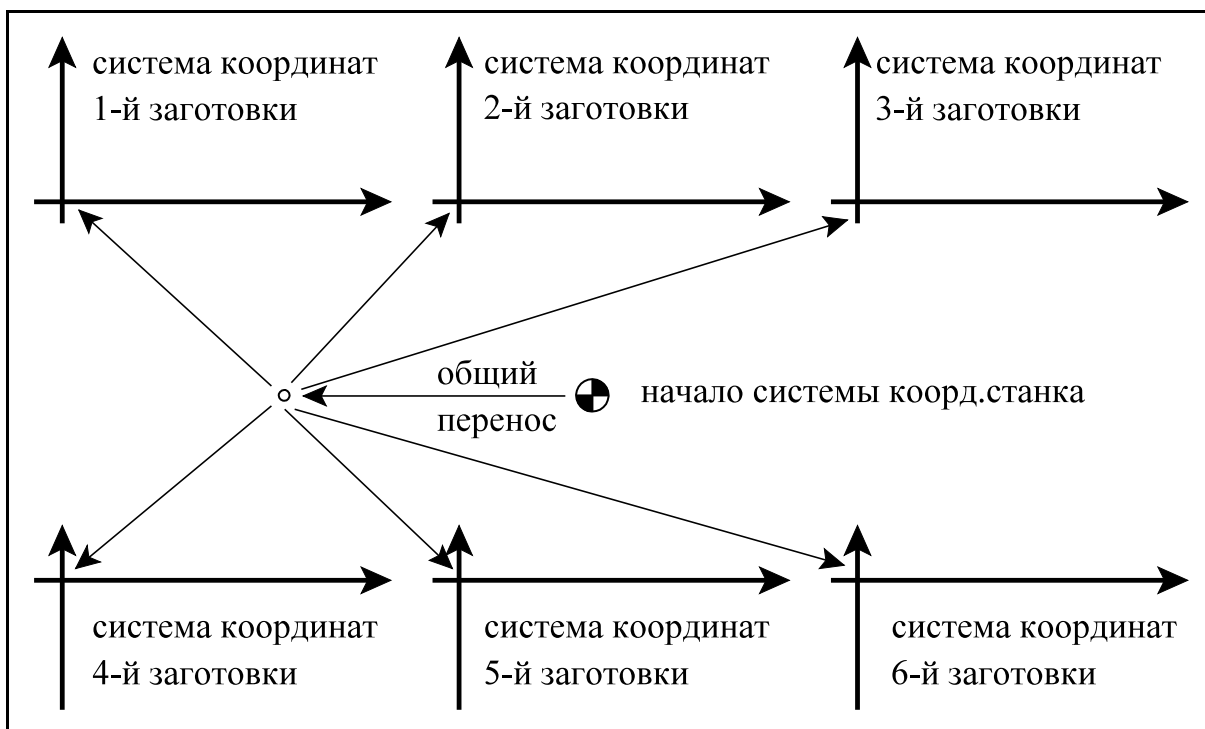


рисунок 10.2.1-2

Кроме того, все системы координат заготовки можно переносить на общую величину, задаваемую также в режиме установки.

10.2.2 Выбор системы координат заготовки

Командами G54...G59 можно выбрать разные системы координат заготовки.

G54.....1 -ая система координат заготовки

G55.....2 -ая система координат заготовки

G56.....3 -ья система координат заготовки

G57.....4 -ая система координат заготовки

G58.....5 -ая система координат заготовки

G59.....6 -ая система координат заготовки

Функция является наследственной. Их выбор до принятия референтной точки недействителен. После принятия референтной точки выбирается G54 1-ая система координат заготовки.

Абсолютные данные координат предложенной интерполяции учитываются управлением в актуальной системе координат заготовки.

Например в случае команды

`G56 G90 G00 X60 Y40`

в 3-ей системе координат заготовки занимает точку $X=60, Y=40$. Перенос систем координат заготовки можно замерять, и значения переноса сохраняются и после выключения.

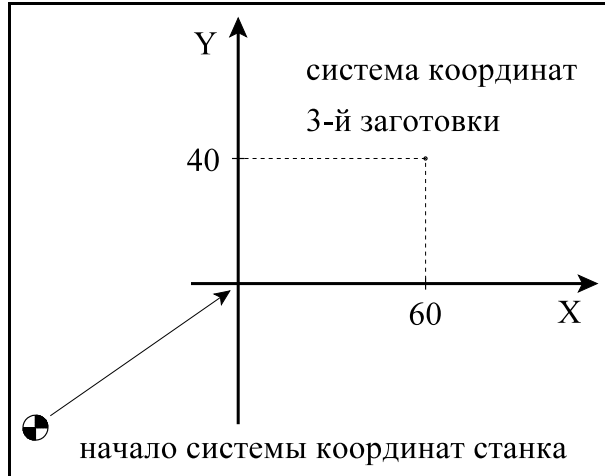


рисунок 10.2.2-1

При замене системы координат заготовки позиция инструмента высвечивается в новой системе координат. Например на столе лежит две заготовки. К одной точке приведения привяжем первую систему координат заготовки G54, с переносом по системе координат станка $X=300, Y=800$. К другой точке приведения привяжем вторую систему координат заготовки G55, с переносом по системе координат станка $X=1300, Y=400$. В системе координат G54 X', Y' позиция инструмента $X'=700, Y'=500$. По команде G55 позиция инструмента интерпретируется X'', Y'' в системе координат: $X''=-300, Y''=900$.

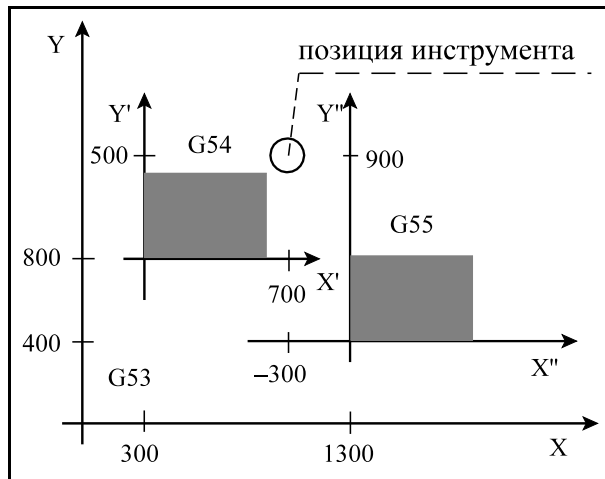


рисунок 10.2.2-2

10.2.3 Установка переноса систем координат заготовки из программы

Системы координат заготовки и общий перенос систем координат заготовки можно установить и командой программы.

Командой

G10 v L2 Pp

где

$p = 0$ установка общего переноса

$p = 1...6$ установка системы координат 1-6 заготовки

$v (X, Y, Z, \dots)$: величина переноса по осям

Данные координат вводятся всегда как прямоугольные, абсолютные величины. Команда G10 однократная.

10.2.4 Создание новой системы координат заготовки (G92)

Командой

G92 v

создаётся новая система координат таким образом, что одна выделённая точка, например кончик инструмента, если запрограммирована коррекция длины, или базовая точка держателя инструмента, если нет коррекции длины, будет точкой с координатой v новой системы координат заготовки. В дальнейшем любая следующая абсолютная команда понимается в этой новой системе координат заготовки, индикация позиции будет тоже в этой системе координат. Координаты, заданные в команде G92 понимаются всегда как прямоугольные, абсолютные величины.

Если например инструмент находится в точке с координатой $X=150$, $Y=100$, в актуальной системе координат заготовки X , Y , командой

G92 X90 Y60

создаётся новая система координат X' , Y' , в которой инструмент попадёт в точку с координатой $X'=90$, $Y'=60$. Вектор переноса V' между системами координат X , Y - X' , Y' имеет осевые составляющие:

$$V'_x = 150 - 90 = 60, \text{ или}$$

$$V'_y = 100 - 60 = 40.$$

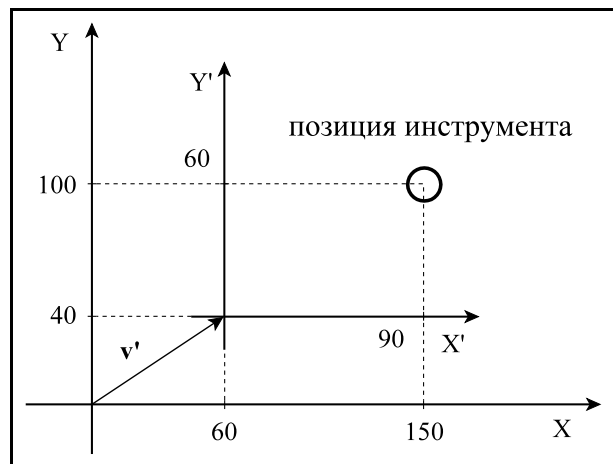


рисунок 10.2.4-1

Команда G92 действует во всех шести системах координат заготовки, то есть вычисленный перенос V в одной учитывается в остальных пяти системах.

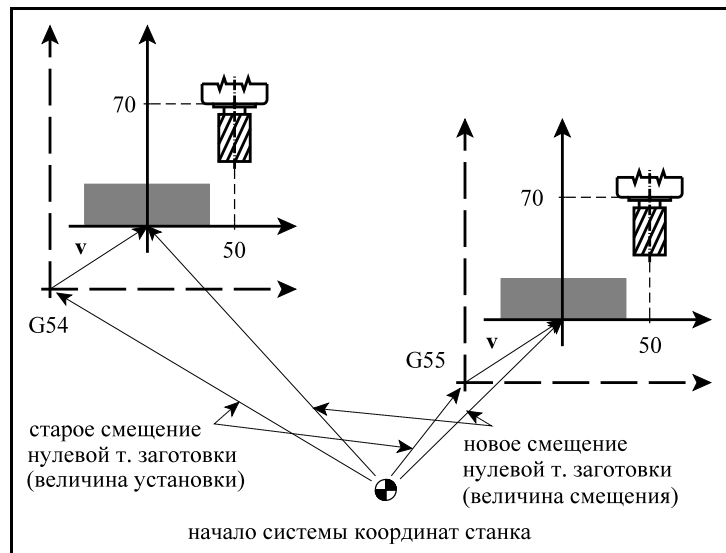


рисунок 10.2.4-2

☞ *Замечания:*

- Перенос системы координат заготовки, установленный командой G92 удаляется исполнением команды конец программы M2, M30, и возвращением к началу программы.
- Команда G92 по тем осям, которые фигурируют в команде, удаляет в локальной системе координат переносы, запрограммированные командой G52.

- Командой G92 можно удобно решить цикличное высвечивание позиции круглого стола, совершающего несколько поворотов. Если например ось В повернём в позицию 360° , то с программированием G92 B0 можно без физического перемещения переносить ось в позицию 0° .

10.3 Локальная система координат

Во время составления программы детали в некоторых случаях легче задавать данные координат не в системе координат заготовки, а в другой, так называемой локальной системе координат.

Команда

G52 v

создаёт локальную систему координат.

- Если координата v задана абсолютной величиной, начало локальной системы координат попадает в точку системы координат заготовки с координатой v .
- Если координата v задана инкрементальной величиной, начало локальной системы координат переносит на v , если локальная система уже до этого была определена, а если не была определена, тогда перенос совершается по отношению начала системы координат заготовки.

В дальнейшем все команды движения, заданные абсолютными координатами исполняются в новой системе координат. Индикация позиции будет тоже в новой системе координат. Значения координат v интерпретирует всегда как величины прямоугольных координат.

Если например инструмент находится в точке с координатой $X=150, Y=100$ в актуальной системе координат заготовки X, Y , командой

G90 G52 X60 Y40

создаётся новая локальная система координат X', Y' , в которой инструмент попадает в точку с координатой $X'=90, Y'=60$. Осевые составляющие вектора переноса V' между системами координат X, Y – X', Y' определяются командой G52: $V'_x=60$, или $V'_y=40$.

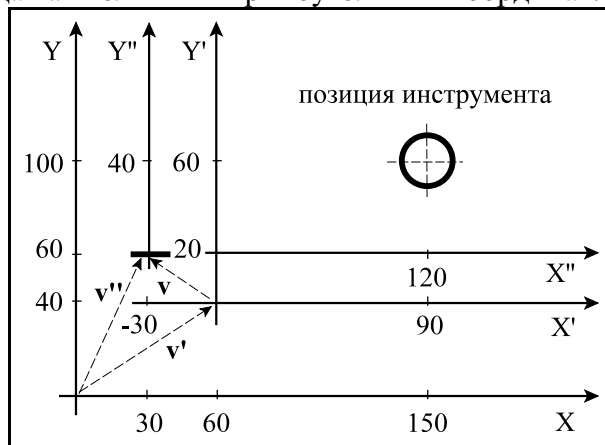


рисунок 10.3-1

Если сейчас локальную систему координат

желаем переносить в точку с позицией X'', Y'' , имеется два способа:

- абсолютной задачей данных: команда (G90) G52 X30 Y60 в системе координат заготовки X, Y начало системы координат X'', Y'' переносит в точку с координатой $X=30, Y=60$. Составляющие вектора V'' образуются подставлением значений $V''_x=30, V''_y=60$.
- инкрементальной задачей данных: команда G91 G52 X-30 Y20 в системе координат X', Y' начало системы координат X'', Y'' переносит в точку с координатой $X'=-30, Y'=20$. Составляющие вектора V образуются подставлением значений $V_x=-30, V_y=20$. Вектор V'' , которая показывает положение в новой локальной системе координат в системе координат заготовки X, Y : $V''=V'+V$. Его составляющие: $V''_x=60+(-30)=30, V''_y=40+20=60$.

Позиция инструмента в системе координат X'', Y'' : $X''=120, Y''=40$.

Команда

`G90 G52 v0`

удаляет переносы в точках с координатой v .

Перенос локальной системы координат будет действовать во всех системах координат заготовки.

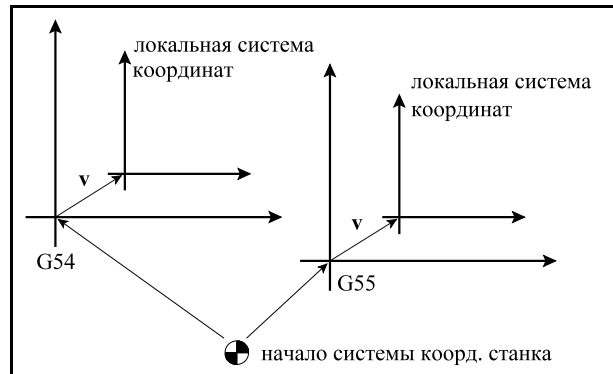


рисунок 10.3-2

Запрограммирование команды `G92` по тем осям, по которым задавали значения, удаляет переносы, созданные командой `G52`, как будто выдавали команду `G52 v0`.

Если инструмент находится в точке с координатой $X=200$, $Y=120$ системы координат заготовки X , Y , командой

`G52 X60 Y40`

в локальной системе координат X' , Y' его позиция будет $X'=140$, $Y'=80$. Потом командой

`G92 X110 Y40`

в новой системе координат заготовки X'' , Y'' позиция инструмента будет $X''=110$, $Y''=40$. Значит, локальная система координат X' , Y' командой `G92` удаляется, как будто выдавали команду `G52 X0 Y0`.

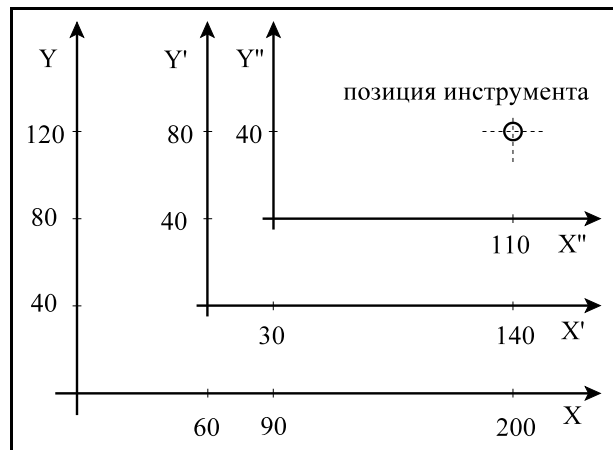


рисунок 10.3-3

☞ *Замечание:*

– Выполнение команды `M2`, `M30`, а также возвращение к началу программы удаляет перенос локальной системы координат.

10.4 Выбор плоскости (`G17`, `G18`, `G19`)

Плоскость, в которой действует

- интерполяция окружности,
- задача данных в полярных координатах,
- поворот системы координат,
- коррекция плоскостного радиуса инструмента,
- индексация циклов сверления,

можно выбирать следующими кодами `G`:

G17.....плоскость $X_p Y_p$

G18.....плоскость $Z_p X_p$

G19.....плоскость $Y_p Z_p$,

где: X_p : X, или параллельная ему ось,

Y_p : Y, или параллельная ему ось,

Z_p : Z, или параллельная ему ось.

Выбранная плоскость называется главной плоскостью.

То, что какая из параллельных осей будет выбрана командой G17, G18, или командой G19, зависит от адреса осей, запрограммированные в одно предложение:

Если X и U, Y и V, Z и W параллельные оси:

G17 X___ Y___ плоскость XY,

G17 X___ V___ плоскость XV,

G17 U___ V___ плоскость UV,

G18 X___ W___ плоскость XW,

G19 Y___ Z___ плоскость YZ,

G19 V___ Z___ плоскость VZ

будет выбрана.

Если на задана G17, G18, G19 в одном предложении, выделение плоскости остаётся неизменным:

G17 X___ Y___ плоскость XY

U___ Y___ остаётся плоскость XY.

Если в предложении G17, G18, G19 не задан адрес оси, управлением выбираются главные оси:

G17 плоскость XY,

G17 X плоскость XY,

G17 U плоскость UY,

G17 V плоскость XV,

G18 плоскость ZX,

G18 W плоскость WX

будет выбрана.

Команда движение не влияет на выбор плоскости:

на воздействие

(G90) G17 G00 Z100

выбирается плоскость XY, и ось Z перемещается в точку с координатой 100.

После включения заданная параметром *CODES* поля параметров плоскость: G17, или G18 будет выбрана.

Внутри одной программы можно многократно менять плоскость.

Выделение адреса U, V, W в качестве параллельной оси выполняется в поле параметров.

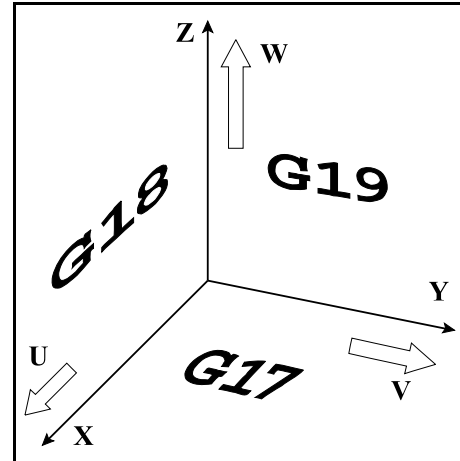


рисунок 10.4-1

11 Функция шпинделя

11.1 Команда чисел оборотов шпинделя (код S)

Если написать по адресу S не более пятизначного числа, NC передаёт один код для PLC. Адрес S в зависимости от конструкции станка, PLC может интерпретировать как код, а также как значение с размерностью число оборотов/в минуту.

Если запрограммировать в том же предложении команду движения и число оборотов шпинделя (S), функция S во время выполнения команды движения, или после него будет исполняться. Как это исполняется, определяется строителем станка.

Заданные числа оборотов по адресу S являются наследственными. При включении управления построится кодом S0. В различных передаточных диапазонах шпинделя число оборотов шпинделя имеет одну максимальную и одну минимальную пределы. Эти пределы определяются строителем станка в поле параметров, и управление не допускает число оборотов вне этого диапазона.

11.2 Программирование расчёта постоянной скорости резания

Функцию расчёта постоянной скорости резания можно использовать только при бесступенчатом главном приводе. В таком случае управление изменяет число оборотов шпинделя так, чтобы скорость инструмента по отношению к поверхности заготовки была всегда постоянной и равной запрограммированному значению.

Величину постоянной скорости резания нужно задавать в зависимости от входной системы мер на основании следующей таблицы:

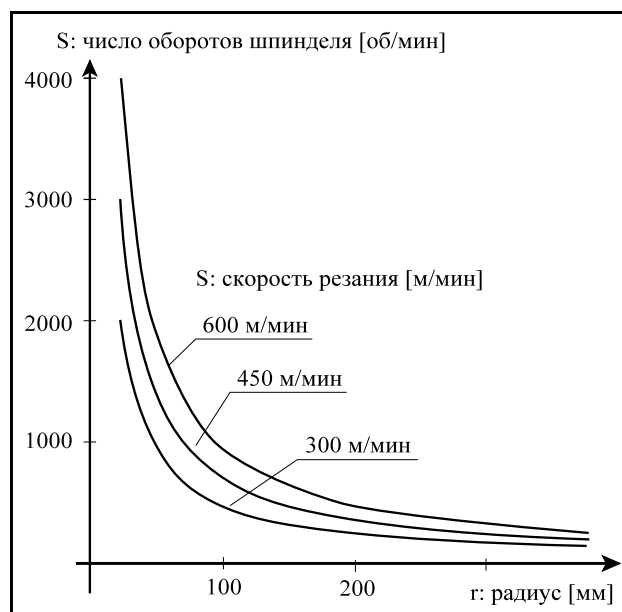


рисунок 11.2-1

входная единица измерения	единица измерения постоянной скорости резания
мм (G21 метрическая)	м/мин (метр/минута)
дюйм (G20 дюймовая)	фут/мин (фут/минута)

11.2.1 Задача расчёта постоянной скорости резания (G96, G97)

Команда

G96 S

включает расчёт постоянной скорости резания. По адресу S нужно задавать постоянную скорость резания в единицах измерения, заданных в приведенной выше таблице.

Команда

G97 S

выключает расчёт постоянной скорости резания. По адресу S можно задавать желаемое число оборотов шпинделя (в размерности оборот/в минуту).

- Для расчёта постоянной скорости резания систему координат нужно так установить, чтобы нулевая точка системы координат совпадала осью вращения.
- Расчёт постоянной скорости резания будет задействован только после того, что шпиндель запустили с помощью M3, или M4.
- Значение постоянной скорости резания является наследственным, даже после того, что командой G97 выключили его расчёт. Значение постоянной скорости резания после включения определяется параметром 1081 CTSURFSP.

G96 S100 (100 м/мин, или 100 фут/мин)

G97 S1500 (1500 об/мин)

G96 X260 (100 м/мин, или 100 фут/мин)

- Расчёт постоянной скорости резания действителен и в режиме G94 (подача / минута).
- Если выключили расчёт постоянной скорости резания командой G97 и не задавали новое число оборотов шпинделя, тогда остаётся в силе последнее число оборотов шпинделя, принятое в состоянии G96.

G96 S100 (100 м/мин, или 100 фут/мин)

.

.

G97 (Число оборотов, относящееся к получаемому диаметру X)

- В случае индексации ускоренным ходом (G00 предложение), постоянная скорость резания не рассчитывается непрерывно, а управлением устанавливается число оборотов, относящееся к очередной позиции, в конечной точке индексации. Это необходимо для того, чтобы лишьно не изменять число оборотов шпинделя.
- Для расчёта постоянной скорости резания нужно установить на ось вращения шпинделя нулевую точку той оси, на основании позиции которой изменяем число оборотов шпинделя.

11.2.2 Ограничение величины постоянной скорости резания (G92)

Командой

G92 S

устанавливается допустимое максимальное при расчёте постоянной скорости резания число оборотов шпинделя. Управление при включённом состоянии расчёта постоянной скорости резания не разрешает выдавать число оборотов шпинделя, превышающее заданное здесь значение. В этом случае размерность S: об/мин.

- После включения, а также, если не определили значение S командой G92, то верхним пределом числа оборотов шпинделя при расчёте постоянной скорости резания будет максимальное значение, допустимое для данного диапазона.
- Значение максимального числа оборотов будет передаваться до тех пор, пока

не запрограммировали новое,
не достигается конец программы,
или не изменится режим работы.

11.2.3 Назначение оси для расчёта постоянной скорости резания

Ось, для которой управление ведёт расчёт постоянной скорости резания, назначается параметром 1182 AXIS. К параметру нужно написать логический номер оси.

При желании отклониться от назначенной оси, командой

G96 P

задаётся та ось, для которой желаем рассчитать постоянную скорость резания.

Истолкование адреса P:

P1: X, P2: Y, P3: Z,

P4: U, P5: V, P6: W,

P7: A, P8: B, P9: C

– Значение, установленное по адресу P, является наследственным. При включении управление задействует расчёт постоянной скорости резания для оси, установленной параметром 1182 AXIS.

11.3 Обратная связь позиции шпинделя

При нормальной обработке NC выдаёт команду по числу оборотов, пропорциональному запрограммированному для привода шпинделя (заданное значение по адресу S). В это время главный привод работает в режиме регулируемого числа оборотов.

Однако для некоторых технологических задач может потребоваться установить шпиндель в определённое угловое положение. Это называется индексацией шпинделя.

Перед индексацией NC приводит главный привод в режим урегулированной позиции. Это на практике означает, что в дальнейшем NC уже не выдаёт команду пропорционального числа оборотов S, а с помощью датчика углового положения, установленного на шпинделе измеряет положение шпинделя и в зависимости от желаемого угла поворота выдаёт команду для главного привода так же, как для других осей. Это называется обратной связью позиции.

Для того, чтобы на данном станке можно было выполнить индексацию шпинделя, необходимо установить на шпиндель датчик углового положения, далее главный привод должен быть таким, чтобы работал и в режиме обратной связи позиции.

11.4 Ориентированная остановка шпинделя

Ориентацией шпинделя, или ориентированной остановкой шпинделя называется та функция, когда шпиндель остановим в данном угловом положении. Это понадобится например при автоматической замене инструмента, или при выполнении некоторых циклов сверления. О том, что возможно ли выполнить ориентацию на данном станке, нужно сообщить управлению параметром *ORIENT1* в поле параметров. Команда ориентации шпинделя выдаётся функцией M19, однако в зависимости от конкретного станка может вызываться и другой функцией. Ориентация может происходить технически двояко.

Если шпиндель не имеет обратную связь регулировки позиции, ориентация выполняется с помощью поворота шпинделя до включателя положения, установленного на станке.

Если шпиндель можно включить в обратную связь регулировки позиции, командой M19 управление пошлет нулевой импульс шпинделя. Далее управление автоматически выпол-

няет замыкание цепи регулировки позиции.

11.5 Индексация шпинделя

Индексация шпинделя возможно только после замыкания цепи регулировки позиции шпинделя. Значит, эта функция служит для замыкания цепи. Открытие цепи происходит командой открытия цепи M3, или командой поворота M4.

В том случае, если значение параметра *INDEX1* =1 (этот параметр показывает, что шпиндель можно включить в обратную связь регулировки позиции) и значение параметра *INDEX_C1* =0, индексация шпинделя выполняется функцией M..

В этом случае шпиндель истолкует команду функции M, начиная от предельных значений, установленных параметром *M_NUMB1* до (*M_NUMB1*+360), как команду по индексации шпинделя, то есть из запрограммированного значения M вычитает предельное число, и полученным таким образом числом обращается, как инкрементальным, заданным в градусах перемещением.

Значит, если например *M_NUMB1*=100, команда M160 означает, чтобы шпиндель по отношению настоящего положения повернулся на 160-100=60 градусов. Направление движения - это есть значение, назначенное параметром *CDIRS1*, а скорость - значение, установленное параметром *RAPIDS1*.

Если значение параметра *INDEX_C1* =1, индексацию шпинделя можно задавать по адресу C.

11.6 Наблюдение за колебанием чисел оборотов шпинделя (G25, G26)

Команда

G26

включает наблюдение за колебанием чисел оборотов шпинделя, а команда

G25

выключает его. После выключения или RESET управление переходит в состояние G26, значит, наблюдение за колебанием чисел оборотов шпинделя включено. Эта функция даёт сигнал о происходящей ненормальности при вращении шпинделя, тем самым можно например избежать заклинивания шпинделя.

На наблюдение за колебанием чисел оборотов воздействует 4 параметра. Эти параметры можно переписать из программы на адреса, последующим за кодом G26. Переписанные параметры сохраняются и после выключения. Командой

G26 Pp Qq Rr Dd

параметры заменяются. Интерпретация параметров приведена в следующую таблицу:

название	параметр	значение	единица	предел
p	5001 TIME	максимальная продолжительность от выдачи команды чисел оборотов до начала проверки	100 мсек	65535
q	5002 SCERR	допускаемое процентное отклонение между командой чисел оборотов и фактическим числом оборотов	%	1-50
r	5003 FLUCT%	допускаемый размер колебания чисел оборотов в процентах выданного числа оборотов	%	1-50
d	5004 FLUCTW	допускаемый размер колебания чисел оборотов в абсолютных значениях	об/мин	65535

наблюдение за колебанием чисел оборотов происходит следующим образом.

Начало наблюдения за колебанием чисел оборотов

При выдаче новой команды чисел оборотов управление прекращает наблюдение. Наблюдение за колебанием чисел оборотов начинается тогда, когда

– фактическое число оборотов шпинделя достигает в пределах допуска значение команды чисел оборотов, определённое значением "q", или

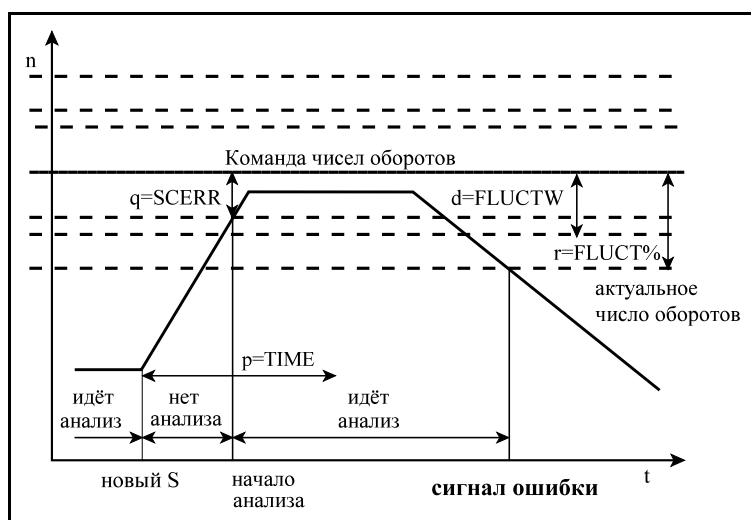


рисунок 11.6-1

– актуальное число оборотов шпинделя в пределах допуска не достигает значение команды чисел оборотов, заданное значением "q", но от выдачи команды проходит время, определённое значением "p".

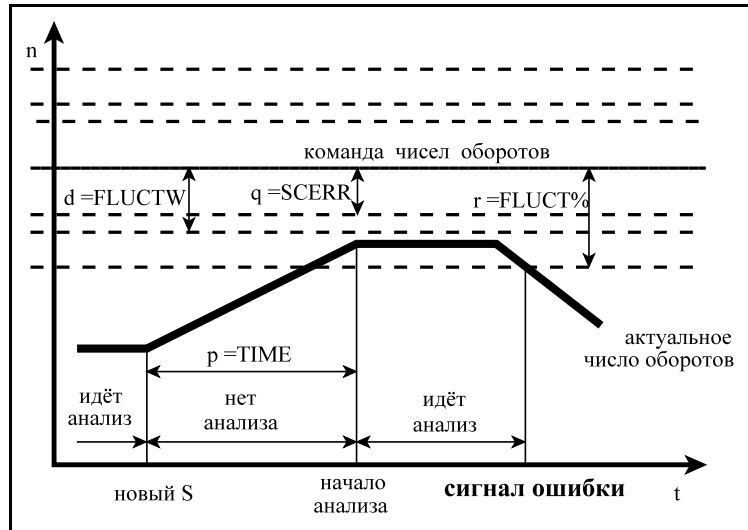


рисунок 11.6-2

Обнаружение ошибки

В ходе наблюдения управление даёт сигнал ошибки тогда, когда отклонение от актуального числа оборотов превышает значение команды чисел оборотов в размере

- предела допуска, выраженного в процентах значения команды, заданным величиной "r", и также
- предела допуска, заданного абсолютной величиной "d".

Когда значение актуального числа оборотов превышает обоих пределов допуска, NC даёт сообщение для PLC.

На рисунке 3. виден тот диапазон оборотов, при котором NC выдаст сигнал ошибки. Если запрограммированное число оборотов шпинделя находится под буквой "S" по рисунку, NC тогда выдаёт сигнал ошибки, если актуальное число оборотов больше 1 секунды 0 об/мин.

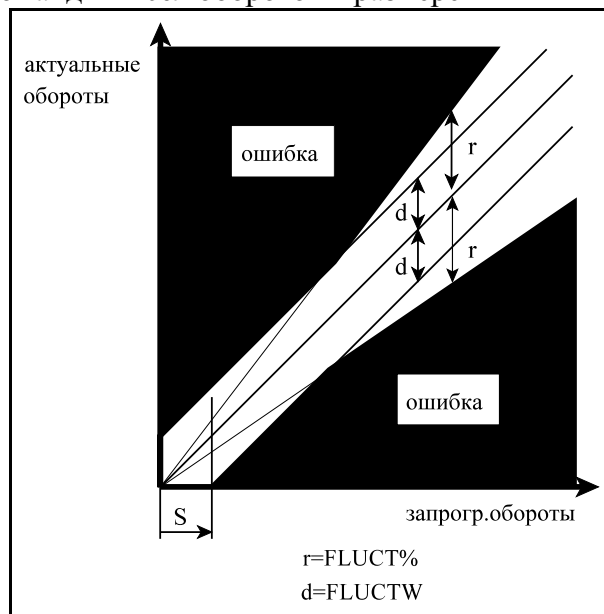


рисунок 11.6-3

- Функция наблюдения за колебанием числа оборотов действительна только тогда, если на шпинделе установлен датчик.
- Команда чисел оборотов, по отношению которой ведётся наблюдение актуальных чисел оборотов, вычисляется с учётом форсировки, предельных чисел оборотов диапазона, и запрограммированных максимальных чисел оборотов (G92 S_) в состоянии расчёта постоянной скорости резания G96.
- Наблюдение за колебанием числа оборотов действительное только при G26 и при вращении шпинделя (Состояние M3, или M4).
- Команду G26 необходимо программировать в отдельном предложении.

12 Обращение с инструментами

12.1 Команда вызова инструмента (код T)

Если написать по адресу T число не более, чем из четырёх цифер, NC передаёт один код для PLC.

Если запрограммировать в одно и то же предложение команду движения и номер инструмента (T), функция T выполняется во время или после исполнения команды движения. Что каким образом исполняется, определяется строителем станка.

12.2 Формат программ для программирования номера инструмента

В программе детали в основном двояко можно сослаться на смену инструмента. Оба способа зависят от усовершенствования станка. Технику вызова инструмента, применяемой в программе детали, задаётся строителем станка.

Случай А

Смена инструмента на станке производится вручную, или устройством для смены инструментов револьверного типа. Если ссылаемся на код T:

- в случае смены вручную на дисплей появляется номер загружаемого инструмента, устанавливаемого рукой в шпинделе, потом стартом продолжается обработка,
- в случае устройства для смены инструментов револьверного типа кодом T производится станком автоматическая загрузка инструмента.

Значит, технически ссылка на инструмент вызывает немедленную смену в том предложении, в котором задавали T.

Случай Б

Смена инструмента на станке требует подготовку. Её шаги следующие:

- В магазине инструментов надо найти загружаемого инструмента. Ссылка в программе детали на адрес T приводит соответствующий инструмент в положение смены. Эта операция происходит на заднем плане, параллельно с обработкой.
- Суппорты или только один из них надо направить в позицию смены.
- Выполнение смены инструмента в программе происходит функцией M06. Управление ожидает выполнением смены инструмента, пока загружаемый инструмент попадает в положение смены инструмента T. Под действием этого новый инструмент устанавливается в шпинделе. Отсюда продолжается обработка резанием.
- Предыдущий инструмент возвращается в магазин инструментов. Это действие происходит на заднем фоне, параллельно с обработкой.
- Начинается поиск последующего инструмента в магазине.

Описание этого процесса в программе детали происходит следующим образом:

программа детали	объяснение
.....	
...Tnnnn.....	Поиск инструмента с номером Tnnnn,
.....	Идёт программа детали, на заднем фоне происходит поиск инструмента Tnnnn,
...M06 Tmmmm....	Инструмент Tnnnn устанавливается в шпинделе,
.....	Предшествующий инструмент ставится назад в магазин,
.....	Начало поиска инструмента Tmmmm, в то же время идёт обработка.
...M06 Trrrr.....	Инструмент Tmmmm устанавливается в шпинделе,
.....	Инструмент Tnnnn ставится назад в магазин, начало поиска инструмента Trrrr,
.....	в то же время идёт обработка.

13 Смешанные и вспомогательные функции

13.1 Смешанные функции (коды М)

Задавая после адреса **М** не более трёхзначного числа, NC передаёт код для PLC.

Если запрограммировать в одно и то же предложение команду движения и смешанную функцию (код М), смешанная функция выполняется параллельно с выполнением команды движения, или после выполнения команды движения. Каким образом выполняется, определяется строителем станка.

Среди кодов М имеются коды, обеспечивающие выделённую функцию, используемые только для определённых функций. Эти являются следующими:

М00, М01, М02, М30, М96, М97, М98, М99: коды управления программой

М03, М04, М05, М19: коды обращения со шпинделем

М06: код смены инструментов

М07, М08, М09: коды обращения охлаждающей водой

М11, ..., М18: код смены диапазона шпинделя

Остальные значения М используются свободно.

Коды индексации шпинделя М, если индексация работает по коду М, назначаются параметрами.

Управление позволяет, чтобы в одно предложение написали несколько, относящиеся к разным группам коды М. Их группировка и последовательность исполнения следующая:

1-я группа	М06: смена инструментов
2-я группа	М11, ..., М18: смена диапазона шпинделя
3-я группа	М03, М04, М05, М19: обращение со шпинделем
4-я группа	М07, М08, М09: обращение охлаждающей водой
5-я группа	Мnnp: произвольная прочья функция М
6-я группа	коды индексации шпинделя М
7-я группа	М00, М01, М02, М30, М96, М97, М98, М99: коды управления программой

Количество функций М, запрограммируемых в одном предложении не больше 5. Из каждой группы программируется в одном предложении только один код М. Противоречащее программирование вызывает сигнал ошибки *3032 ПРОТИВОРЕЧИВЫЕ КОДЫ М*.

Точная работа отдельных кодов М определяется строителем станка в зависимости от конструкции станка. Исключением являются коды управления программой.

Коды управления программой М:

М00: запрограммированный стоп

В конце того предложения, в котором задавалась М00, генерируется состояние стопа. Все наследственные функции остаются неизменными. На воздействие старта они снова запускаются.

М01: условный стоп

Его действие одинаково кодом М00. Исполняется при включенном состоянии кнопки **УСЛОВНЫЙ СТОП**. Если не включить соответствующую кнопку, она недействительна.

М02, М30: конец программы

Означает конец главной программы. Операции останавливаются, и управление переходит в исходное положение. Программа PLC приводит станок в исходное положение. Выполнение каждого М02 или М30 увеличивает на одно показание счётчика заготовки, если только параметром *PRTCNTM* не пересматриваем эту услугу.

M98: вызов подпрограммы

Его воздействием происходит вызов подпрограммы.

M99: конец подпрограммы

Его воздействием исполнение возвращается на место вызова.

13.2 Вспомогательные функции (коды А, В, С)

По адресу **А**, **В** или **С** можно задавать не более трёх цифр, если один из адресов или все назначены в поле параметров, как вспомогательные функции. Значение, заданное по вспомогательной функции передаётся для PLC.

Если запрограммировать команду движения и вспомогательную функцию в одно и то же предложение, вспомогательная функция будет выполнена параллельно выполнением команды движения, или исполняется после выполнения команды движения.

Порядок выполнения определяется строителем станка, и содержится спецификацией станка. По адресу **В** выполняется например индексация делительного стола.

13.3 Порядок выполнения различных функций

Различные функции, написанные в одно предложение, исполняются управлением обычно в следующем порядке:

1	смена инструмента:	M06
2	вызов инструмента:	T
3	смена диапазона шпинделя:	M11, ..., M18
4	число оборотов шпинделя:	S
5	обращение со шпинделем:	M03, M04, M05, M19
6	охлаждающая вода:	M07, M08, M09
7	прочья функция M:	Mnnn
8	индексация шпинделя:	функцией M
9	функция А:	A
10	функция В:	B
11	функция С:	C
12	коды управления программой:	M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99

Поскольку указанный выше порядок выполнения не подходит, предложение надо разбить на несколько предложений, и в каждое предложение написать функции согласно желаемому порядку.

14 Организация программы детали

Во главе ведения уже видели при построении программы детали, что какими кодами, и в каких форматах расположены программы в магазине. В этом разделе рассматривается организация программы детали.

14.1 Номер предложений (адрес N)

Предложения программы снабжены порядковым номером. Нумерация предложений может исполняться по адресу N. По адресу N можно пронумерировать предложения не более 5 цифрами. Использование адреса N не обязательно. Можно какие-то предложения пронумерировать, а других нет. Нумерация предложений не должна быть последовательной одна за другой.

14.2 Условный пропуск предложения (/ адрес)

Условный пропуск предложения можно программировать чертой дроби /адресом. Значение черта дроби / адрес может быть 1-9. Числа 1-9 означают порядковый номер включателей. Включатель **УСЛОВНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ** с порядковым номером 1 находится на щите управления.

Установка остальных включателей является опциональной, их знаки можно вводить через поверхности интерфейса управления.

В том случае, когда в начало предложение запрограммировать /n условный пропуск предложения, тогда

- если n-ный включатель имеется во включённом состоянии, исполнение предложение пропускается,
- если n ный включатель имеется во выключённом состоянии, предложение исполняется.

При желании, чтобы включатель условного кадра был учтён управлением хоть и в кадре, опережающем исполняемого кадра, параметр 1248 CNDBKBUF следует установить в 0. При этом команда условного кадра (кадры, начинающиеся со знаком /) **подавляет** чтения вперёд кадра. В этом случае при **G41, G42** контур **искажается**, однако включатель условного кадра достаточно **включить во время исполнения предыдущего кадра**, чтобы имело действие.

При желании, чтобы команда / не подавляла чтения вперёд кадра, установить параметр 1248 CNDBKBUF в 1. При этом команда условного кадра (кадры, начинающиеся со знаком /) **не подавляет** чтения вперёд кадра. В этом случае при **G41, G42** контур **не искажается**, однако для надёжного действия включатель условного кадра **следует установить перед выполнением программы**.

14.3 Главная программа и подпрограмма

Различаем два типа программ: главную программу и подпрограмму. В ходе обработке одной детали могут повторяться деятельности, описываемые тем же фрагментом программы. Для того, чтобы повторяющиеся фрагменты не надо было многократно написать в программе, из этих фрагментов составляется подпрограмма, вызываемая из программы детали. Построение главной программы и подпрограммы в полностью отвечает изложенным в введении.

Разница между ними заключается в том, что после выполнения главной программы обра-

ботка заканчивается, и управление ждёт нового запуска, после выполнения подпрограммы управление возвращается к программе вызова и оттуда продолжает обработку.

По технике программирования разница между двумя программами получается из закрытия программы. Конец главной программы означает кодом M02, или M30 (их применение не обязательно), а конец подпрограммы обязательно закрыть кодом M99.

14.3.1 Вызов подпрограммы

Рядом команды

M98 P....

генерируется вызов подпрограммы. Воздействием команды выполнение программы продолжается в подпрограмме под номером, определённым по адресу P. Предельное значение адреса P: 1-9999. После выполнения подпрограммы продолжается обработка от предложения вызывной программы, последующего за вызовом подпрограммы:

вызывная программа		Подпрограмма	замечание
00010			выполнение программы 00010
.....			
.....			
M98 P0011	--->	00011	вызов подпрограммы 00011
		.....	Выполнение подпрограммы 00011
		
		
следующее предложение	<---	M99	возвращение в вызывную программу
.....			Продолжение программы 00010
.....			

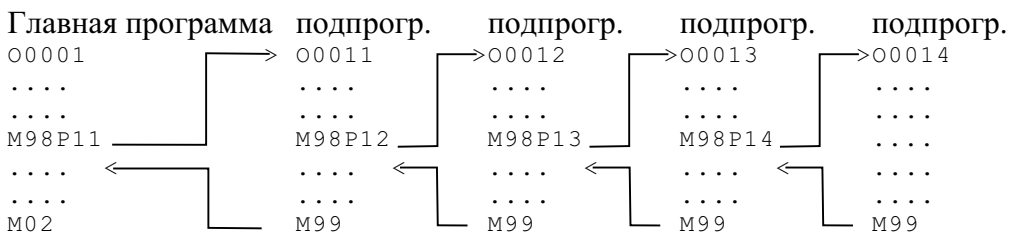
Ряд команды

M98 P.... L....

по номерам, заданным по адресу L вызывает друг за другом подпрограммы, заданные по адресу P. Предельное значение адреса L: 1-9999. Если не задать значение L, подпрограмма вызывается один раз, то есть управление предполагает, что L=1.

Команда M98 P11 L6 означает, что подпрограмму 00011 надо вызывать один за другим 6 раз.

Подпрограмму можно вызывать и из подпрограммы. Вызовы подпрограмм складываются друг в друга до 4-х уровней.



☞ Замечания:

- выдаётся сигнал ошибки 3069 ПРЕВЫШЕНИЕ УРОВНЯ, если уровень вызова подпрограммы превышает 4-х.
- выдаётся сигнал ошибки 3071 ОТСУТСТВУЕТ ИЛИ ОШИБКА P, если значение адреса P больше, чем 9999, или не задано.
- создаётся сигнал ошибки 3072 ОШИБКА ЗАДАНИЯ L, если значение L ошибочное.
- создаётся сигнал ошибки 3073 НЕ СУЩ. НОМЕР ПРОГРАММЫ, если в магазине нет программы с номером, заданным по адресу P.

14.3.2 Возвращение из подпрограммы

Исползование команды

M99

в подпрограмме означает конец подпрограммы, и программное управление передаётся предложению, последующему за вызовом вызывной программы:

вызывная программа		подпрограмма	замечание
00010			выполнение программы 00010
N101 M98 P0011	--->	00011	вызов подпрограммы 00011
		..... ..... .....	выполнение подпрог- раммы 00011
N102	<---	M99	возвращение к следую- щему предложению вы- зывной программы
.....			Продолжение программы 00010

Использование команды

M99 P...

в подпрограмме означает конец подпрограммы, и программное управление передаётся предложению, заданному по адресу P вызывной программы. Предельное значение адреса P в этом случае: 1-99999.

вызывная программа		подпрограмма	замечание
00010			выполнение программы 00010
N101 M98 P0011	--->	00011	вызов подпрограммы 00011
		..... ..... .....	выполнение подпрог- раммы 00011
N250	<---	M99 P250	возвращение к пред- ложению вызывной программы N250
.....			Продолжение программы 00010

Команда

M99 (P...) L...

изменяет счётчика циклов вызывной программы. Если для L написать 0, подпрограмма вызывается только один раз. Например, если командой M98 P11 L20 вызывать подпрограмму 00011 и оттуда командой M99 L5 возвращаемся, подпрограмма 00011 вызывается в итоге 6 раз. (Предельное значение L: 1-9999)

☞ *Замечание:*

– Выдаётся сигнал ошибки 3070 НЕ СУЩ. НОМЕР ПРЕДЛ. P, Q, если не находить номер предложения возвращения (P) в вызывной программе.

14.3.3 Переход внутри главной программы

Использование команды

M99

в главной программе приводит к безусловному переходу к первому предложению главной программы, и выполнение программы отсюда продолжается. Использование команды приводит к бесконечному циклу:

```

O0123
N1... <
.....
.....
.....
M99  —————

```

Использование команды

M99 P.....

в главной программе приводит к безусловному переходу к предложению с номером, заданным по адресу P главной программы, и выполнение программы отсюда продолжается. Использование команды может приводить к бесконечному циклу:

<pre> O0011 N128.... < M99 P128 ————— </pre>	<pre> O0011 M99 P225 ————— N225 < </pre>
---	---

Образование возможных бесконечных циклов можно избежать, если предложение, содержащее команду M99 задаётся в форме /1 M99. В таком случае в зависимости от положения выключателя условного пропуска предложения или пропускается переход, или нет.

15 Коррекция инструмента

15.1 Ссылка на коррекцию инструмента (Н и D)

На коррекцию длины инструмента: по адресу **H**,
 на коррекцию радиуса инструмента: по адресу **D**
 можно ссылаться. Число после адреса, номер коррекции показывает, что какое значение коррекции вызывается. Предельное значение адреса H и D: 0-999.
 Разбивку магазина коррекции показана в таблице ниже:

номер коррекции	код H		код D	
	геометрическое значение	значение износа	геометрическое значение	значение износа
01	-350.200	0.130	-32.120	0.012
02	830.500	-0.102	52.328	-0.008
.
.
.

Номер коррекции 00 в таблице не фигурируется, значения коррекции по нём всегда нулевое.

Геометрическое значение: длина/радиус замеренного инструмента. Число со знаком.

Значение износа: мера износа, возникшего в ходе обработки. Число со знаком.

Если в программе по адресу H, или D ссылаемся на какое-то значение коррекции, управление учитывает в качестве коррекции всегда сумму геометрического значения и значения износа. Например, если в программе ссылаемся на H2, тогда на основании приведенной выше таблицы значение коррекции длины по ряду 02 составляет: $830.500 + (-0.102) = 830.398$.

Адрес H и D является наследственным, то есть управление берёт в учёт то же самое значение коррекции до тех пор, пока не получает другую команду H или D, то есть, когда командой D или H вычитали значение коррекции, тогда уже изменение таблицы коррекции (например с программированием G10) уже не повлияет на вычитанное значение.

Значения коррекции в магазине коррекции сохраняются и после выключения.

Магазин коррекции можно сохранить и в магазине программ, как программу детали.

Пределы геометрических значений и значений износа:

входная система мер	выходная система мер	инкрементальная система	геометрическое значение	значение износа	размерность
мм	мм	ИС-А	$\pm 0.01 \div 99999.99$	$\pm 0.01 \div 163.80$	мм
		И С-В	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 16.380$	
		ИС-С	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 1.6380$	
дюйм	мм	ИС-А	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 6.448$	дюйм
		И С-В	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 0.6448$	
		ИС-С	$\pm 0.00001 \div 99.99999$	$\pm 0.00001 \div 0.06448$	
дюйм	дюйм	ИС-А	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 16.380$	дюйм
		И С-В	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 1.6380$	
		ИС-С	$\pm 0.00001 \div 99.99999$	$\pm 0.00001 \div 0.16380$	
мм	дюйм	ИС-А	$\pm 0.01 \div 99999.99$	$\pm 0.01 \div 416.05$	мм
		И С-В	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 41.605$	
		ИС-С	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 4.1605$	

Значение коррекции инструмента можно установить, или изменить от щита управления вводом данных и из программы с использованием команды установки G10. Если командой G10 изменить актуальное значение коррекции, тогда снова надо сослаться на актуальный регистр коррекции D или H, поскольку только в этом случае учитывается изменённое значение.

В каком-то данном управлении предельное значение адреса H и D, то есть число задаваемых в управлении коррекций по длине и радиусу определяется степенью комплектации магазина данного управления. При минимальной комплектации магазина количество коррекций 99, то есть предельное значение адреса H и D: 0-99.

15.2 Изменение значения коррекций инструмента из программы (G10)

Командой

G10 R L P

можно изменить значения коррекции инструмента из программы. Команда G10 является одноразовой. Значение адресов и их величин:

По адресу R задаются значение коррекции. В состоянии команды абсолютной задачи данных G90 попадает в соответствующий коррекционный регистр значение, написанное по адресу R. В состоянии команды инкрементальной задачи данных G91, или при использовании оператора I данные, написанные по адресу R добавляются к содержанию соответствующего коррекционного регистра.

По адресу L задаётся, какое коррекционное значение желаем изменить:

L=10 означает: установка коррекции длины относится к геометрическому значению (код H),

L=11 означает: установка коррекции длины относится к значению износа (код H),

L=12 означает: установка коррекции радиуса относится к геометрическому значению (код D),

L=13 означает: установка коррекции радиуса относится к значению износа (код D).

По адресу P задаётся, что по какому номеру желаем изменить значение коррекции.

☞ *Замечание:* при запрограммированной коррекции радиуса инструмента значения, задан-

ные по адресу R понимаются в любом случае в качестве радиуса, независимо от состояния параметра *TOOLRAD*. Управление даст сообщение *3001 ПРЕДЕЛ ЗНАЧЕНИЯ X, Y, ... F*, если заданные значения превосходят предельные значения, приведенные в таблицу выше.

15.3 Коррекция длины инструмента (G43, G44, G49)

Команда

G43 q H, или

G44 q H

включает режим коррекции длины инструмента.

Адрес q означает: коррекция длины инструмента действует по оси q. (q: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C)

Адрес H означает: значение коррекции длины инструмента берётся из ячейки коррекции, заданной по этому адресу.

Команда G43 может представлять собой в ходе исполнения хоть абсолютные, хоть инкрементальные данные q, к полученным координатам конечной точки добавит значение коррекции, заданное по адресу H:

G43: + коррекция

Команда G44 может представлять себя в ходе исполнения хоть абсолютные, хоть инкрементальные данные q, из полученных координат конечной точки вычитает значение коррекции, заданное по адресу H:

G44: – коррекция

Команды G43 G91 Z0 H1, или G44 G91 Z0 H1 дают в результате перемещение, равное равно размеру длины инструмента, поскольку по Z запрограммировали инкрементальное перемещение 0. В случае G43 в положительную сторону, если значение коррекции для H1 положительное, в отрицательную сторону, если значение коррекции для H1 отрицательное. В случае G44 точно наоборот. После выполнения команды позиция, загорающаяся по координате Z будет то же самая, что была до выполнения команды, так как после включения коррекции длины высвечивается позиция кончика инструмента.

Коррекцию длины инструмента можно определить одновременно для нескольких осей. Например:

```
G43 Z250 H15
G43 W310 H16
```

Если в одном предложении выделить несколько осей, по каждой выделённой оси учитывается коррекция длины инструмента:

```
G44 X120 Z250 H27
```

Если значение коррекции изменить вызовом нового адреса H, старое значение удаляется, и новое значение будет задействовано:

```
H1=10, H2=20
G90 G00
G43 Z100 H1.....двигается в точку Z=110
G43 Z100 H2.....двигается в точку Z=120
```

Действие G43 и G44 передаётся как наследствие до тех пор, пока из этой группы иную команду не получит.

Команда

G49 или
H00

по всем осям выключает коррекцию длины инструмента, движением, если в предложение запрограммировали и движение, или трансформацией, если в предложение не запрограммировали движение.

Разница между двумя командами заключается в том, что команда H00 удаляет только коррекцию и состояние G43 или G44 оставляет неизменным. Если после этого будет ссылка на новый адрес N отличающийся от нуля, в зависимости от состояния G43 или G44 включается новая коррекция длины инструмента.

Однако при использовании команды G49, все ссылки по адресу N будут бесполезными, пока не запрограммировать G43 или G44.

При включении значение, определённое в группе параметров *CODES* поля параметров решит, что какой код (G43, G44, G49) задействован.

Нижеприведенный пример показывает простую операцию сверления с учётом коррекции длины инструмента:

длина инструмента сверления: N1=400

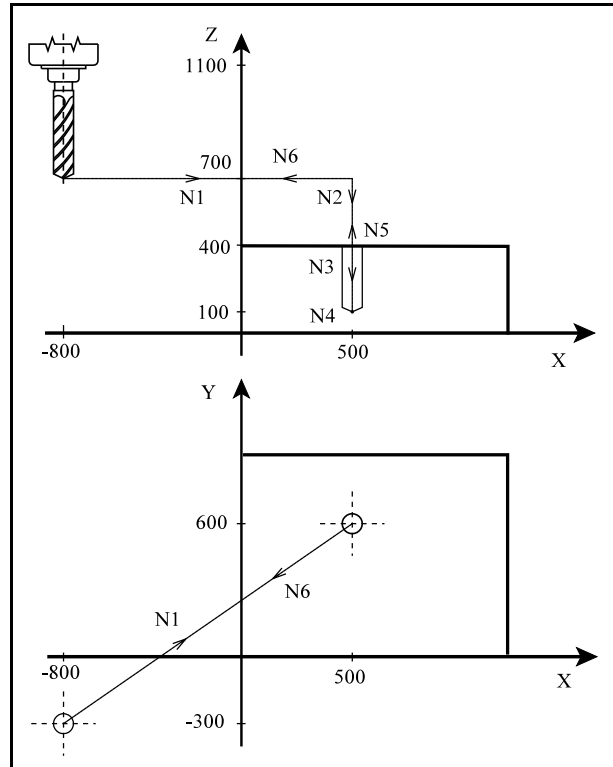


рисунок 15.3-1

N1 G90 G0 X500 Y600	(в плоскости X, Y становится в позицию)
N2 G43 Z410 H1	(Двигается к Z410 с коррекцией по длине H1)
N3 G1 Z100 F180	(Сверлит до Z100 с подачей F180)
N4 G4 P2	(Ожидает 2 секунды)
N5 G0 Z1100 H0	(Выдвижение инструмента с выключением коррекции по длине, кончик инструмента в точке X700)
N6 X-800 Y-300	(в плоскости X, Y возвращение ускоренным ходом)

15.4 Смещение инструмента (G45...G48)

G45: значением коррекции увеличивает смещение

G46: значением коррекции уменьшает смещение

G47: удвоенным значением коррекции увеличивает смещение

G48: удвоенным значением коррекции уменьшает смещение

Команда G45...G48 имеет силу коррекцией, выбранной кодом D до тех пор, пока другое значение не вызывается сопровождением команды G45...G48.

Они являются ненаследственными кодами, они имеют силу только в том предложении, в котором они спецификацию получили.

В случае абсолютной задаче данных, смещение представляет собой разницу между конечной точкой, определённой в актуальном предложении и конечной точкой предыдущего предложения. Увеличение или уменьшение понимается в направлении полученного таким образом движения.

При программировании G45:

(значением коррекции увеличивает смещение)

а. команда движения: 20
значение коррекции: 5



рисунок 15.4-1

б. команда движения: 20
значение коррекции: -5



рисунок 15.4-2

в. команда движения: -20
значение коррекции: 5

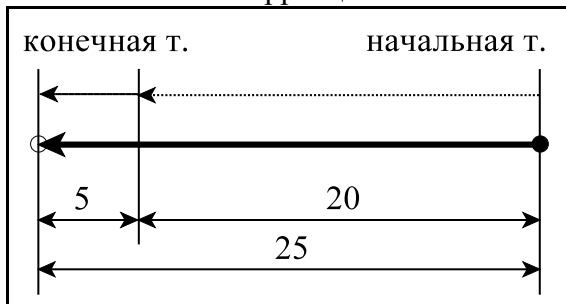


рисунок 15.4-3

г. команда движения: -20
значение коррекции: -5

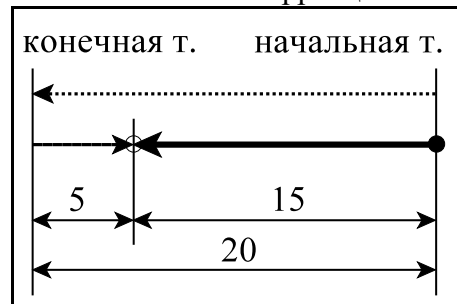


рисунок 15.4-4

При программировании G46:

(значением коррекции уменьшает смещение)

- а. команда движения: 20
значение коррекции: 5

Случай б., в., г. подобно к G45



рисунок 15.4-5

При программировании G47:

(удвоенным значением коррекции увеличивает смещение)

- а. команда движения: 20
значение коррекции: 5

Случай б., в., г. подобно к G45



рисунок 15.4-6

При программировании G48:

(удвоенным значением коррекции уменьшает смещение)

- а. команда движения: 20
значение коррекции: 5

Случай б., в., г. подобно к G45



рисунок 15.4-7

Если после команды G45...G48 в предложении одновременно выдана команда движения на несколько осей, полученная таким образом коррекция имеет силу по всем запрограммированным осям, по осям отдельно, значением, действующим под D. (Образуется не векториально.)

Например, если D1=30, значение смещения при команде G91 G45 G1 X100 Y40 D1: x=130, y=70.

Полученные таким образом коррекции нельзя удалить ни общей командой G, (как например при коррекции длины G49), или программированием D00, только командой противоположенного значения G45...G48. Во время использования G45...G48 можно использоваться всегда только тем же самым кодом D, в противном случае управление даст сигнал ошибки 3008 НЕПРАВИЛЬНЫЙ G45...G48.

В том случае, если запрограммировать инкрементальное смещение 0 сопровождением команды G45.....G48, знак, выставленный перед 0, управление интерпретирует следующим образом:

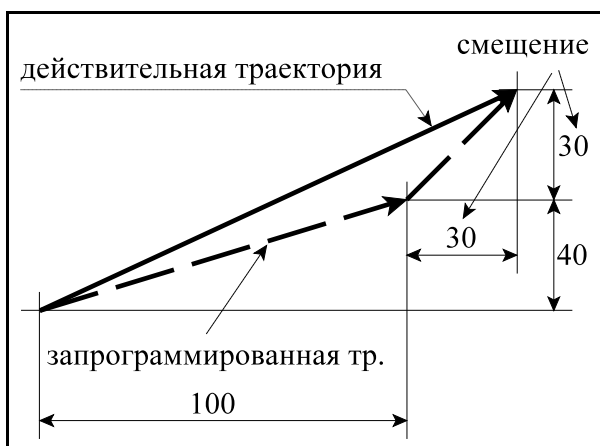


рисунок 15.4-8

Если D1=12:

команда NC	G45 X10 D1	G46 X10 D1	G45 X1-0 D1	G46 X1-0 D1
смещение	x=12	x=-12	x=-12	x=12

Применённую коррекцию радиуса инструмента кодами G45...G48 можно использовать и в случае окружностей 1/4 и 3/4, если центры окружностей задаются по адресу I, J, или K.

Пример: D1=10

```

N1 G91 G46 G0 X40 Y40 D1
N2 G47 G1 Y100 F180
N3 G47 X40
N4 Y-40
N5 G48 X60
N6 Y40
N7 G47 X20
N8 G45 Y-0
N9 G46 G3 X40 Y-40 I40
N10 G45 G1 X0
N11 G45 Y-20
N12 G45 G2 X-40 Y-40 I-40
N13 G45 G1 X-120
N14 G46 G0 X-40 Y-40
    
```

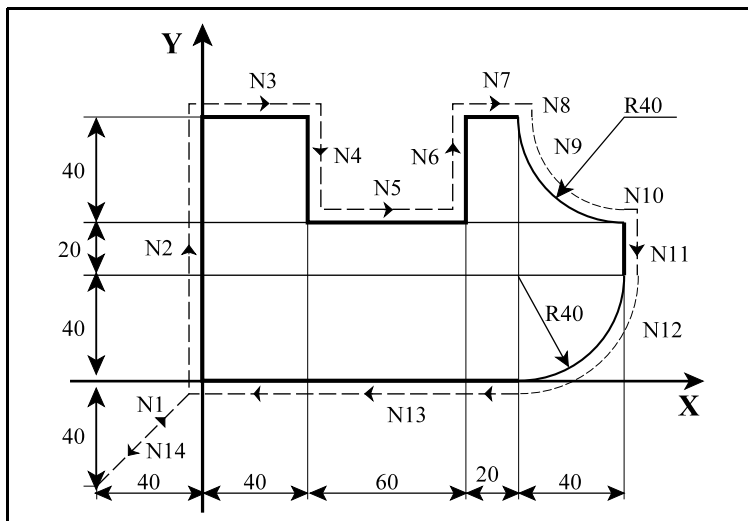


рисунок 15.4-9

15.5 Коррекция плоскостного радиуса инструмента (G38, G39, G40, G41, G42)

Для того, чтобы можно было обточить фрезером плоскостную конфигурацию, и приходилось вводить в программу точки конфигурации согласно чертежу, независимо от размера применённого инструмента, нужно поводить управлением центр инструмента параллельно запрограммированного контура, на расстояние радиуса инструмента от него. Управление определяет, что - в зависимости от значения коррекции радиуса инструмента, зарегистрированного под вызванным номером коррекции D - на какое расстояние поводить траекторию центра инструмента от запрограммированного контура.

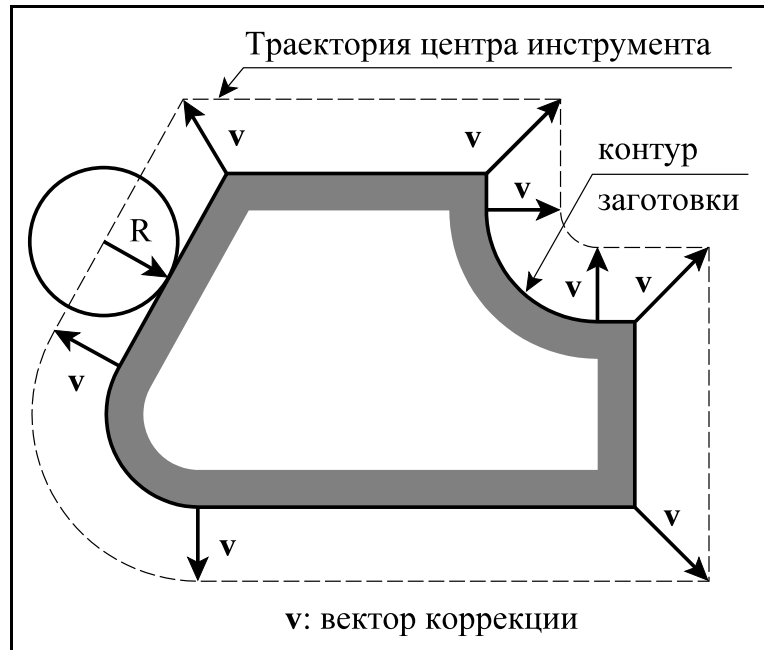


рисунок 15.5-1

Вектор коррекции - это такой плоскостной вектор, который вновь пересчитывается управлением в каждом предложении, и запрограммированные смещения поправляются векторами коррекции начала и конца предложения. Длина и направление полученных векторов коррекции зависит от значения коррекции, вызванного по адресу D и от геометрии перехода между двумя предложениями.

Векторы коррекции высчитываются в плоскости, выбранной командами G17, G18, G19. Это является плоскостью коррекции радиуса инструмента. На движения вне этой плоскости не влияет коррекция радиуса. Например: если в состоянии G17 выбрана плоскость X, Y, тогда векторы коррекции высчитываются в плоскости X, Y. На движение по оси Z в этом случае не влияет коррекция.

Во время расчёта коррекции радиуса инструмента не разрешается смена плоскости коррекции. Если всё-таки попробуем этого, тогда управлением даётся сообщение *3010 СМЕНА ПЛОСК. ПОД G41, G42*.

В том случае, если желаем определить плоскость коррекции не в доль осей, попадающих в главную плоскость, вспомогательные оси нужно определить в качестве параллельных осей в поле параметров. Например, если приняли U в качестве параллельной оси, и желаем применить коррекцию радиуса инструмента в плоскости Z, U, задачей G18U__Z__ можно выделить плоскость.

G40: выключение коррекции радиуса инструмента

G41: коррекция радиуса инструмента слева

G42: коррекция радиуса инструмента справа

Команда G41, или G42 включает расчёт коррекции. В состоянии G41 запрограммированный контур прослеживается по направлению движения слева, а в состоянии G42 справа. Значение коррекции применённого радиуса инструмента задаётся по адресу D. Задача D00 всегда равносильна вызову нулевого значения радиуса. Расчёт коррекции происходит на движения с интерполяцией G00, G01, G02, G03.

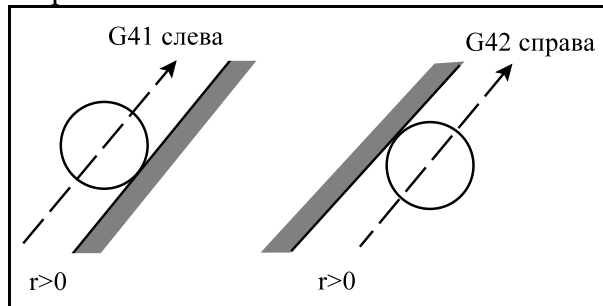


рисунок 15.5-2

Изложенные до сих пор имеют силу при задаче положительной коррекции радиуса инструмента. Однако значение коррекции радиуса инструмента может быть и отрицательным. Это имеет практическое значение тогда, если например с той же подпрограммой желаем обходить материнскую и потом примыкающую к ней отцовскую заготовку. Это можно решить и таким образом, что с помощью G41 обтачивается например материнская заготовка, и с помощью G42 отцовскую. Но эту смену не нужно вставить в программу, если например материнская заготовка обрабатывается с положительной коррекцией радиуса, а отцовская - с отрицательной. При этом траектория центра инструмента сменяется на противоположенную по отношению с запрограммированной G41, или G42:

	коррекция радиуса: положительная	коррекция радиуса: отрицательная
G41	слева	справа
G42	справа	слева

☞ *Замечание:*

– Для упрощения в описаниях и рисунках в дальнейшем работаем всегда с положительной коррекцией радиуса.

Команда G40 или D00 выключает расчёт коррекции. Разница между двумя командами заключается в том, что команда D00 удаляет только длину вектора коррекции и состояние G41 или G42 оставляет неизменным. Если после этого сослаться на новый адрес D, отличающегося от нуля, в зависимости от состояния G41 или G42 вычисляется вектор коррекции с новым радиусом инструмента.

Однако, если использовать команду G40, после этого все ссылки на адрес D полетят в воздух, пока не запрограммировать G41 или G42.

Включение а также выключение коррекции радиуса имеет определённые правила, рассматриваемые подробно в последующих главах.

Команды G40, G41, G42 являются наследственными. После включения, в конце программы, или под действием возвращения к началу программы перезагрузкой, управлением принимается состояние G40, векторы коррекции радиуса удаляются.

Команды коррекции радиуса выполняются управлением только в автоматическом режиме.

В ручном режиме, в индивидуальных предложениях они не действительны. Причина этого следующая. Для того, чтобы в конечной точке какого-то предложения подсчитать вектор коррекции управлением, необходимо зачитать и последующее предложение, содержащее движение по выбранной плоскости. Вектор коррекции является функцией перехода между двумя предложениями. Отсюда видно, что для расчёта вектора коррекции требуется предварительная обработка нескольких предложений.

Прежде, чем приступить к рассмотрению подробностей расчёта коррекции, необходимо вводить вспомогательные данные. Вводится α , это угол между касательными двух кривых в точке пересечения двух отрезков, то есть двух предложений. Направление α зависит от того, что контур обходить слева, или справа.

Стратегия поворота выбирается управлением в зависимости от угла α у точек пересечений. Если $\alpha > 180^\circ$, то есть инструмент работает внутри, подсчитывается точка пересечения между двумя отрезками. Если $\alpha < 180^\circ$, то есть инструмент совершает обход снаружи, тогда могут ставиться для обхода дальнейшие прямые отрезки.

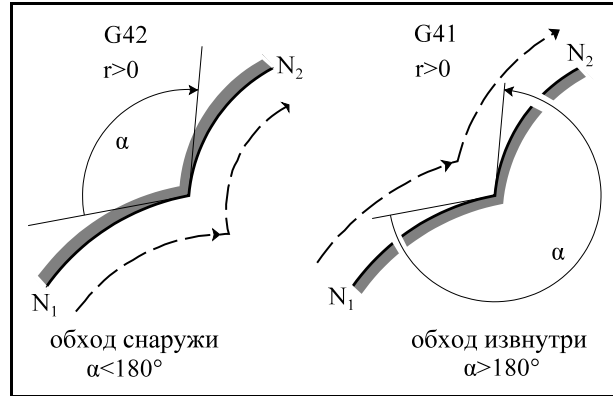


рисунок 15.5-3

15.5.1 Включение расчёта коррекции радиуса. Установка на контур.

Под действием включения управления, конца программы, или возвращения к началу программы перезагрузкой принимается состояние G40. Вектор коррекции радиуса удаляется, и траектория центра инструмента совпадает с запрограммированной траекторией.

Из состояния G40 под действием команды G41, или G42 управление входит в режим расчёта коррекции радиуса. Значение коррекции берётся из ячейки коррекции, заданной по адресу D. Состояние G41 или G42 принимается только в предложении, содержащем прямую интерполяцию (G00, или G01). Если желаем включить расчёта коррекции в предложении окружности (G02, G03), управление даст сигнал ошибки 3043 G41, G42 B G2, G3. Стратегию установки на контур выбирается управлением только тогда, если из состояния G40 переключать в состояние G41, или G42. Иначе говоря, если убрать коррекцию с помощью D00 и потом с помощью Dnn включить обратно (nn отличающееся от 0 число), управлением выбирается стратегия без установки на контур.

Основные случаи включения коррекции приведены ниже в зависимости от угла α и возможных переходов: прямая–прямая, прямая–окружность. Рисунки изображают случай G42, предполагая положительную коррекцию радиуса.

☞ *Замечание:* Обозначения рисунков сейчас и в дальнейшем:

- r: значение коррекции радиуса,
- L: прямой отрезок,
- C: дуга,
- S: место останова в режиме по предложениям,
- штриховая линия: траектория центра инструмента,
- сплошная линия: запрограммированная траектория.

Основные случаи включения коррекции радиуса:

(G40)

(G40)

G42 G01 X_ Y_ D_
X_ Y_

G42 G01 X_ Y_ D_
G2 X_ Y_ R_

Установка на внутренний угол: $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

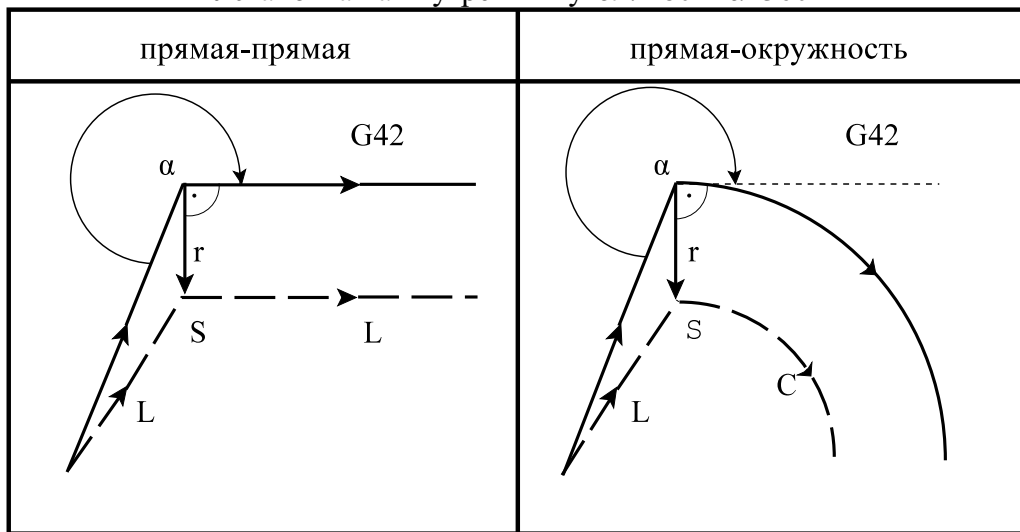


рисунок [15.5.1-1](#)

Установка на внешний угол под тупым углом: $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

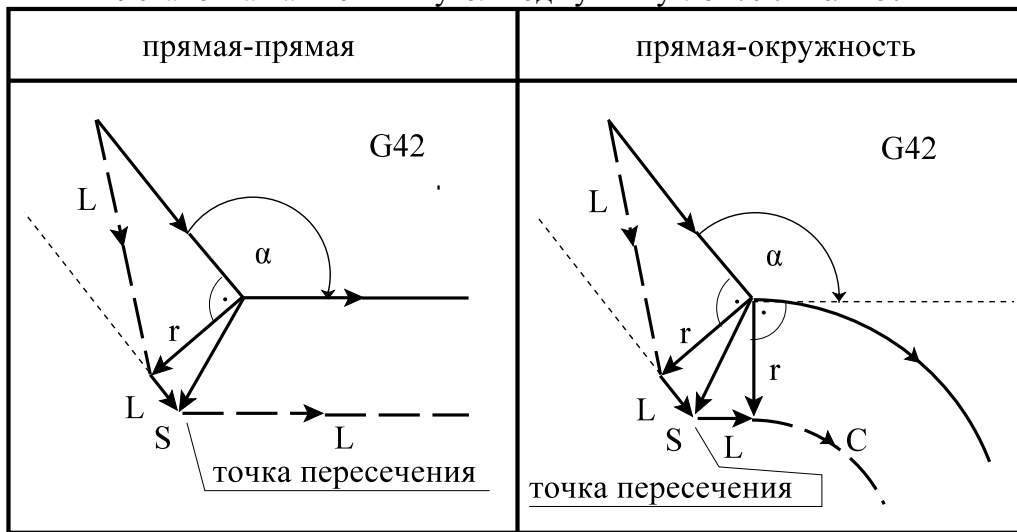


рисунок 15.5.1-2

Установка на внешний угол под острым углом: $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$

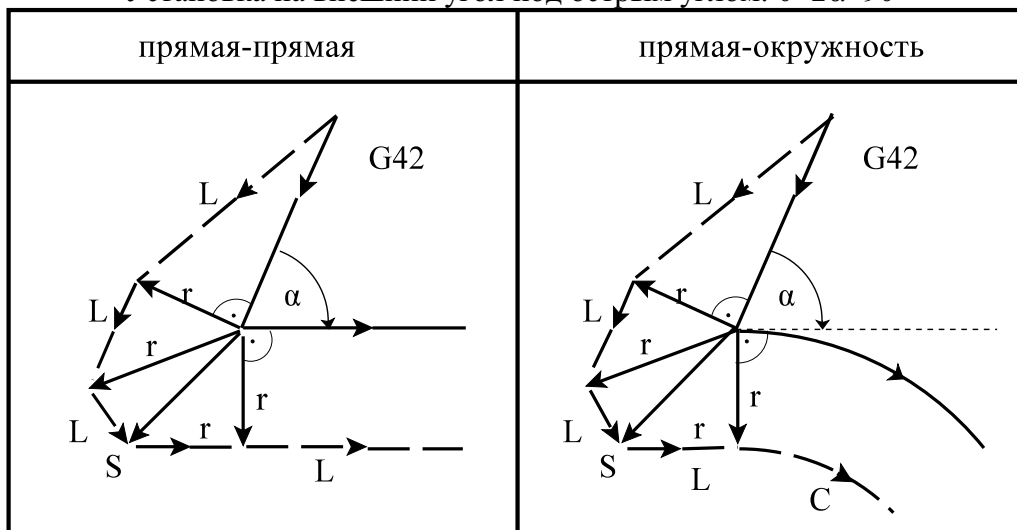


рисунок 15.5.1-3

Специальные случаи включения коррекции радиуса:

Если в предложении (G41, или G42), включающем коррекцию, задавать значение для I, J, K, но не только для расположенных в выбранной плоскости (например: в случае: G17 для I, J), тогда управление становится в точку пересечения между следующим предложением и прямой, определённой с помощью I, J, K, с учётом коррекции радиуса. Значение I, J, K является всегда инкрементным, и вектор, заданный ими показывает в конечную точку того предложения, в котором запрограммировали. Эта возможность полезна например при установке на внутренний угол.

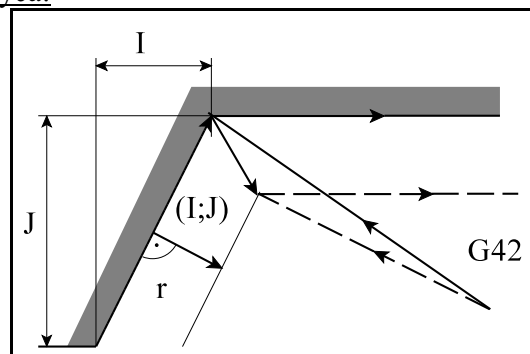


рисунок 15.5.1-4


```

...
G91 G17 G40
...
N110 G42 G1 X-80 Y60 I50 J70 D1
N120 X100
...

```

В этом случае управлением подсчитывается всегда точка пересечения, независимо от того, что ведётся обработка внутреннего или внешнего угла.

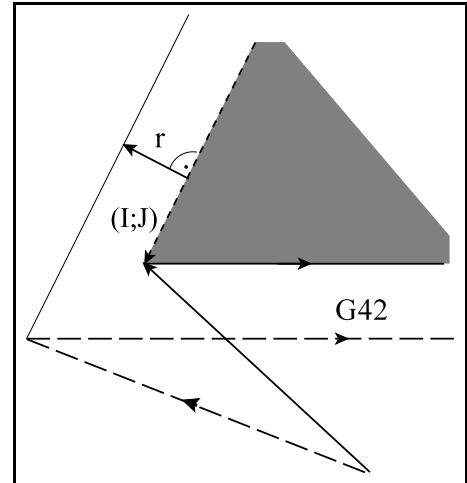


рисунок 15.5.1-5

Если не находить точку пересечения, установка производится в начальную точку следующего предложения

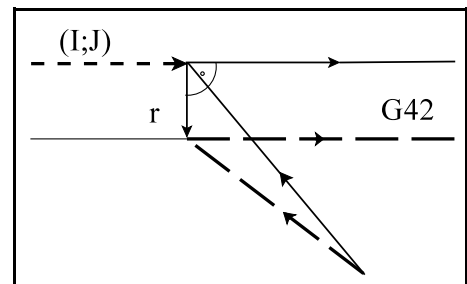


рисунок 15.5.1-6

Если включение коррекции выполняется в отдельном предложении, где в выбранной плоскости не запрограммировано движение, тогда включение коррекции произойдёт без движения, длина рассчитанного вектора коррекции 0. В конце следующего предложения движения вектор коррекции подсчитывается по стратегии, согласно включённого состояния расчёта коррекции радиуса (см. следующий пункт):

```

...
N10 G40 G17 G0 X0 Y0
N15 G42 D1
N20 G1 X80
N25 X110 Y60
...

```

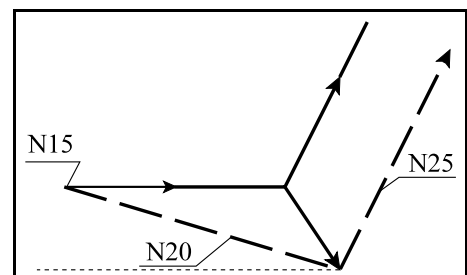


рисунок 15.5.1-7

Если в предложении, содержащем включение коррекции (G41, G42) запрограммировать нулевое перемещение, или получается нулевое перемещение, тогда управлением не выполняется никакое движение, а по указанной выше стратегии продолжается обработка.

```

...
N10 G40 G17 G0 X0 Y0
N15 G91 G42 D1 X0
N20 G1 X80
N25 X30 Y60
...

```

Если в предложении, последующем за включением коррекции, в выбранной плоскости получается перемещение равно 0, вектор коррекции становится перпендикулярно к предложению, выполняющему включение. В последующем предложении траектория инструмента не будет параллельна запрограммированному контуру:

```

...
N10 G40 G17 G0 X0 Y0
N15 G91 G42 D1 X80
N20 G1 X0
N25 X30 Y60
N30 X60
...

```

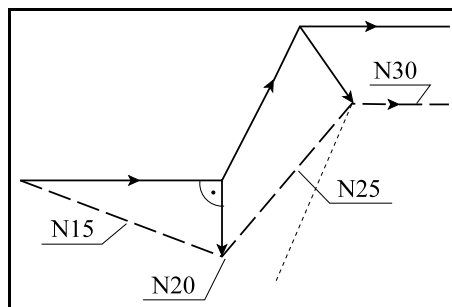


рисунок 15.5.1-8

15.5.2 Включенное состояние расчёта коррекции радиуса. Ход по контуру.

В включенном состоянии расчёта коррекции непрерывно подсчитываются векторы коррекции, согласно основным случаям между предложениями G00, G01, G02, G03, пока не вставляется больше одного такого предложения, которое не содержит перемещение по выбранной плоскости. К таким причисляются и ожидание, а также предложения, содержащие чисто функцию

Основные случаи включенного состояния расчёта коррекции радиуса:

Расчёт точки пересечения при внутренних углах: $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

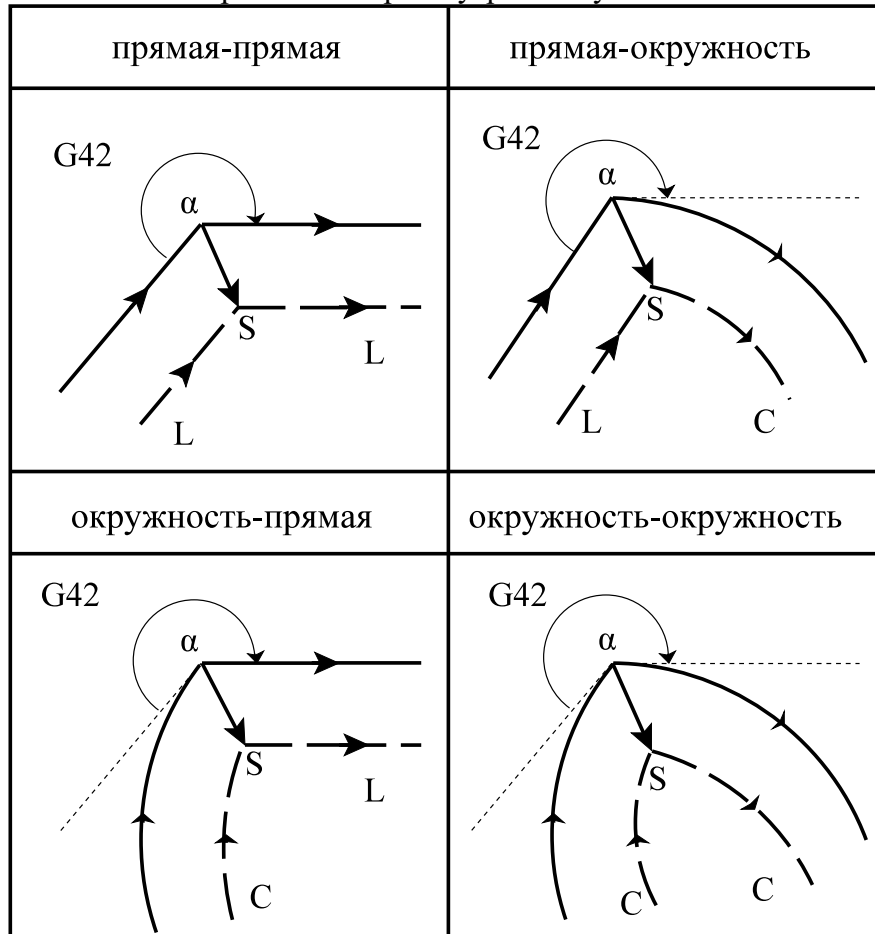


рисунок 15.5.2-1

Бывает, что при некоторых значениях радиуса инструмента не получается точка пересечения. При этом управление остановится во время выполнения предыдущего предложения и даст сигнал ошибки 3046 *НЕТ ТОЧКИ ПЕРЕСЕС G41, G42.*

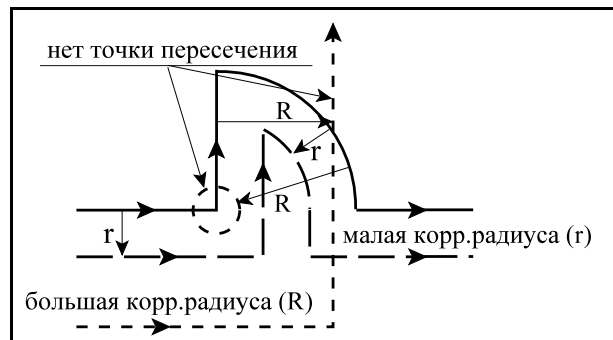


рисунок 15.5.2-2

Обход внешних углов с тупым углом: $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

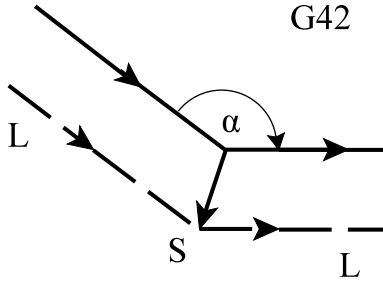
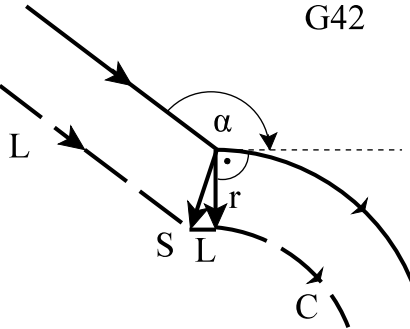
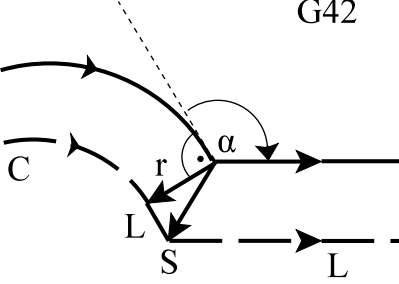
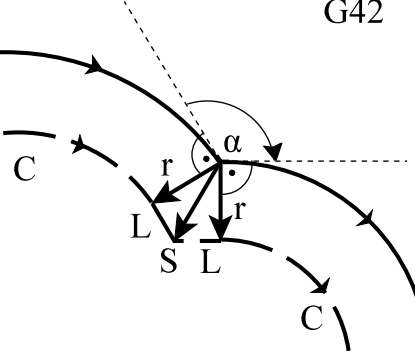
прямая-прямая	прямая-окружность
<p style="text-align: center;">G42</p> 	<p style="text-align: center;">G42</p> 
окружность-прямая	окружность-окружность
<p style="text-align: center;">G42</p> 	<p style="text-align: center;">G42</p> 

рисунок 15.5.2-3

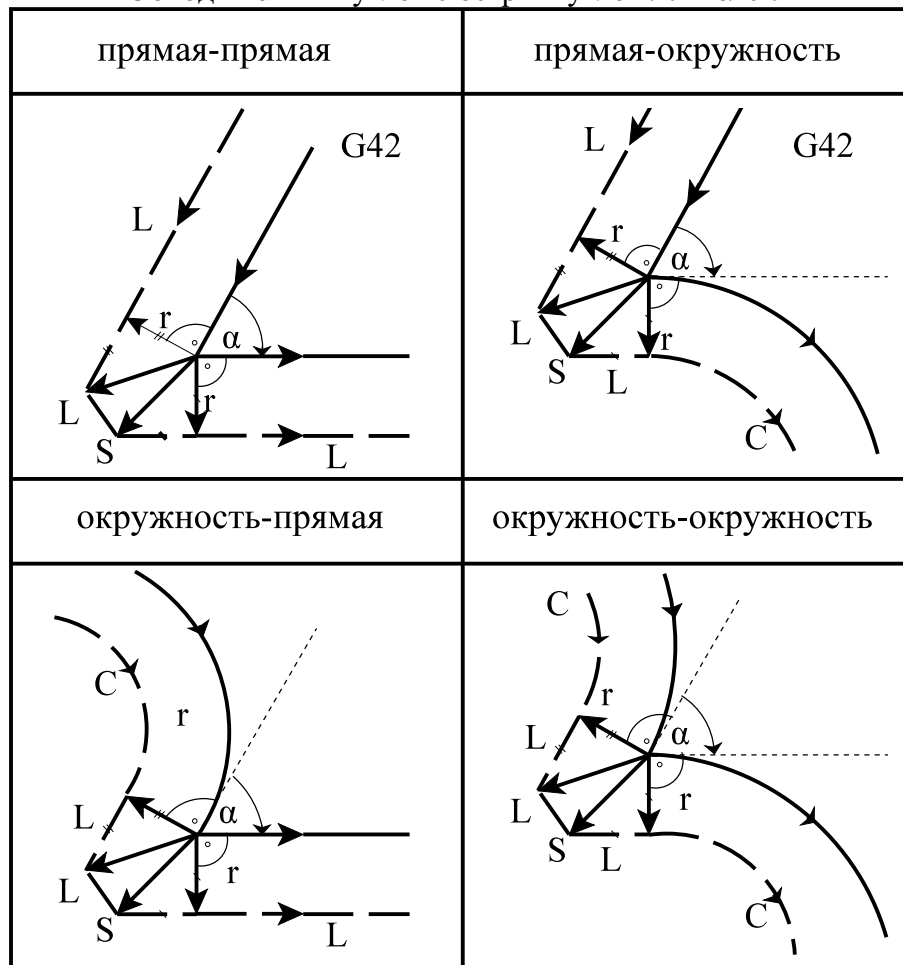
Обход внешних углов с острым углом: $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 

рисунок 15.5.2-4

Специальные случаи включенного состояния расчёта коррекции радиуса:

В том случае, если во включенном состоянии G41, или G42 запрограммировать нулевое перемещение в одном из предложений выбранной плоскости, или получается нулевое перемещение, в конечную точку предыдущего предложения ставится перпендикулярный вектор, с длиной равной коррекции радиуса. В таких случаях требуется осторожность, ведь может получиться ненамеренное подрезание, а в случае окружности - искажение.

Например:

```

...G91 G17 G42...
N110 G1 X40 Y50
N120 X0
N130 X90
N140 X50 Y-20
...

```

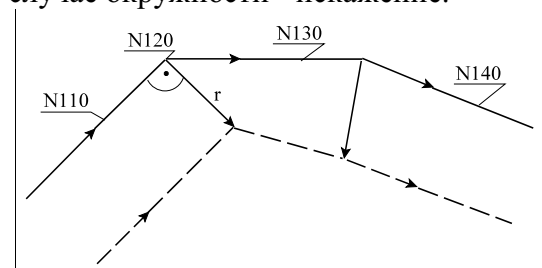


рисунок 15.5.2-5

15.5.3 Выключение расчёта коррекции радиуса инструмента. Отход от контура.

Команда G40 выключает расчёт коррекции радиуса инструмента. Команда G40 выдаётся только вместе с линейной интерполяцией. Если запрограммировать в периоде G40, управлением даётся сигнал ошибки 3042 G40 B G2, G3.

Основные случаи выключения коррекции радиуса:

(G42)	(G42)
G01 X_ Y_	G02 X_ Y_ R_
G40 X_ Y_	G40 G1 X_ Y_

Выход из внутреннего угла: $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

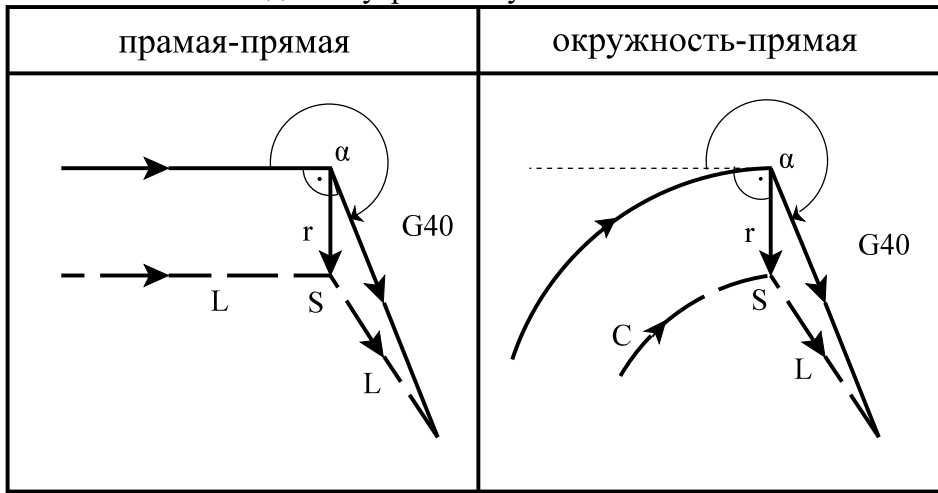


рисунок 15.5.3-1

Выход из внешнего угла под тупым углом: $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

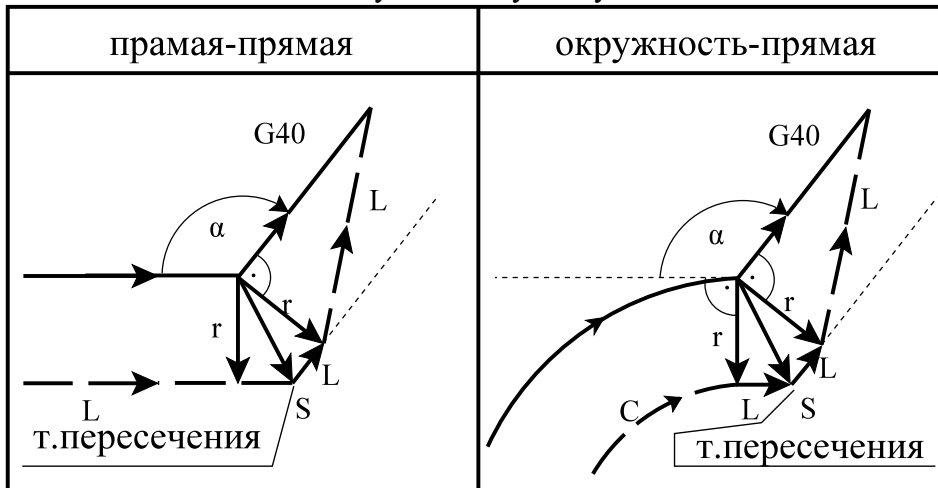


рисунок 15.5.3-2

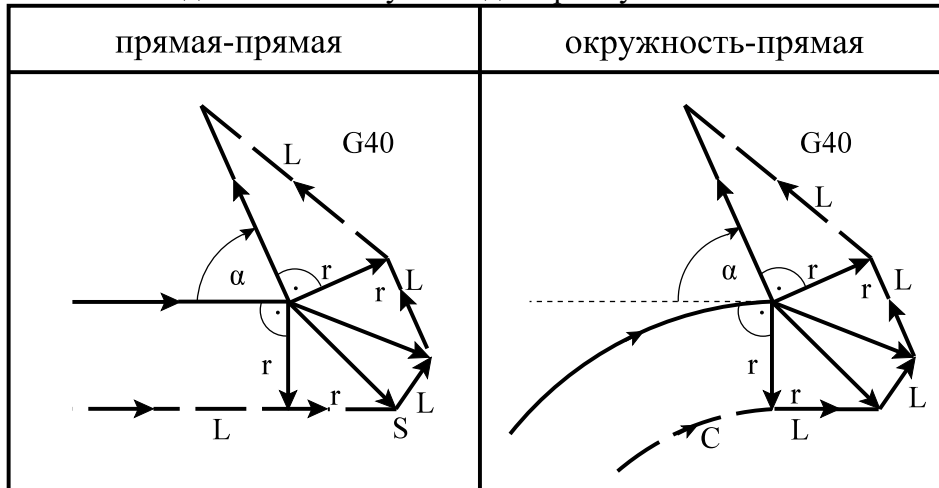
Выход из внешнего угла под острым углом: $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 

рисунок 15.5.3-3

Специальные случаи выключения коррекции радиуса:

Если в предложении, предшествующем выключению коррекции задавать значение для (G40) I, J, K, но только для расположенных в выбранной плоскости (например: в случае G17 для I, J), тогда управление становится в точку пересечения между предшествующим предложением и прямой, определённой с помощью I, J, K. Значение I, J, K является всегда инкрементным, и вектор, заданный ими показывает от конечной точки предшествующего предложения. Эта возможность полезна например при выходе из внутреннего угла.

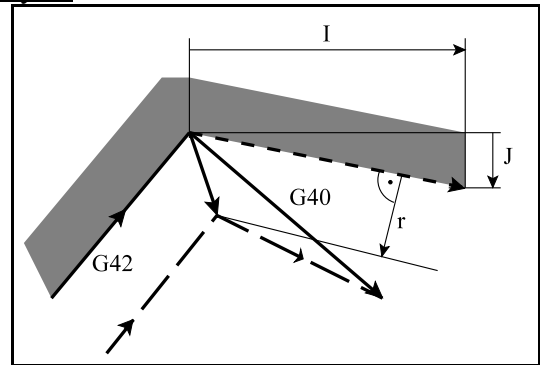


рисунок 15.5.3-4

```

...
...G91 G17 G42...
N100 G1 X50 Y60
N110 G40 X70 Y-60 I100 J-20
...

```

В этом случае управлением подсчитывается всегда точка пересечения, независимо от того, что ведётся обработка внутреннего или внешнего угла.

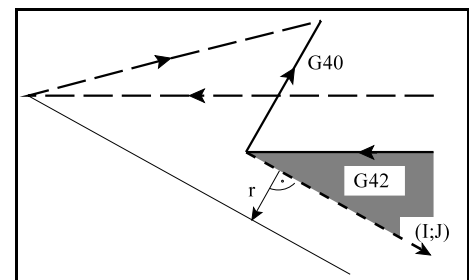


рисунок 15.5.3-5

Если не находить точку пересечения, установка выполняется перпендикулярно к конечной точке предшествующего предложения

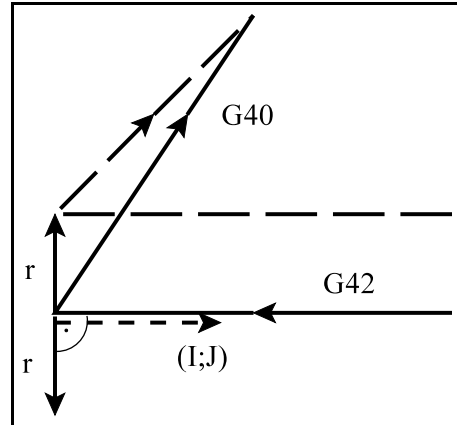


рисунок 15.5.3-6

Если выполнить выключение коррекции в таком предложении, где не запрограммировано движение в выбранной плоскости, тогда устанавливается перпендикуляр, и удаление вектора коррекции произойдет к концу последующего предложения

```
...G42 G17 G91...
N110 G1 X80 Y40
N120 G40
N130 X-70 Y20
...
```

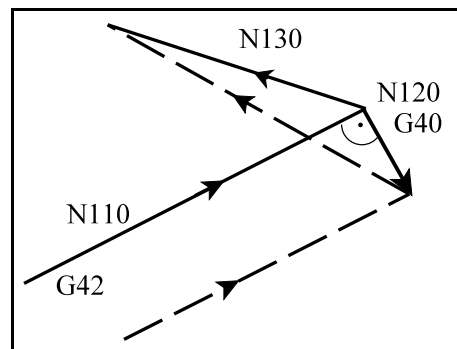


рисунок 15.5.3-7

Если в предложении (G40), содержащем выключение коррекции запрограммировано нулевое перемещение, или получается нулевое перемещение, к конечной точке предшествующего предложения ставится перпендикуляр с длиной, равной коррекции радиуса, потом в предложении G40 выполняется движение. Например:

```
...G42 G17 G91...
N110 G1 X80 Y40
N120 G40 X0
N130 X-70 Y20
...
```

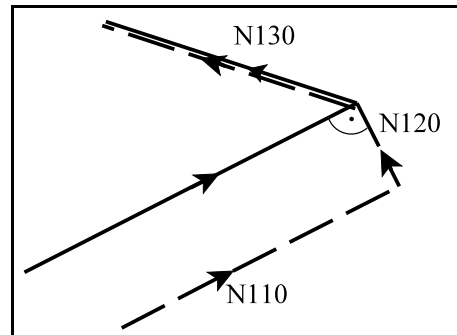


рисунок 15.5.3-8

15.5.4 Изменение направления в расчёте коррекции радиуса.

Направление расчёта коррекции радиуса инструмента, то есть прослеживания по контуру приведено в нижеследующую таблицу:

	коррекция радиуса: положительная	коррекция радиуса: отрицательная
G41	слева	справа
G42	справа	слева

Направление прослеживания по контуру обратимо и во включенном состоянии расчёта коррекции радиуса инструмента. Это может выполняться с программированием G41, или G42, или с вызовом коррекции радиуса инструмента, противоположенным предшествующему, по адресу D. Когда развернётся направление слежения контура, управлением не анализируется, что оно имеется "вне", или "внутри" его, а всегда первым шагом подсчитывает точку пересечения. На рисунках, приведенных ниже, предполагается положительный радиус инструмента и включение из G42 во G41:

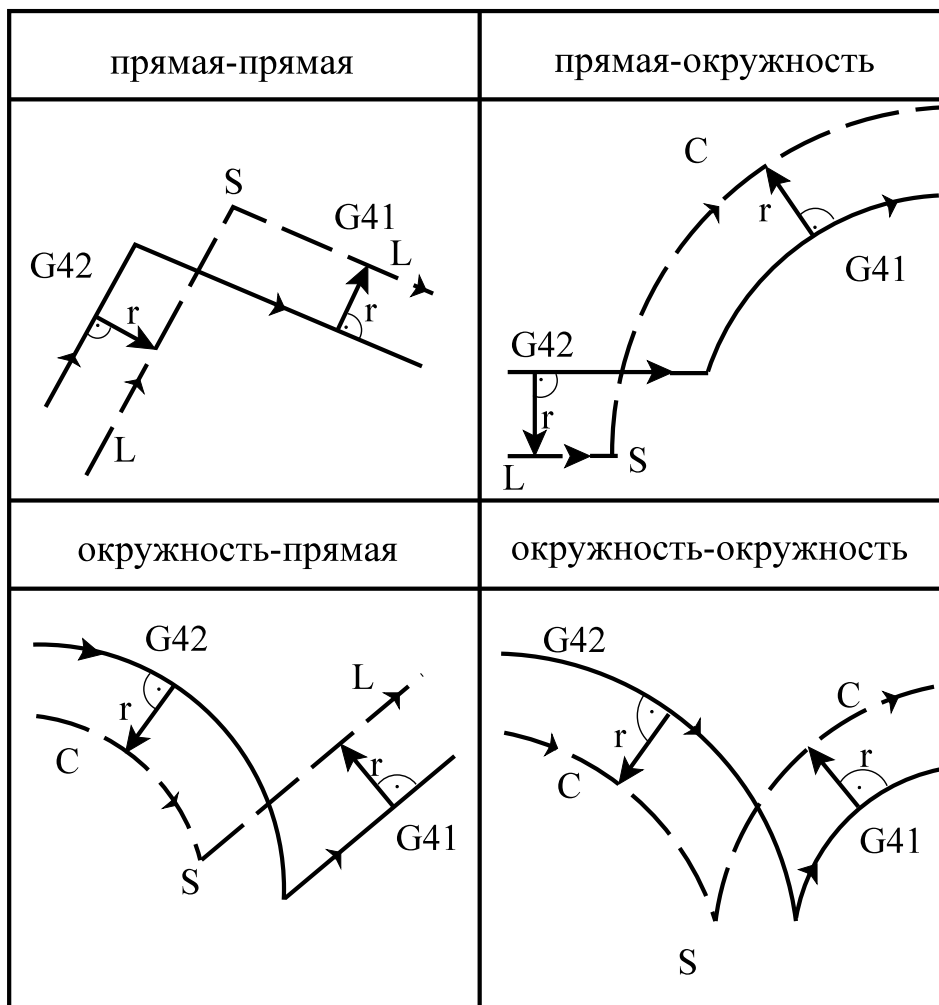


рисунок 15.5.4-1

Если при перехода прямая-прямая не получается точка пересечения, траектория инструмента будет следующая:

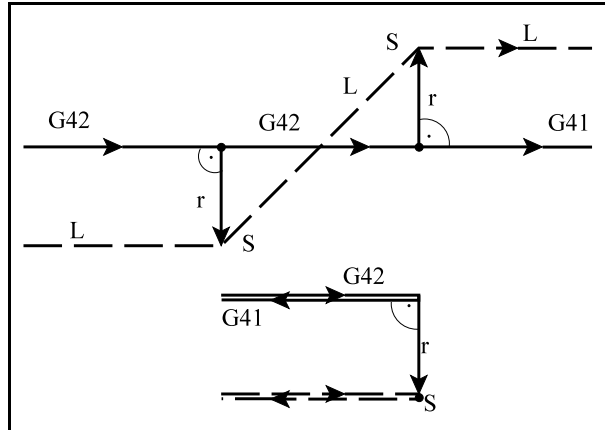


рисунок 15.5.4-2

Если при перехода прямая окружность не получается точка пересечения, траектория инструмента будет следующая:

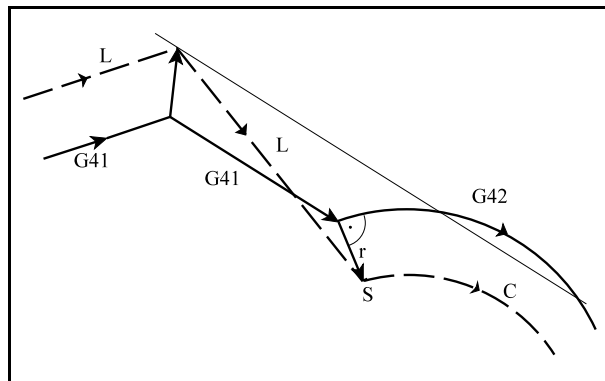


рисунок 15.5.4-3

Если при перехода окружность-прямая, или окружность-окружность не получается точка пересечения, тогда соединяется конечная точка вектора коррекции, полученного в начальной точке первого предложения окружности и конечная точка вектора коррекции, перпендикулярного к начальной точке второго периода с одной некорректированной дугой с запрограммированным радиусом R . При этом центр соединяющей дуги не будет совпадать с центром запрограммированной дуги. Если смену направления нельзя выполнить даже вышеописанным переносом центра окружности, управлением даётся сигнал ошибки 3047 НЕЛЬЗЯ ПЕРЕКЛЮЧИТЬ.

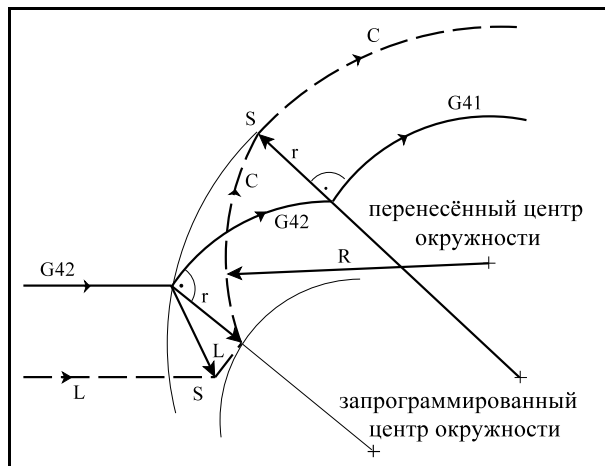


рисунок 15.5.4-4

15.5.5 Программирование сохранения вектора (G38)

Под действием команды

G38 v

сохраняется управлением последний вектор коррекции между предшествующим предложением и предложением G38 при включенном состоянии расчёта коррекции плоскостного радиуса инструмента и реализуется в конце предложения G38, независимо от перехода между предложением G38, и последующим за ним предложением.

Код G38 является одноразовым, то есть ненаследственным. Если необходимо сохранить вектор в нескольких последующих друг за другом предложениях, требуется вновь запрограммировать G38.

Программировать G38 возможно только в состоянии G00, или G01, то есть предложением, сохраняющее вектор, должно иметь всегда прямую интерполяцию. В противном случае управлением даётся сигнал ошибки *3040 G38 HE B G0, G1*. Если код G38 используется не во включенном состоянии (G41, G42) коррекции плоскостного радиуса инструмента а управлением даётся сигнал ошибки *3039 ПРЕДЛОЖ. G38 B G40*.

Пример для работы G38:

```
...G17 G41 G91...
N110 G1 X60 Y60
N120 G38 X90 Y-40
N130 X20 Y70
N140 X60
...
```

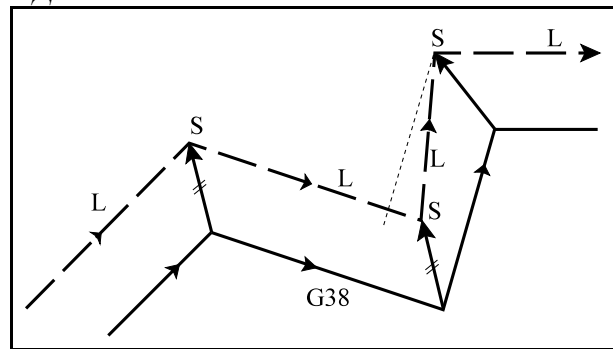


рисунок 15.5.5-1

Если желаем программировать прорезание без выключения прослеживания по контуру:

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X40
N120 G38 X50
N130 G38 Y70
N140 G38 Y-70
N150 X60
...
```

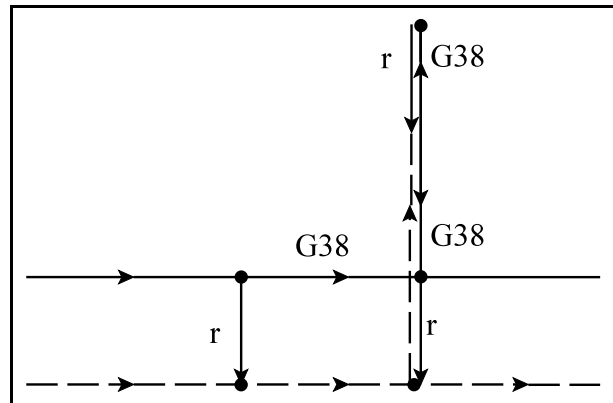


рисунок 15.5.5-2

15.5.6 Программирование угловой дуги (G39)

Программированием предложения

G39 (I J K)

можно достичь при включенном состоянии расчёта коррекции плоскостного радиуса инструмента, что при обхода внешних углов управлением не производить автоматический расчёт точки пересечения, или не вставить прямые отрезки для обхода, а перемещать центр инструмента по дуге, равной радиусу инструмента.

В состоянии G41 вставится окружность с радиусом, равным радиусу инструмента в направлении G02, а в состоянии G42 - в направлении G03.

Начальная точка окружности даётся вектором, перпендикулярным к конечной точке траектории предшествующего предложения, с длиной, равной радиусу инструмента, а конечная точка даётся вектором, перпендикулярным к начальной точке последующего предложения, с длиной, равной радиусу инструмента. G39 нужно программировать в отдельном предложении:

```
...G17 G91 G41...
N110 G1 X100
N120 G39
N130 G3 X80 Y-80 I80
...
```

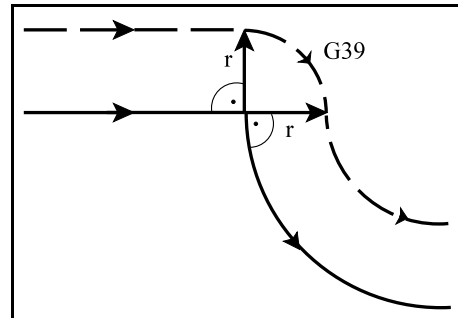


рисунок 15.5.6-1

Если в предложении G39 программировать I, J или K, согласно выбранной плоскости, конечная точка окружности даётся вектором, идущим от конечной точки предшествующего предложения, перпендикулярным вектору, определённому с помощью I, J или K, с длиной, равной радиусу инструмента:

```
...G17 G91 G41...
N110 G1 X100
N120 G39 I50 J-60
N130 G40 X110 Y30
...
```

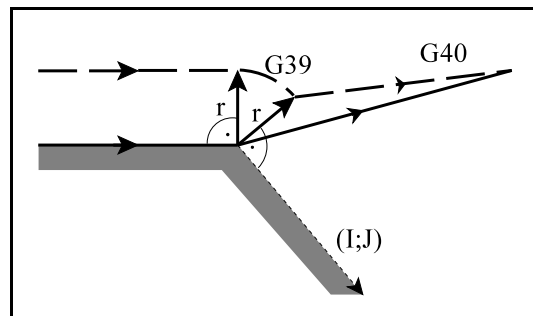


рисунок 15.5.6-2

Для вектора, определённого с помощью I, J или K действительны команды отражения или поворота, установленные до этого. Команда масштабирования логически не влияет на направление.

В предложении типа G39 нельзя программировать никакую команду движения. Если выдавать команду G39 в состоянии G40, или в режиме пространственного расчёта коррекции, управлением даётся сигнал ошибки 3036 ПРЕДЛОЖ. G39 В G40.

15.5.7 Общие сведения для применения коррекции плоскостного радиуса

Во включенном состоянии слежения контура (G41, G42) управление должно подсчитывать всегда векторы коррекции между двумя предложениями движения, попадающими в выбранную плоскость. На практике может понадобиться, чтобы между двумя предложениями плоскостного движения запрограммировать и предложения, не содержащего движение, или предложение, содержащего движение не по выбранной плоскости. Эты могут быть следующие:

функции: M, S, T

ожидание: G4 P

движение вне выбранной плоскости: (G17) G1 Z

вызов подпрограммы: M98 P

включение, выключение особых трансформаций: G50, G51, G50.1, G51.1, G68, G69.

☞ *Замечание:* если вызывать подпрограмму, надо следить за тем, чтобы подпрограмма началась предложением движения по выбранной плоскости, так как в противном случае траектория искажается.

Управлением принимается программирование **одного** из выше перечисленных предложений в программе между двумя предложениями плоскостного движения, это не влияет на траекторию инструмента:

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X50 Y70
N120 G4 P2
N130 X60
...
```

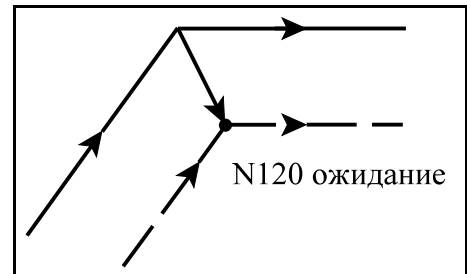


рисунок 15.5.7-1

Если вставится управлением между двумя контурными предложениями одно или больше обходных предложений, место исполнения прочих предложений, запрограммированных между контурными предложениями будет местом остановки по предложениям, что обозначено на рисунках со знаком "S".

Если записать в программу два предложения, содержащего движение не по выбранной плоскости, или не содержащего движение, управлением ставится перпендикуляр в конечную точку последнего контурного предложения, и это будет вектором коррекции, траектория искажается:

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X50 Y70
N120 G4 P2
N130 S400
N140 X60
...
```

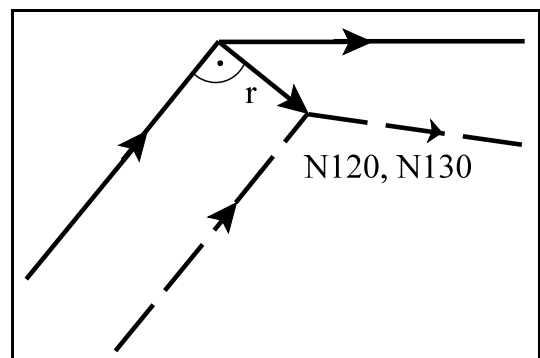


рисунок 15.5.7-2

Если только после включения коррекции радиуса можно врезаться по оси **Z** следует поступить следующим образом:

```
...G17 G91...
N110 G41 G0 X50 Y70 D1
N120 G1 Z-40
N130 Y40
...
```

В этом случае траектория инструмента будет корректной, как видно по рисунку.

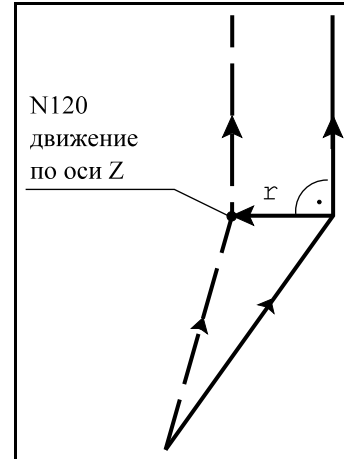


рисунок 15.5.7-3

Однако, если разложить движение по оси **Z** на один участок ускоренного хода и один участок с подачей, траектория искажается, так как последуют друг за другом два предложения, находящихся не в плоскости прослеживания по контуру:

```
...G17 G91...
N110 G41 G0 X50 Y70 D1
N120 Z-35
N130 G1 Z-5
N140 Y40
...
```

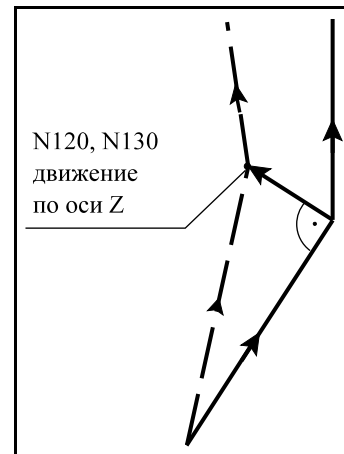


рисунок 15.5.7-4

В качестве промежуточного решения ставится между двумя движениями по оси **Z** небольшое движение по оси **Y**:

```
...G17 G91...
N110 G41 G0 X50 Y69 D1
N120 Z-35
N130 Y1
N140 G1 Z-5
N150 Y40
...
```

Используя вышеописанный приём, вектор коррекции уже построится правильно.

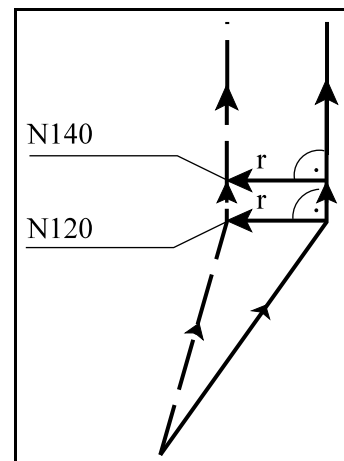


рисунок 15.5.7-5

Если вставить между двумя контурными предложениями команды:

```
G22, G23, G52, G54-G59, G92
G53
G28, G29, G30
```

траектория инструмента формируется следующим образом.

В том случае, если при включенном состоянии G41, или G42 запрограммировать между двумя предложениями движения команду G22, G23, G52, G54-G59, или G92, удаляется вектор коррекции в конечной точке предшествующего предложения, выполняется команда, затем восстанавливается в конечной точке последующего предложения. В том случае, если предшествующее или последующее предложение движения этой команды является интерполяцией окружности, управлением даётся сигнал ошибки *3041 ПОСЛЕ G2, G3 НЕЛЕГ. ПРЕДЛ.*

Например:

```
... G91      G17
G41...
N110 G1 X80 Y-50
N120 G92 X0 Y0
N130 X80 Y50
...
```

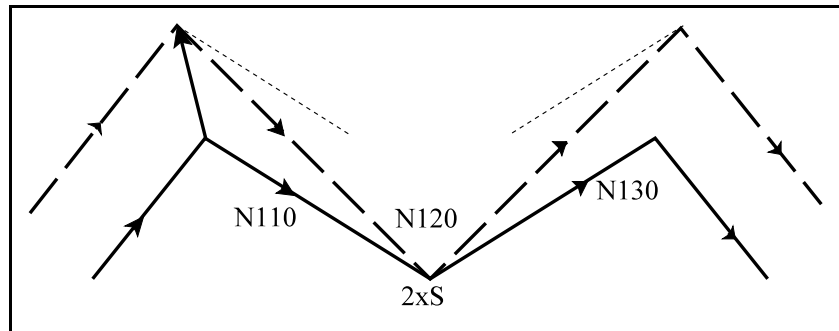


рисунок 15.5.7-6

В том случае, если при включенном состоянии G41, или G42 между двумя предложениями движения запрограммировать команду G53, в конечной точке предшествующего предложения удаляется вектор коррекции, выполняется индексация в G53, затем в конечной точке последующего предложения, являющегося не предложением движения G53 восстанавливается. В том случае, если предшествующее или последующее предложение движения этой команды является интерполяцией окружности, управлением даётся сигнал ошибки *3041 ПОСЛЕ G2, G3 НЕЛЕГ. ПРЕДЛ.*

Например:

```
... G91      G17
G41...
N110 G1 X80 Y-50
N120 G53 Y80
N130 G53 Y0
N140 X80 Y50
...
```

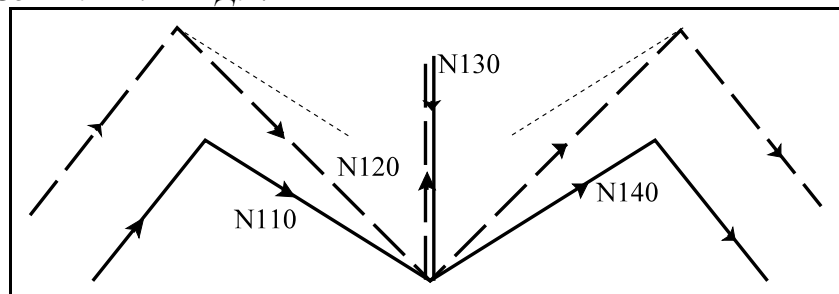


рисунок 15.5.7-7

В том случае, если при включенном состоянии G41, или G42 между двумя контурными предложениями запрограммировать команду G28, или G30, затем G29, в конечной точке предложения, выполняющего индексацию в промежуточную точку, удаляется вектор коррекции, выполняется установка на референтную точку, затем восстанавливается в конечной точке предложения возвращения G29.

Например:

```

... G91      G17
G41...
N110 G1 X80 Y-50
N120 G28 Y80
N130 G29 Y0
N140 X80 Y50
...
    
```

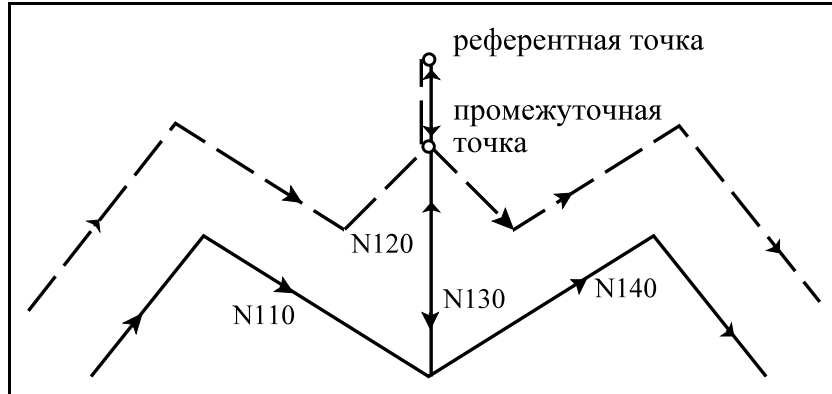


рисунок 15.5.7-8

При включенном состоянии расчёта коррекции радиуса (G41, G42) по адресу D можно вызывать новое значение радиуса коррекции. Если значение радиуса меняет знак, происходит процесс смены направления по контуру, что уже рассмотрели. Если значение радиуса не меняет знака, действие будет следующим. Вектор коррекции, вычисленный с новым значением радиуса, вычисляется в конечной

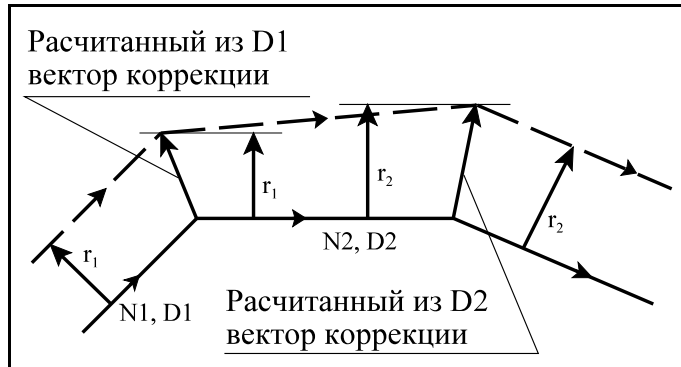


рисунок 15.5.7-9

точке того предложения, в котором запрограммировали новый адрес D. Поскольку вектор коррекции вычислен с прежним значением радиуса в начальной точке предложения, траектория центра инструмента не будет параллельна запрограммированной траектории. Можно вызывать новое значение коррекции радиуса и в предложении окружности по адресу D, однако при этом центр инструмента будет перемещаться по дуге с переменным радиусом.

Специальным случаем является по вышеизложенным, если при включенном состоянии расчёта коррекции радиуса выключить коррекцию с помощью D00, а с помощью Dnn включить его. На основании нижеприведенного примера можно наблюдать разницу по траектории инструмента, если коррекцию включить с помощью G41, или с помощью G42, и выключить с помощью G40, а также, если включение или выключение коррекции выполняется с вызовом адреса D:

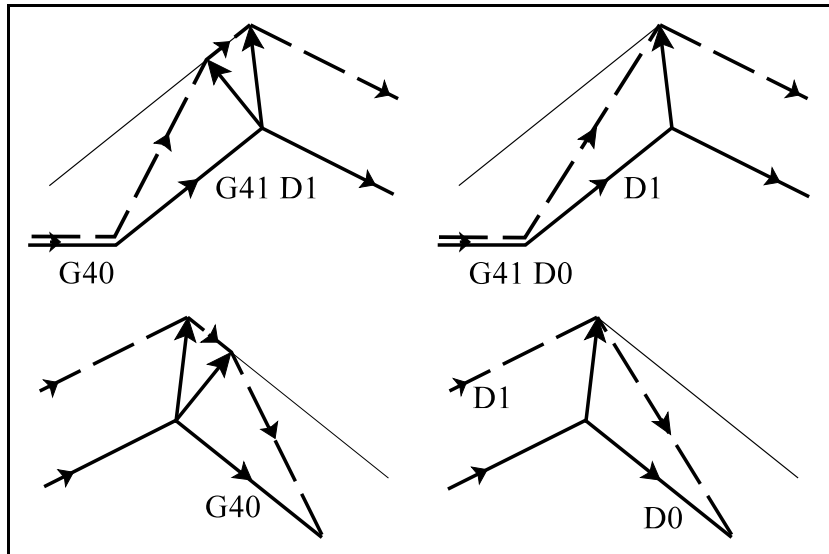


рисунок 15.5.7-10

Фрагмент какой-то программы, или подпрограмму можно использовать и для того, чтобы изготовить отцовскую заготовку с положительной коррекцией радиуса, а материнскую - с отрицательной, или наоборот.

Рассмотрим ниже небольшой фрагмент программы:

```

...
N020 G42 G1 X80 D1
N030 G1 Z-5
N040 G3 I-80
N050 G1 Z2
N060 G40 G0 X0
...

```

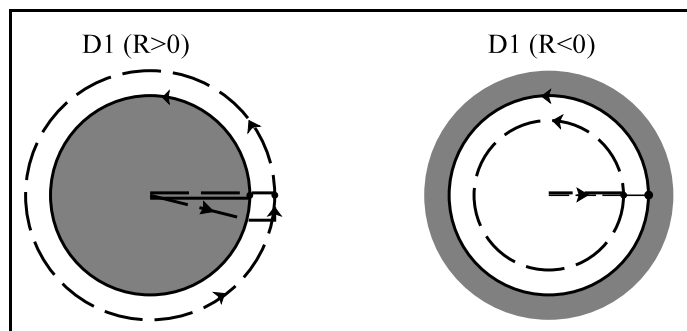


рисунок 15.5.7-11

Если применить коррекцию радиуса для окружности с переменным радиусом, в начальной точке окружности вектор(ы) коррекции вычисляются управлением для такой мнимой окружности, радиус которой совпадает с радиусом запрограммированной окружности по начальной точке, а её центр совпадает с запрограммированным центром. В конечной точке окружности вектор(ы) коррекции вычисляются управлением для такой мнимой окружности, радиус которой совпадает с радиусом запрограммированной окружности по конечной точке, а её центр совпадает с центром запрограммированной окружности.

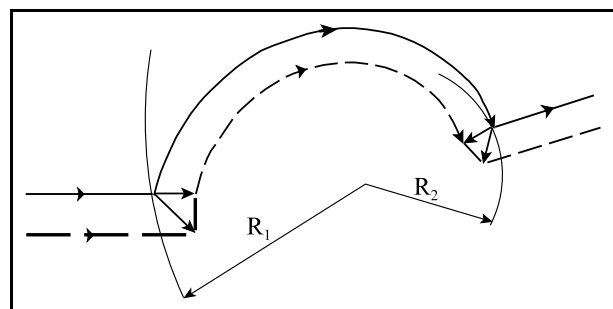


рисунок 15.5.7-12

Программируя полную окружность, во время прослеживания по контуру бывает множество случаев, когда траектория инструмента совершает ход больше одного полного поворота.

При програаитровании смены направления на контуре, бывает например такое положение:

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X30 Y-40
N120 G41 G2 J-40
N130 G42 G1 X30 Y40
...
```

Центр инструмента совершает одну полную дугу от точки P_1 до точки P_1 , затем одну дугу от точки P_1 до точки P_2 .

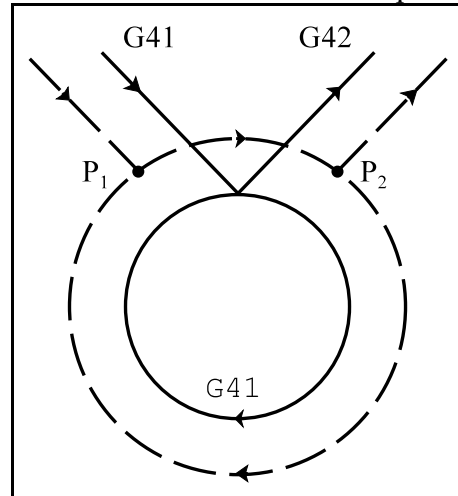


рисунок 15.5.7-13

Если прослеживание по контуру выключается с программированием I, J, K, создаётся положение, подобное к примеру ниже:

```
...G17 G90 G41...
N090 G1 X30
N100 G2 J-60
N110 G40 G1 X120 Y180 I-60 J-60
...
```

Центр инструмента совершает одну полную дугу от точки P_1 до точки P_1 , затем одну дугу от точки P_1 до точки P_2 .

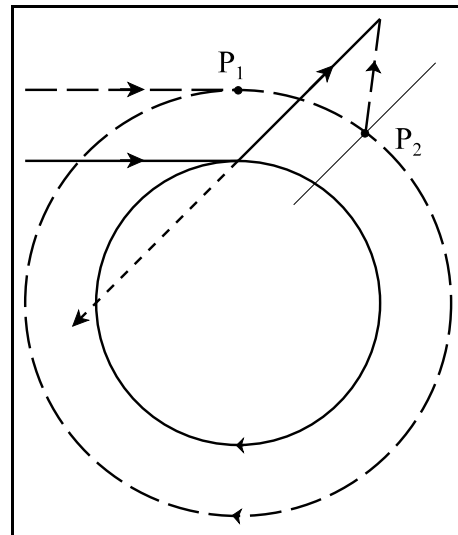


рисунок 15.5.7-14

При обходе острых углов создаётся два или больше векторов коррекции. Если их конечные точки получаются близко друг к другу, едва получается перемещение между двумя точками.

В том случае, если расстояние между двумя векторами по обеим осям меньше, чем значение параметра $DELTV$, установленное в поле параметров, то указанный на рисунке вектор пренебрегается, и траектория инструмента изменяется согласно рисунку.

☞ *Замечание:* При безоснованно большом значении параметра $DELTV$ бывает, что при обходе внешних острых углов, углы повреждаются инструментом!

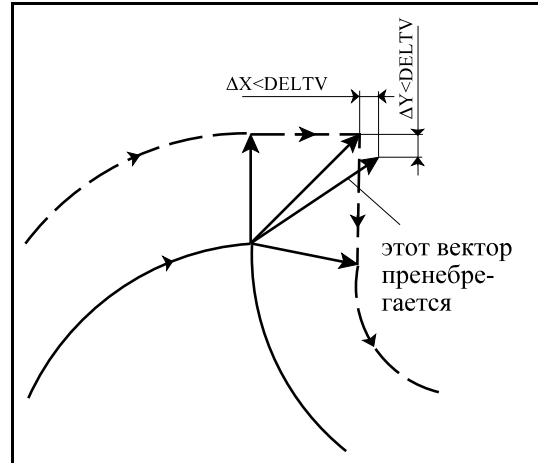


рисунок 15.5.7-15

15.5.8 Проблемы помех слежения контура. Анализ интерференции.

При выполнении прослеживания по контуру в множестве случаев бывает, что траектория инструмента будет противоположенной к запрограммированной траектории инструмента. В этом случае вопреки намерению программиста, инструмент может врезаться в заготовку. Это явление называется помехом прослеживания по контуру, или интерференцией.

В показанном на рисунке случае, после вычисления точек пересечения в ходе выполнения предложения N2 получается противоположенной к запрограммированной траектории инструмента. Заштрихованное поле означает, что инструмент врезается в заготовку.

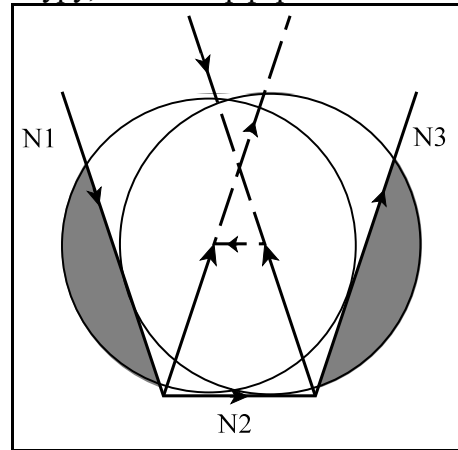


рисунок 15.5.8-1

Для избежания такого случая управлением выполняется анализ интерференции, если в параметр *INTERFER* в поле параметров записать 1. В этом случае управлением рассматривается, что для угла φ между запрограммированным перемещением и перемещением, поправленным коррекцией радиуса выполняется ли следующее условие: $-90^\circ \leq \varphi \leq +90^\circ$.

Иными словами, управлением рассматривается, что поправленный вектор перемещения имеет ли составляющую, противоположенную с запрограммированному вектору перемещения.

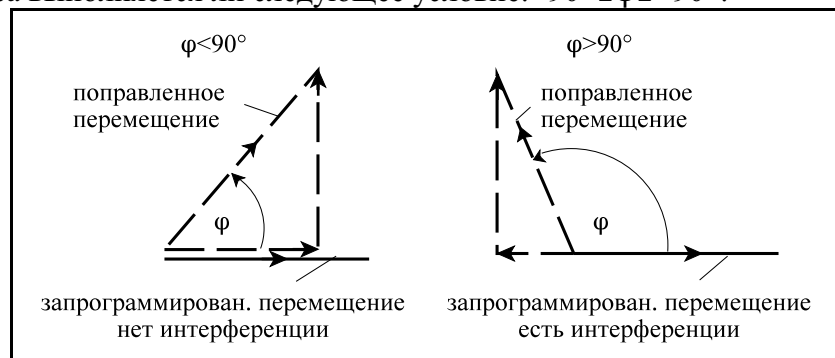


рисунок 15.5.8-2

Если записано для параметра *ANGLAL* в поле параметров 1, после анализа углов управлением даётся сигнал ошибки интерференции кодом 3048 *ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ* на одно предложение раньше появления ошибки.

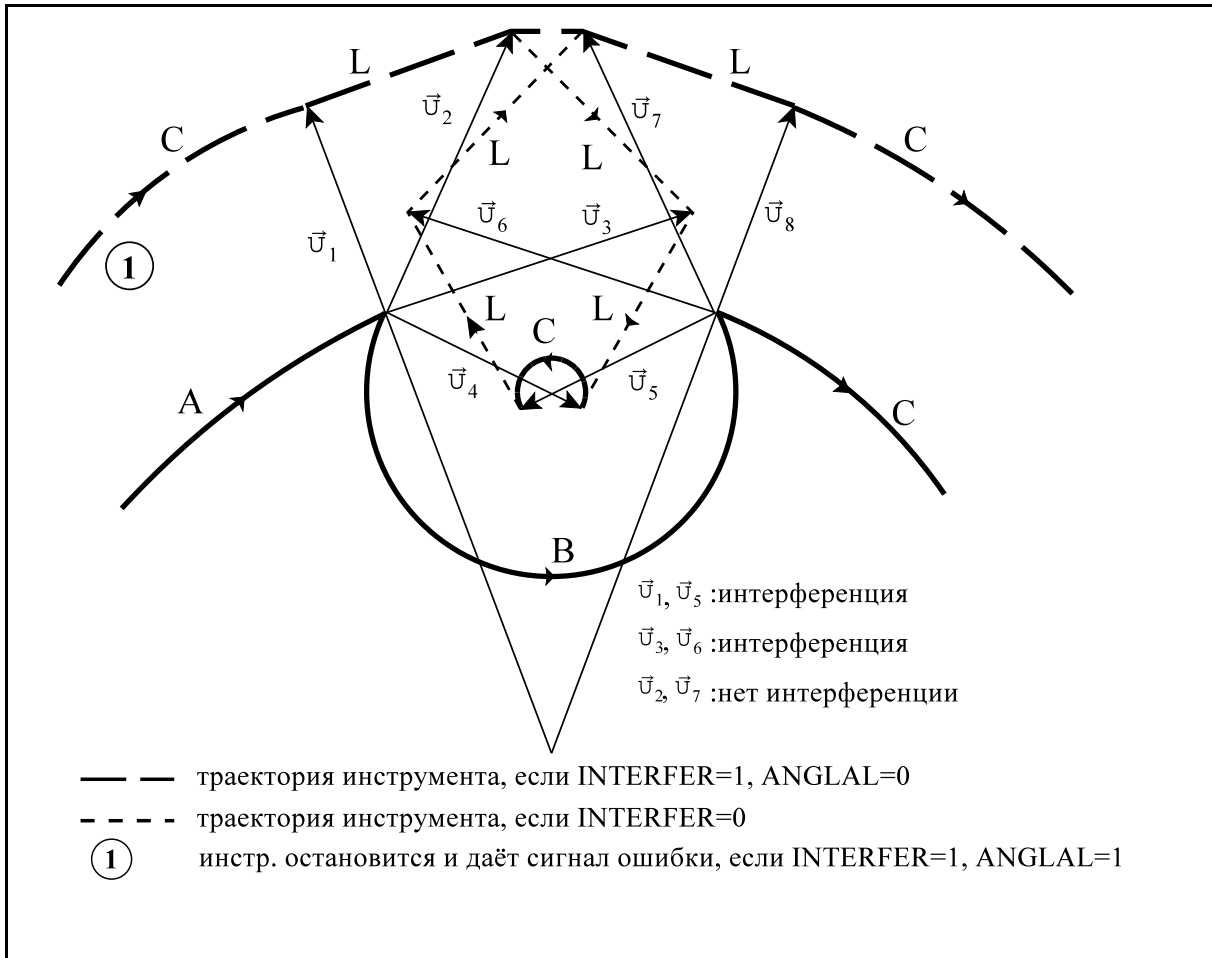


рисунок 15.5.8-3

Автоматическая поправка ошибки интерференции с пропуском векторов коррекции.

В том случае, если в поле параметров параметр *ANGLAL* установлен в 0, управлением не даётся сигнал ошибки, но попытается автоматически поправлять контур с целью избежания врезания. Ход коррекции следующий:

В предложении А, В, и С включено слежение контура. Между предложениями А и В вычисляются векторы коррекции: $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3, \vec{v}_4$. Между предложениями В и С вычисляются векторы коррекции: $\vec{v}_5, \vec{v}_6, \vec{v}_7, \vec{v}_8$.

Если между \vec{v}_4 и \vec{v}_5 имеется интерференция, пренебрегается \vec{v}_4 и \vec{v}_5 ,

Если между \vec{v}_3 и \vec{v}_6 имеется интерференция, пренебрегается \vec{v}_3 и \vec{v}_6 ,

Если между \vec{v}_2 и \vec{v}_7 имеется интерференция, пренебрегается \vec{v}_2 и \vec{v}_7 ,

Если между \vec{v}_1 и \vec{v}_8 имеется интерференция, не пренебрегается, даётся сигнал ошибки.

Из вышеизложенных видно, что векторы коррекции в начальной и конечной точке предложения В спариваются, и попарно пропускаются. Если количество векторов коррекции на одной стороне одно, или уменьшается до одного, тогда пропускаются только со второй стороны. Пропуски продолжаются до тех пор, пока имеется интерференция. В начальной точке предложения В пропускается первый вектор коррекции, и в конечной точке - последний. Если в результате пропусков прекращается интерференция, сигнал ошибки не выходит, если не прекращается, выдаётся сигнал ошибки 3048 ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ. После пропусков оставшиеся векторы коррекции соединяются всегда прямой, даже в том случае, если предложение В представляет собой окружность.

Из приведенного выше примера видно, что выполнение предложения А начинается только тогда, если управлением для предложения В закончен анализ интерференции. Однако для этого необходимо вводить в буфер и предложение С, и при переходе В-С вычислить векторы коррекции.

На основании примера выше видно, что в основном случае управлением рассматривается вперёд 3 предложения. Пусть будет участок траектории А по номеру N-ое, В будет N+1-ое и С будет N+2-ое предложения. Этот случай соответствует положению параметра *1206 BKNOINT=0* Параметром *BKNOINT* можно уходить до 50-ти, что означает, что в N-ом предложении рассматривается вперёд N+52 предложение, что нет ли соударения. Анализ выполняется таким образом, что между актуальным предложением N и последующим N+1, N и N+2, ... N и N+ *BKNOINT*+2 проведётся анализ интерференции.

Это можно применить тогда, если в полость заходит инструмент и нужно проверить, что с данным диаметром помешается ли в нём. Если желаем управлением проверить полость, показанную на приложенном рисунке, надо установить значение *BKNOINT=7*. Чем больше значение параметра *BKNOINT*, тем больше времени займёт обработка одного предложения, что замедляет работу станка.

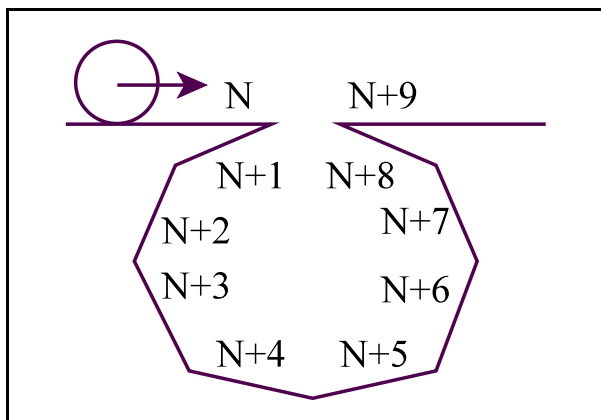


рисунок [15.5.8-4](#)

Автоматическая поправка ошибки интерференции вставкой промежуточного вектора.

Если $1262 ANGLAL=0$ и $1263 GAP=0$, тогда управление попытается изложенным выше способом, пропусчением векторов коррекции поправить ошибку интерференции, в состоянии G41, G42.

Если $1262 ANGLAL=0$ и $1263 GAP=1$, тогда вместо участка траектории В вставится т.н. промежуточный вектор, который всегда прямой, и для траектории А-промежуточный вектор-С вновь рассчитает векторы коррекции. Если $1206 BKNOINT>0$ участок траекто-

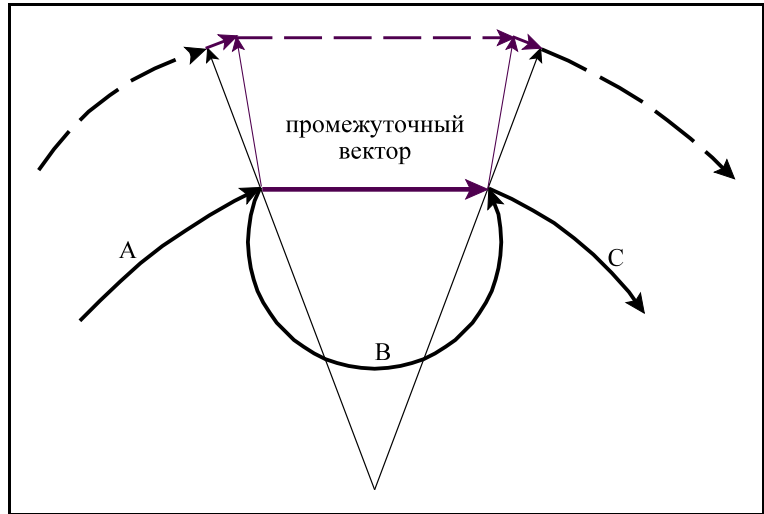


рисунок 15.5.8-5

рии В может хоть из нескольких предложений состояться. При этом до числа предложений, заданного параметром $1206 BKNOINT$ просматривается траектория, что можно ли заходить в полость с инструментом данного диаметра, и если нет, вставлением промежуточного вектора пропускаются проблематичные участки.

Приведём ниже несколько типичных случаев для интерференции.

Выточка ступени, меньшей радиуса инструмента. Управлением даётся сигнал ошибки **3048 ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ**, потому что врезалось бы в заготовку.

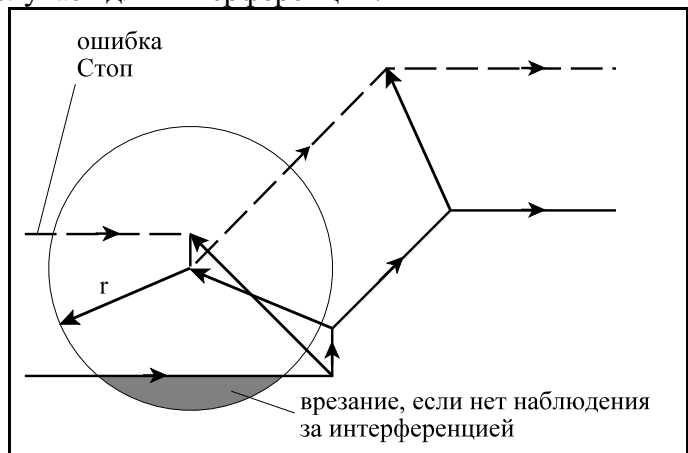


рисунок 15.5.8-6

При обработке внутренних углов, меньших радиуса инструмента. Управлением даётся сигнал ошибки 3048 ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ, потому что врезалось бы в заготовку.

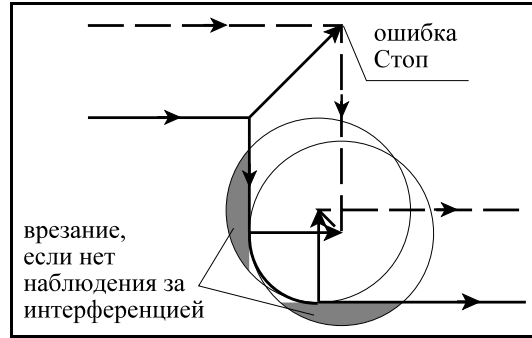


рисунок 15.5.8-7

Выточка в доль дуги ступени, меньшей радиуса инструмента. Если параметр *ANGLAL* равен 0 вектор \vec{v}_2 удаляется управлением, и вектор $\vec{v}_1 \vec{v}_3$ соединяется одной прямой, чтобы избежать врезание. Если значение параметра *ANGLAL* равно 1, то выдаётся сигнал ошибки 3048 ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ, и остановится в предшествующем предложении.

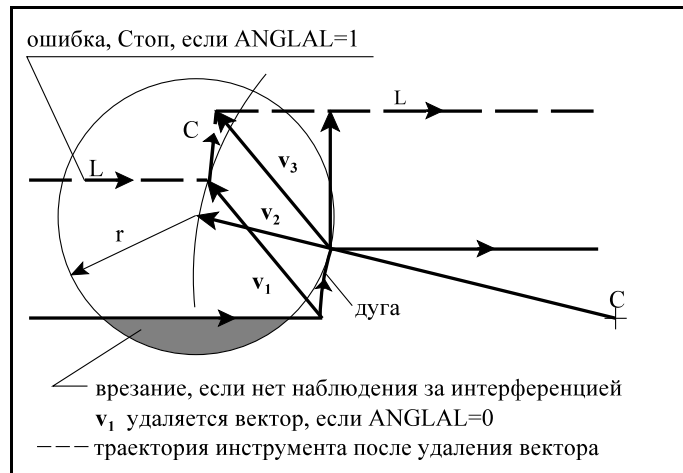


рисунок 15.5.8-8

Бывают случаи, когда инструмент в действительности не врезался бы в заготовку, на анализ интерференции даёт сигнал ошибки.

Если обрабатывается заглабление, меньше коррекции радиуса, в действительности может не происходить врезание, как это видно по рисунку, но управлением даётся сигнал ошибки 3048 ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ, так как в предложении В направление перемещения по поправленной траектории противоположное запрограммированной.

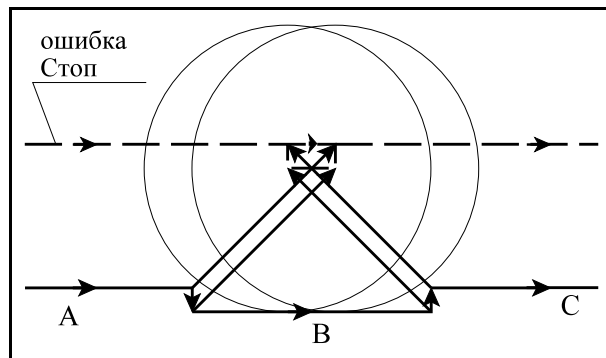


рисунок 15.5.8-9

В примере ниже также выдаётся сигнал ошибки по интерференции, так как в предложении В перемещение по поправленной траектории противоположное запрограммированной.

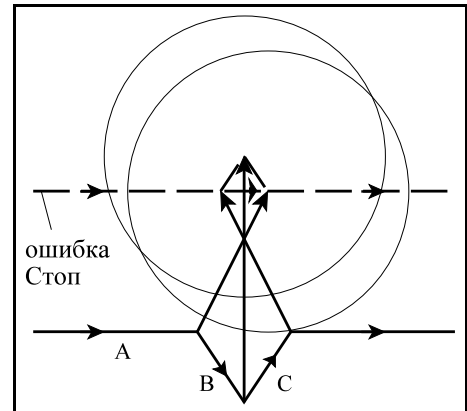


рисунок [15.5.8-10](#)

15.6 Трёхмерная коррекция инструмента (G41, G42)

Использование коррекции плоскостного радиуса инструмента смещает инструмент по плоскости, выбранной командами G17, G18, G19. Имеется возможность учитывать коррекцию инструмента и по пространству, с применением трёхмерной коррекции инструмента.

15.6.1 Включение и выключение трёхмерной коррекции инструмента (G40, G41, G42)

Командой

G41 (G42) X_p Y_p Z_p I J K D (E)

включается трёхмерная коррекция инструмента.

X_p, Y_p, Z_p означает: X, Y, Z, или параллельная им ось, если она имеется.

Если по какому-то направлению координат не делается ссылка, берутся в учёт автоматически главные направления. Например:

команда G41 X I J K относится к пространству X Y Z

команда G41 U V Z I J K относится к пространству U V Z

команда G41 W I J K относится к пространству X Y W.

Из адресов I, J, K необходимо все три специфицировать при включении расчёта трёхмерной коррекции инструмента. Если это не происходит, тогда управлением принимается состояние расчёта коррекции плоскостного радиуса инструмента.

Заданные по адресам I, J, K значения являются составляющими трёхмерного вектора коррекции. Значения некоторых составляющих передаются наследственно, то есть, пока не делается ссылка на новое значение I, J, или K, остаётся в силу прежнее значение.

По адресу D вызывается желаемое использовать значение коррекции.

По адресу E задаётся доминирующее постоянное значение расчёта коррекции.

Командой

G40 или

D00

выключается трёхмерный расчёт коррекции.

Разница между двумя командами в том, что командой D00 удаляется только коррекция и состояние G41 или G42 оставляется неизменным. Если после этого делается ссылка на адрес D, отличающегося от нуля, в зависимости от состояния G41 или G42 включается новая коррекция инструмента.

Однако, если использовать команду G40, после него полетят все ссылки на адрес D до тех пор, пока не запрограммировать G41 или G42.

Включить (G41, G42), или выключить (G40 или D00) расчёт коррекции можно только в предложении (G00 или G01), выполняющем линейное движение.

Команды G40, G41, G42 передаются наследственно. После включения управлением принимается состояние G40.

15.6.2 Трёхмерный вектор коррекции

Составляющие вектора коррекции образуются управлением следующим образом:

$$v_x = \frac{I * r}{P}$$

$$v_y = \frac{J * r}{P}$$

$$v_z = \frac{K * r}{P}$$

где r : вызванное по адресу D значение коррекции,
 P : нормирующее число, или доминирующая постоянная,
 I, J, K : заданные в программе значения.

Значение нормирующего числа берётся с параметра *DOMCONST* поля параметра, если по адресу E не задаётся отличающееся от этого значение в программе. Если значение доминирующей постоянной равно 0, и по адресу E не задано никакое значение, тогда значение P рассчитывается управлением из следующей зависимости:

$$P = \sqrt{I^2 + J^2 + K^2}$$

На основании направлений векторов коррекции, заданных с предложения на предложение, с предложения на предложение учитывается коррекция управлением. Таким образом при трёхмерной обработке система САМ не должна к данному инструменту образовывать траекторию, только рассчитывать направления векторов в конечной точке предложения, и образованные таким образом программы можно совершить и инструментами различных размеров.

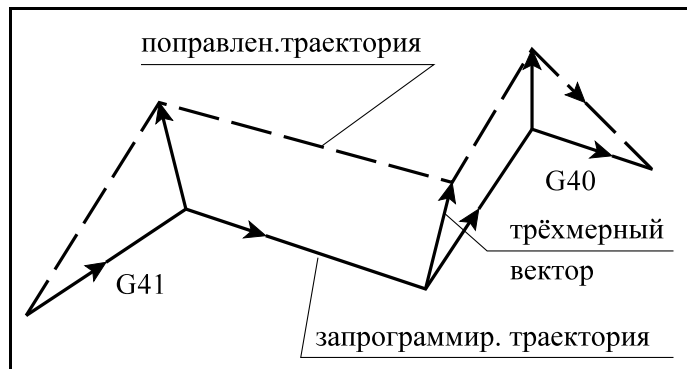


рисунок 15.6.2-1

В предложении окружности нет возможности изменить вектор коррекции, то есть вектор коррекции в начале и в конце предложения окружности совпадает.

Команда G42 работает так же, как команда G41 той разницей, что вектор коррекции рассчитывается в противоположном по G41 направлении:

$$v_x = -\frac{I * r}{P}$$

$$v_y = -\frac{J * r}{P}$$

$$v_z = -\frac{K * r}{P}$$

Переключить из состояния G41 в состояние G42, и наоборот возможно только в режиме

прямой интерполяции.

Если во включенном состоянии трёхмерной коррекции инструмента пропускается в одном предложении и I и J и K, предшествующие значения передаются наследственно.

Трёхмерную коррекцию и плоскостную коррекцию радиуса нельзя одновременно включить.

16 Особые трансформации

16.1 Поворот системы координат (G68, G69)

Командой

G68 p q R

можно повернуть запрограммированную конфигурацию по выделённой с помощью G17, G18, G19 плоскости.

По адресу p и q следует задавать координаты центра поворота. Анализируются только значения, записанные на координаты p и q выбранной плоскости.

Во включенном состоянии задания данных в полярных координатах анализируются также записанные здесь в прямоугольной системе координат данные координат p, q. В качестве центра поворота можно задавать координаты p, q и как абсолютные и как инкрементные данные с помощью G90, G91, или оператора I.

Если присвоить значение одному из p и q, или ни одному, за центром поворота берётся мгновенная позиция оси.

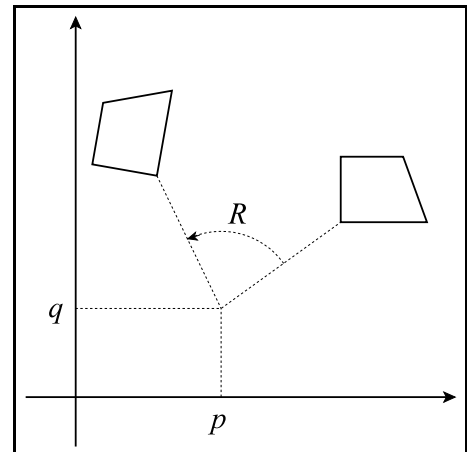


рисунок 16.1-1

По адресу R задаётся угол поворота. Положительное значение, записанное по этому адресу, означает направление против хода часовой стрелки, а отрицательное значение - по ходу часовой стрелки.

Значение R задаётся на 8 десятичных цифрах. Точность поворота выбирается на основании параметра *ANG.ACCU*. Если значение параметра 0, расчётная точность поворота 0.001° , если 1, точность составляет 0.00001° .

Заданное для R значение может быть и абсолютное и инкрементное. Если угол поворота задавать инкрементно, тогда значение R добавляется к запрограммированным предварительно углам поворота.

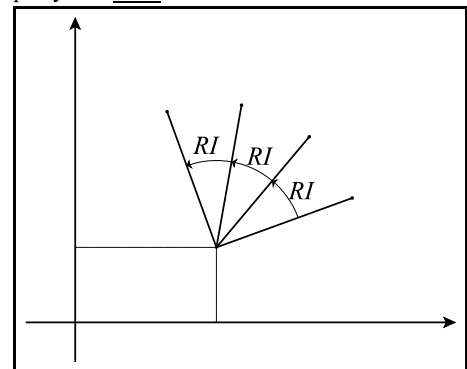


рисунок 16.1-2

Командой

G69

можно выключить поворот. Ею удаляются координаты центра поворота, и угол поворота. Эта команда может стоять рядом с другими командами.

Образцовый пример:

```

N1 G17 G90 G0 X0 Y0
N2 G68 X90 Y60 R60
N3 G1 X60 Y20 F150
  (G91 X60 Y20 F150)
N4 G91 X80
N5 G3 Y60 R100
N6 G1 X-80
N7 Y-60
N8 G69 G90 X0 Y0

```

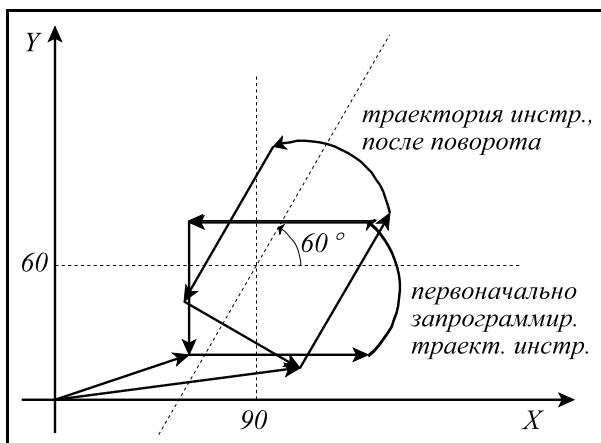


рисунок 16.1-3

16.2 Масштабирование (G50, G51)

Командой

G51 v P

можно уменьшить или увеличить запрограммированную конфигурацию.

P1...P4: точки заданные в программе детали,

P1'...P4': точки после масштабирования,

P0: центр масштабирования.

Координатами *v* можно задавать координаты центра масштабирования. Используемые адреса: X, Y, Z, U, V, W. Во включенном состоянии задания данных в полярных координатах истолкуются записанные здесь данные координат *v* также в прямоугольной системе координат.

Координаты *v* центра масштабирования можно задавать и абсолютными и инкрементными данными G90, G91, или с помощью оператора I.

Если дать значение какому-то адресу оси, или ни одному, за центром масштабирования принимается мгновенная позиция оси.

По адресу P устанавливается коэффициент масштабирования. Его значение изображается 8-ми десятичными цифрами, место десятичного знака произвольное.

Командой

G50

расчёт масштабирования выключается.

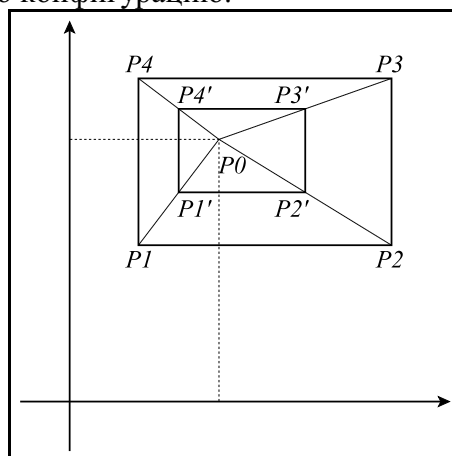


рисунок 16.2-1

Образцовый пример:

```

N1 G90 G0 X0 Y0
N2 G51 X60 Y140 P0.5
N3 G1 X30 Y100 F150
  (G91 X30 Y100 F150)
N4 G91 X100
N5 G3 Y60 R100
N6 G1 X-100
N7 Y-60
N8 G50 G90 X0 Y0

```

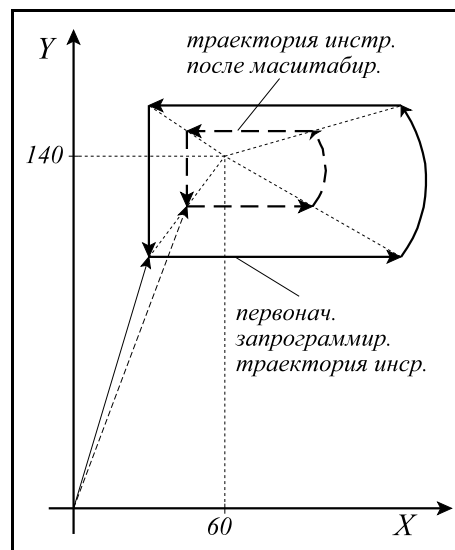


рисунок 16.2-2

16.3 Отражение (G50.1, G51.1)

Командой

G51.1 v

отражаются запрограммированные конфигурации в вдоль выбранных из v координат так, что задаются координаты оси, или осей отражения с помощью v . v может быть: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.

Во включенном состоянии задания данных в полярных координатах истолкуются записанные здесь данные координат v также в прямоугольной системе координат.

Координаты v осей отражения можно задавать и как абсолютные данные или данные с приращением G90, G91, или с применением оператора I.

Если какому-то адресу оси не задаётся значение, от него отражение не производится.

Командой

G50.1 v

выключается отражение по оси (осям) координат, заданным с помощью v . Для координат v можно записать произвольные данные, их действие фиксирует лишь факт выключения.

При выдаче команды не разрешается ни состояние команды поворота, ни масштабирования. В противном случае выдаётся сигнал ошибки 3000 ЗЕРК. ОТРАЖЕНИЕ В G51, G68.

Если отражать от одной оси выбранной плоскости:

- автоматически повернётся направление круга (G02 G03 смена),
- истолкуется противоположенно угол поворота (G68).

Образцовый пример:

подпрограмма:

```
O0101
N1 G90 G0 X180 Y120 F120
N2 G1 X240
N3 Y160
N4 G3 X180 Y120 R80
N5 M99
```

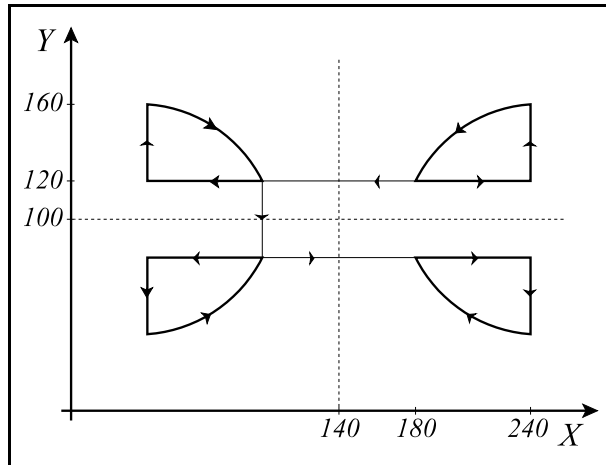


рисунок 16.3-1

главная программа:

```
O0100
N1 G90 (абсолютное задание координат)
N2 M98 P101 (вызов подпрограммы)
N3 G51.1 X140 (отражение на параллельную к Y ось, с координатой X=140)
N4 M98 P101 (вызов подпрограммы)
N5 G51.1 Y100 (отражение и на параллельную к X ось, с координатой Y=100)
N6 M98 P101 (вызов подпрограммы)
N7 G50.1 X0 (выключение отражения по оси, параллельной к оси Y)
N8 M98 P101 (вызов подпрограммы)
N9 G50.1 Y0 (выключение отражения по оси, параллельной к оси X)
```

16.4 Правила программирования особых трансформаций

Порядок команд поворота G68 и масштабирования G51 может быть произвольным. Однако следует обратить внимание на то, что если сперва выполняется поворот, затем масштабирование, тогда и на координаты центра масштабирования действует команда поворота. А если сперва выполняется масштабирование и потом поворот, тогда и на координаты центра поворота действует команда масштабирования. Команды включения и выключения обеих операций должны укладываться друг в друга, и не накладываться друг на друга:

Поворот–масштабиров.

```
N1 G90 G17 G0 X0 Y0
N2 G68 X80 Y40 R60
N3 G51 X130 Y70 P0.5
N4 X180 Y40
N5 G1 Y100 F200
N6 X80
N7 Y40
N8 X180
N9 G50
N10 G69 G0 X0 Y0
```

Масштабиров.–поворот

```
N1 G90 G17 G0 X0 Y0
N2 G51 X130 Y70 P0.5
N3 G68 X80 Y40 R60
N4 X180 Y40
N5 G1 Y100 F200
N6 X80
N7 Y40
N8 X180
N9 G69
N10 G50 G0 X0 Y0
```

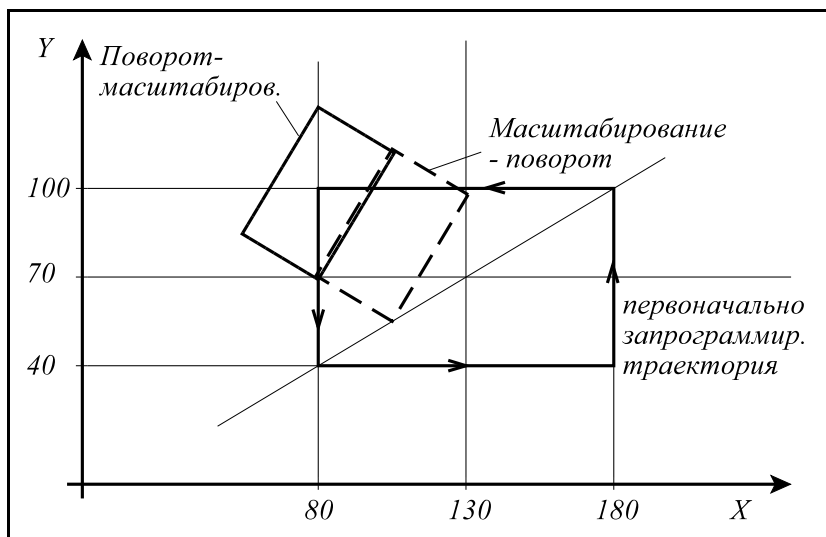



рисунок 16.4-1

По рисунку видно, что не всё равно, в какой последовательности применить различные трансформации.

На счёт отражения положение иное. Включить отражение возможно только в состоянии G50 и G69, то есть когда нет состояния команды ни масштабирования ни поворота. Однако во включенном состоянии отражения можно включить как масштабирование, так и поворот.

Для отражения также имеет силу, что не должно перекладываться ни командами масштабирования, ни поворота, значит, сперва в соответствующем порядке следует выключить поворот и масштабирование, и только после этого отражение.

G51.1 ...	(включение отражения)
G51 ...	(включение масштабирования)
G68 ...	(включение поворота)
...	
G69 ...	(выключение поворота)
G50 ...	(выключение масштабирования)
G50.1 ...	(выключение отражения)

17 Автоматические геометрические расчёты

17.1 Программирование фасок и скругления

Между двумя предложениями, содержащими линейную интерполяцию (G01), или интерполяцию окружности (G02, G03) можно вставить управлением автоматическое снятие фаски, или скругления.

Согласно длины, заданной по адресу

,C

(запятая и C) и равнобедренная фаска вставится между конечной точкой предложения, содержащего адрес ,C и начальной точкой последующего предложения. Например:

```
N1 G1 G91 X30 ,C10
N2 X10 Y40
```

Заданное по адресу ,C значение показывает, что на какое расстояние начинается или заканчивается фаска от предположенной точки пересечения двух последующих друг за другом предложений.

Фаску можно вставить между окружностями, или между окружности и прямой. При этом значение ,C равно длине хорды, проведенной от точки пересечения.

Скругление с радиусом, согласно значению, заданному по адресу

,R

(запятая и R) вставится между конечной точкой предложения, содержащего адрес ,R и начальной точкой последующего предложения. Например:

```
N1 G91 G01 X30 ,R8
N2 G03 X-30 Y30 R30
```

Дуга с радиусом ,R вставится между двумя предложениями так, чтобы окружность касательно примыкала к обоим элементам траектории.

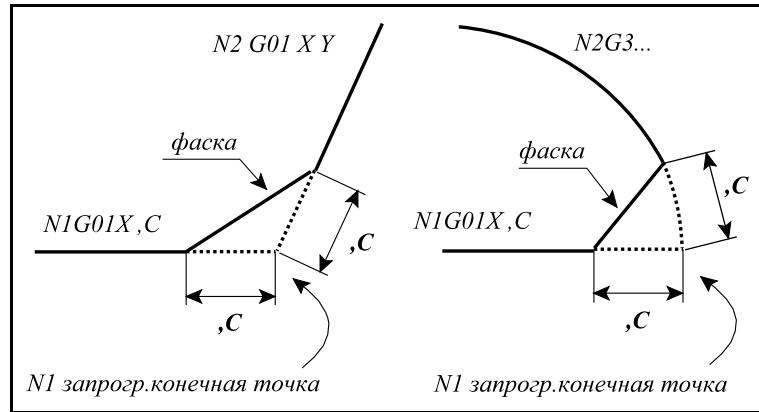


рисунок 17.1-1

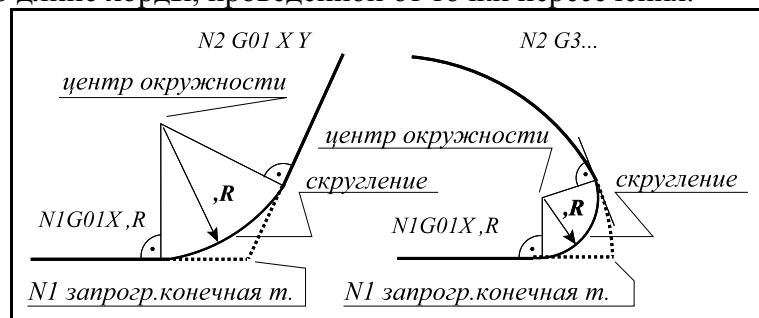


рисунок 17.1-2

Команда, содержащая фаску или скругление, записываемые к концу нескольких последующих друг за другом предложений, как показывает пример ниже:

```
...
G1 Y40 ,C10
X60 ,R22
G3 X20 Y80 R40 ,C10
G1 Y110
...
```

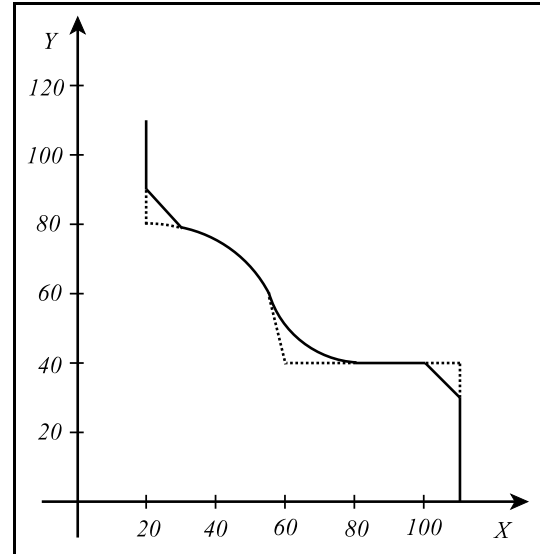


рисунок 17.1-3

☞ *Замечание:*

- Фаску или скругление можно программировать только между элементами, лежащих в выбранной плоскости (G17, G18, G19), в противном случае управлением даётся сигнал ошибки *3081 ОШИБКА ЗАДАНИЯ ,C ,R*.
- Фаску или скругление можно применить только между предложениями G1, G2, или G3, в противном случае управлением даётся сигнал ошибки *3081 ОШИБКА ЗАДАНИЯ ,C ,R*.
- Если длина сторон фаски или радиус скругления настолько велики, что не вставляются в запрограммированные предложения, управлением даётся сигнал ошибки *3084 ,C ,R СЛЫШК. ВЕЛ. ИЛИ ЗАПР*.
- Если в одном предложении запрограммировать ,C и ,R управлением даётся сигнал ошибки *3017 ,C И ,R В ОДНОМ ПРЕДЛОЖ*.
- В режиме по предложениям, после выполнения фаски или скругления управление останавливается и примет состояние СТОП.

17.2 Задача прямой углом направления

Прямую можно задавать в плоскости, определённой командой G17, G18, G19, одной из координат выбранной плоскости и углом направления прямой, заданной по адресу ,A.

$$G17 \left\{ \begin{matrix} G00 \\ G01 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} X_p, A \\ Y_p, A \end{matrix} \right\} q F$$

$$G18 \left\{ \begin{matrix} G00 \\ G01 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} Z_p, A \\ X_p, A \end{matrix} \right\} q F$$

$$G19 \left\{ \begin{matrix} G00 \\ G01 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} Y_p, A \\ Z_p, A \end{matrix} \right\} q F$$

В приведенных выше формулах X_p, Y_p, Z_p означают X, Y, Z, или параллельные к ним оси, q означает одну или несколько произвольных осей, находящихся вне выбранной плоскости. Задачей по адресу ,A можно пользоваться и при коде G0 и G1. Угол ,A отсчитывается от первой оси выбранной плоскости, и положительное направление является противоположенным ходу часовой стрелки. Значение ,A может быть положительным и отрицательным, а также может быть значением больше чем 360° , или меньше -360°

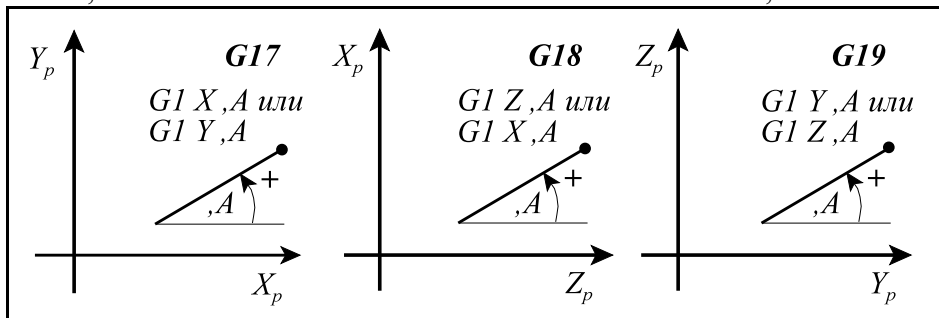


рисунок 17.2-1

Например:

G17 G90 G0 X57.735 Y0 ...

G1 G91...

X100 ,A30 (такая задача эквивалентна задаче X100 Y57.735, где $57.735=100 \cdot \text{tg}30^\circ$)

Y100 ,A120 (такая задача эквивалентна задаче X-57.735 Y100, где $-57.735=100/\text{tg}120^\circ$)

X-100 ,A210 (такая задача эквивалентна задаче X-100 Y-57.735, где $-57.735=-100 \cdot \text{tg}30^\circ$)

Y-100 ,A300 (такая задача эквивалентна задаче X57.735 Y-100, где $57.735=-100/\text{tg}120^\circ$)

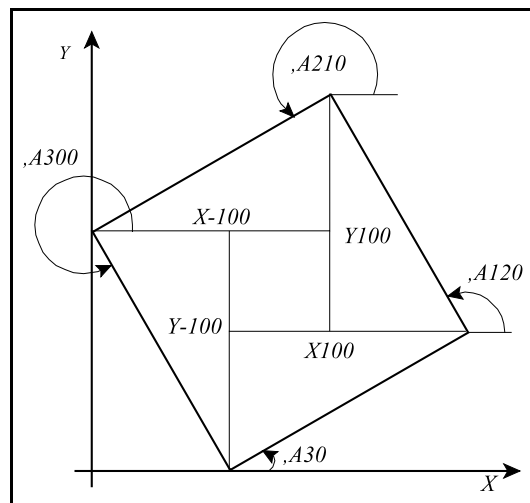


рисунок 17.2-2

☞ Замечание:

– Можно задавать в одном предложении

прямую углом направления и фаску или даже скругление. Например:

```
X100 ,A30 ,C5  
Y100 ,A120 ,R10  
X-100 ,A210
```

– Задача угла направления по адресу ,A можно применить и в циклах сверления. При этом принимается во внимание при выполнении индексации по выбранной плоскости вышеописанным образом. Например, предложение

```
G81 G91 X100 ,A30 R-2 Z-25
```

эквивалентно предложению ниже:

```
G81 G91 X100 Y57.735 R-2 Z-25
```

17.3 Расчёты плоскостной точки пересечения

Приведенные здесь расчёты точки пересечения выполняются управлением только **при включенном состоянии расчёта коррекции радиуса инструмента (G41, или G42)**. Если в программе может не желаемпринимать во внимание коррекцию радиуса инструмента, всё равно надо его включить ивызывать коррекцию D00:

с учётом коррекции радиуса:

G41 (или G42) ... Dnn

...

расчёты точек пересечения

...

G40

без учёта коррекции радиуса:

G41 (или G42) ... D00

...

расчёты точек пересечения

...

G40

17.3.1 Точка пересечения двух прямых

Если из двух, последующих друг за другом предложений, определяющих прямую интерполяцию, второе предложение задаётся таким образом, что определим в выбранной плоскости одну точку, задавая обе координаты, лежащие в выбранной плоскости, через которой проходит прямая, и задаётся также угол направления прямой, управлением вычисляется точка пересечения намеченной в первом предложении прямой и заданной во втором предложении прямой. Прямая, заданная таким образом во втором предложении, называется в дальнейшем сверхопределённой прямой. Конечная точка первого предложения, то есть начальная точка второго предложения будет расчётной точкой пересечения.

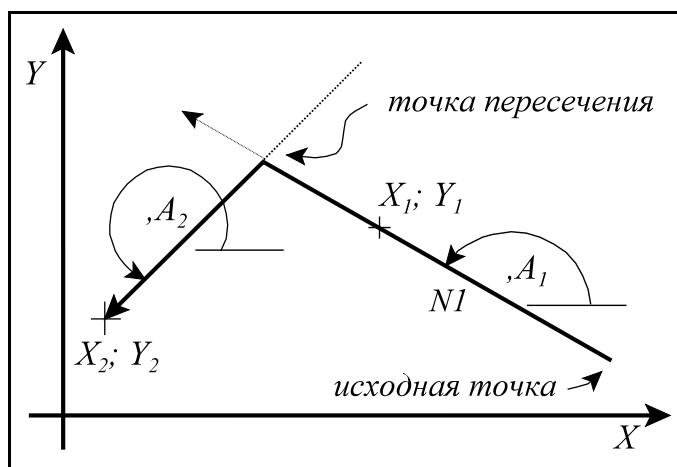


рисунок 17.3.1-1

G17 G41 (G42)

N1 G1 ,A₁ или

X₁ Y₁

N2 G1G90 X₂ Y₂ ,A₂

G18 G41 (G42)

N1 G1 ,A₁ или

X₁ Z₁

N2 G1G90 X₂ Z₂ ,A₂

G19 G41 (G42)

N1 G1 ,A₁ или

Y₁ Z₁

N2 G1G90 Y₂ Z₂ ,A₂

Точка пересечения рассчитывается всегда в намеченной с помощью G17, G18, G19 плоскости. Первое предложение (N1) задаётся или только углом направления (,A₁), и в этом случае от исходной точки проводится под соответствующим углом прямая до точки пересечения, или задаётся на прямой произвольная точка (X₁, Y₁; X₁, Z₁; или Y₁, Z₁), отличающая от исходной точки, и тогда вычисляется точка пересечения с помощью прямой, проходящей через две точки. Координаты, заданные во втором предложении (N2) истолкуются управлением всегда абсолютными данными (G90).

Например:

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 ,A150
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

Предложение N10 можно задавать и координатами одной точки прямой:

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 X50 Y33.094
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

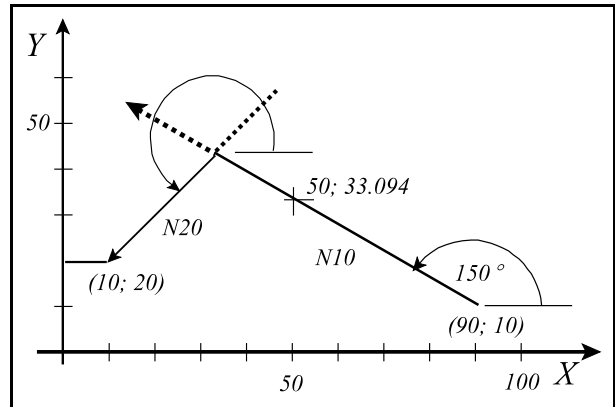


рисунок 17.3.1-2

Обратите внимание, что в этом случае заданные в предложении N10 координату X, Z (X50 Y33.094) не считается управлением за конечной точкой, всего лишь переходной точкой, соединяющей начальную точку прямой с заданной точкой.

Расчёт точки пересечения можно комбинировать и с задачей фаски или скругления.

Например:

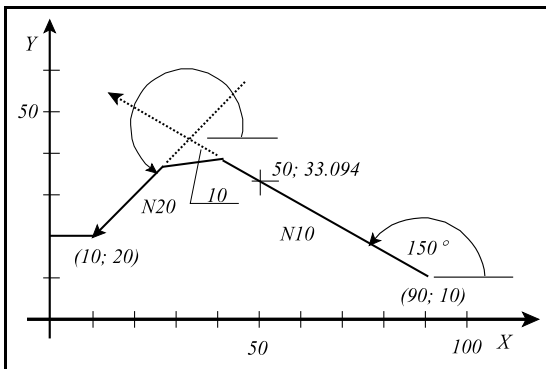


рисунок 17.3.1-3

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 X50 Y33.094 ,C10
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

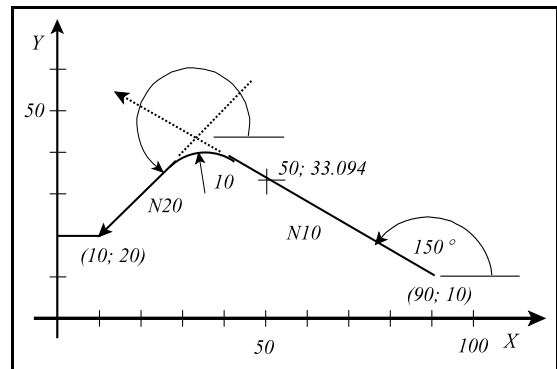


рисунок 17.3.1-4

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 X50 Y33.094 ,R10
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

В приведенных выше примерах длина фаски измеряется от расчётной точки пересечения, а также скругление подстраивается к расчётной точке пересечения.

17.3.2 Точка пересечения прямой и окружности

Если вслед за предложением прямой задаётся предложение окружности таким образом, что задаются координаты конечной и начальной точек окружности и также радиус окружности, то есть окружность является сверхопределённой, управлением рассчитывается точка пересечения между прямой и окружностью. Конечная точка первого предложения, а также начальная точка второго предложения будет расчётной точкой пересечения.

G17 G41 (G42)

N1 G1 ,A или
X₁ Y₁

N2 G2 (G3) G90 X₂ Y₂ I J

R Q

G18 G41 (G42)

N1 G₁ ,A или
X₁ Z₁

N2 G2 (G3) G90 X₂ Z₂ I K

R Q

G19 G41 (G42)

N1 G1 ,A или
Y₁ Z₁

N2 G2 (G3) G90 Y₂ Z₂ J K

R Q

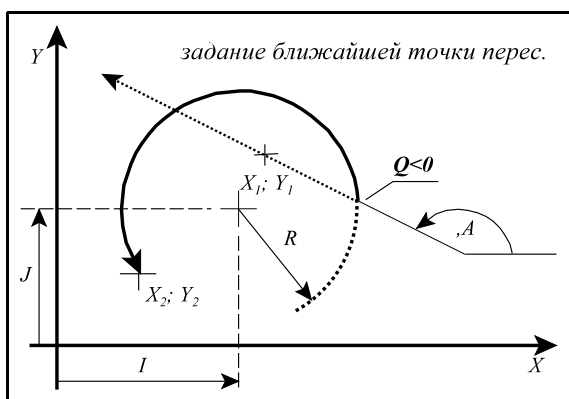


рисунок 17.3.2-1

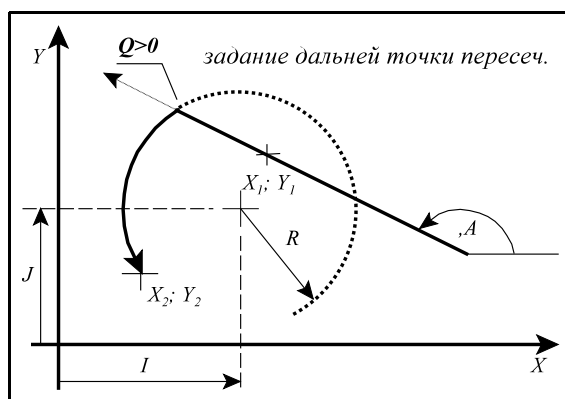


рисунок 17.3.2-2

Точка пересечения рассчитывается всегда в намеченной с помощью G17, G18, G19 плоскости. Первое предложение (N1) задаётся или только углом направления (,A), и в этом случае от исходной точки проводится под соответствующим углом направления одна прямая до точки пересечения, или задаётся на прямой произвольная точка (X₁, Y₁; X₁, Z₁; или Y₁, Z₁), отличающаяся от исходной точки, и тогда точка пересечения рассчитывается с помощью прямой, проходящей через две точки. Координаты, заданные во втором предложении (N2), итак **координаты**, определяющие **центр окружности I, J, K**, истолкуются управлением также всегда **абсолютными** данными (G90). То, что из двух получаемых точек пересечения какая будет рассчитана управлением, задаётся по адресу Q.

Если значение адреса меньше нуля (Q<0), рассчитывается расположенная ближе по направлению прямой точка пересечения,, если значение адреса больше нуля (Q>0), то рассчитывается расположенная дальше по направлению прямой точка пересечения. Направление хода по прямой назначается углом направления.

Рассмотрим следующий пример:

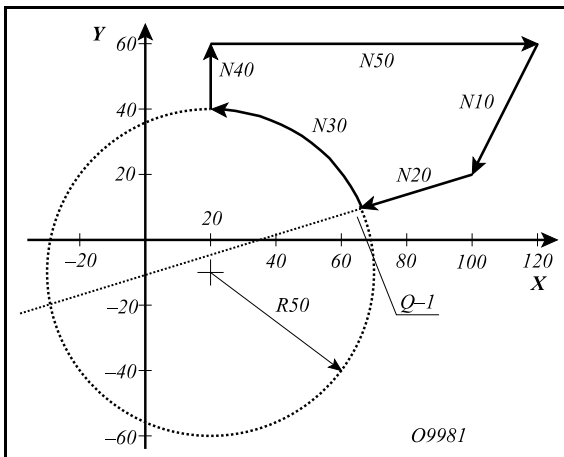


рисунок 17.3.2-3

```
%O9981
N10 G17 G42 G0 X100 Y20 D0 S200 M3
N20 G1 X-30 Y-20
N30 G3 X20 Y40 I20 J-10 R50 Q-1
N40 G40 G0 Y60
N50 X120
N60 M30
%
```

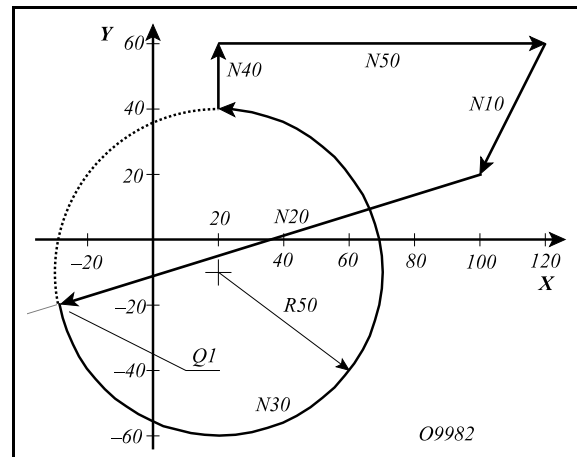


рисунок 17.3.2-4

```
%O9982
N10 G17 G42 G0 X100 Y20 D0 S200 M3
N20 G1 X-30 Y-20
N30 G3 X20 Y40 I20 J-10 R50 Q1
N40 G40 G0 Y60
N50 X120
N60 M30
%
```

Предложение окружности N30 G3 является сверхопределённым, поскольку заданы и координаты центра (I20 J-10 в абсолютном значении), и радиус окружности (R50), управлением рассчитывается точка пересечения прямой, заданной в предложении N20 и окружности, заданной в предложении N30. В программе O9981 рассчитывается точка пересечения, расположенная ближе по направлению прямой, так как в предложении N30 окружности запрограммировали Q-1. А в программе O9982 рассчитывается точка пересечения, расположенная дальше по направлению прямой, так как в предложении N30 окружности запрограммировали Q1.

Расчёт точки пересечения прямой и окружности можно комбинировать и задачей фаски или скругления. Например:

```
%O9983
N10 G17 G42 G0 X100 Y20 D0 S200 M3
N20 G1 X-30 Y-20 ,R15
N30 G3 X20 Y40 I20 J-10 R50 Q-1
N40 G40 G0 Y60
N50 X120
N60 M30
%
```

Управлением рассчитывается точка пересечения предложения N20 и N30 и пристроит к точке пересечения и скругление с радиусом 15 мм под действием ,R15, заданного в предложении N20.

17.3.3 Точка пересечения окружности и прямой

Если вслед за предложением окружности задаётся предложение прямой таким образом, что прямая является сверхопределённой, то есть задаются и координата конечной точки прямой и угол направления, управлением рассчитывается точка пересечения между окружностью и прямой. Конечная точка первого предложения, а также начальная точка второго предложения будет расчётной точкой пересечения.

G17 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X₁ Y₁ I J
или R
N2 G1 G90 X₂ Y₂ ,A Q

G18 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X₁ Z₁ I K
или R
N2 G1 G90 X₂ Z₂ ,A Q

G19 G41 (G42)
N1 G2 (G3) Y₁ Z₁ J K
или R
N2 G1 G90 Y₂ Z₂ ,A Q

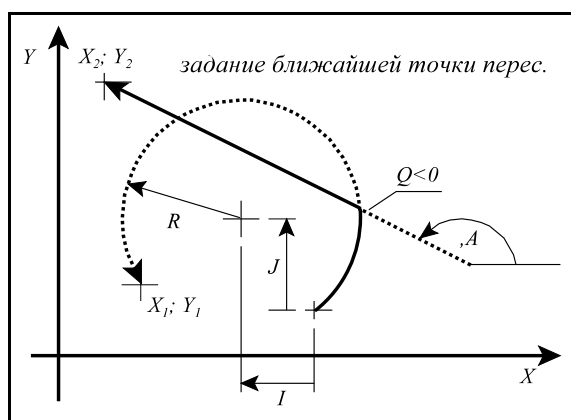


рисунок 17.3.3-1

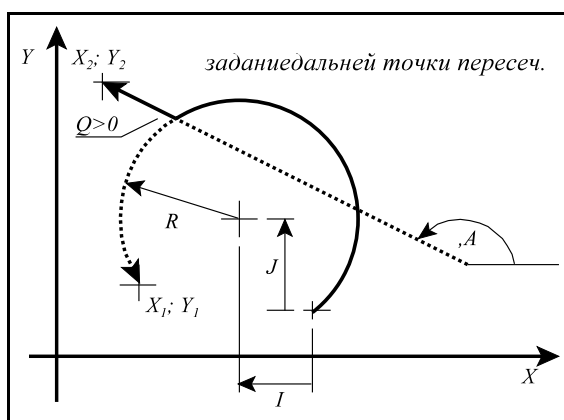


рисунок 17.3.3-2

Точка пересечения рассчитывается всегда в намеченной с помощью G17, G18, G19 плоскости. Первое предложение (N1), то есть окружность задаётся одной её произвольной точкой (X₁, Y₁; X₁, Z₁; или Y₁, Z₁) и координатой её центра (I J; I K; или J K), или вместо координат центра можно задавать и радиус (R) окружности. Во втором предложении (N2) прямая является сверхопределённой, то есть задаётся и координаты (X₂ Y₂; X₂ Z₂; или Y₂ Z₂) конечной точки прямой и угол направление прямой (A) прямой. Координаты конечной точки прямой истолкуются управлением всегда **абсолютными** данными (G90). Всегда надо задавать **угол направления вектора** прямой, направленной от получаемой **точки пересечения** в заданную **конечную точку** по адресу ,A, в противном случае совершаются движения, противоположенные намерению программиста. То, что из получаемых двух точек пересечения какая будет рассчитана управлением, задаётся по адресу Q.

Если значение адреса меньше нуля (Q < 0, например: Q-1) то рассчитывается точка пересечения, лежащая ближе по направлению прямой, а если значение адреса больше нуля (Q > 0, например: Q1) то рассчитывается точка пересечения, лежащая дальше по направлению прямой. Направление хода по прямой намечается углом направления.

Рассмотрим следующий пример:

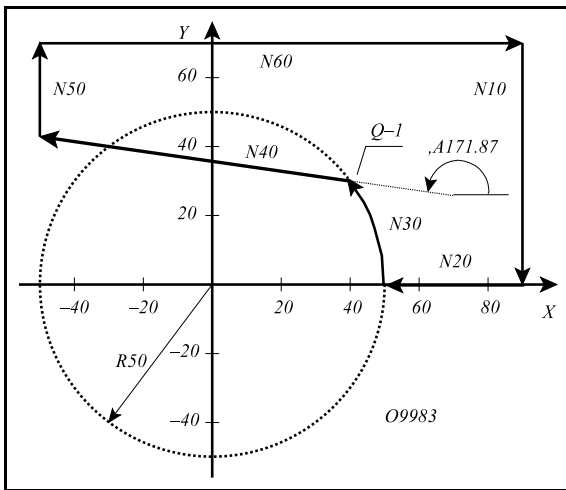


рисунок 17.3.3-3

```
%O9983
N10 G17 G0 X90 Y0 M3 S200
N20 G42 G1 X50 D0
N30 G3 X-50 Y0 R50
N40 G1 X-50 Y42.857 ,A171.87 Q-1
N50 G40 G0 Y70
N60 X90
N70 M30
%
```

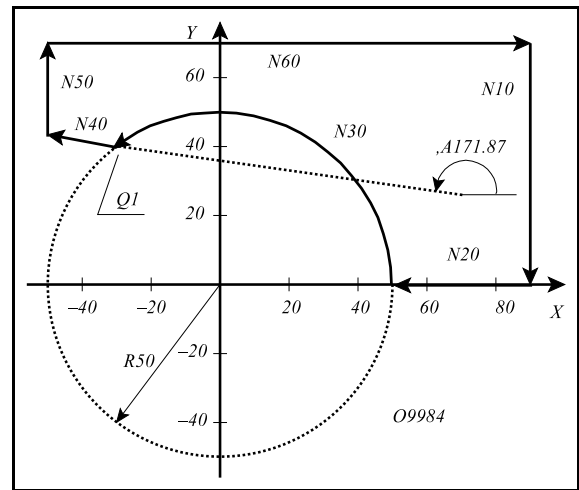


рисунок 17.3.3-4

```
%O9984
N10 G17 G0 X90 Y0 M3 S200
N20 G42 G1 X50 D0
N30 G3 X-50 Y0 R50
N40 G1 X-50 Y42.857 ,A171.87 Q1
N50 G40 G0 Y70
N60 X90
N70 M30
%
```

Предложение прямой N40 является сверхопределённым, поскольку заданы и координаты конечной точки прямой (X-50 Y42.857) и угол направления (,A171.87). Поэтому координаты окружности X-50 Y0, запрограммированные в предшествующем предложении N30, не принимаются значениями конечной точки, а всего лишь одной точкой, через которой проходит окружность, а конечной точкой будет расчётная точка пересечения. В программе с номером O9983 задавалась ближайшая точка пересечения (Q-1) по направлению хода, в то же время в программе с номером O9984 - дальнюю (Q1) по направлению хода.

Задача точки пересечения окружности и прямой можно комбинировать с задачей фаски или скругления. Например:

```
%O9983
N10 G17 G0 X90 Y0 M3 S200
N20 G42 G1 X50 D0
N30 G3 X-50 Y0 R50 ,R15
N40 G1 X-50 Y42.857 ,A171.87 Q-1
N50 G40 G0 Y70
N60 X90
N70 M30
%
```

В примере задано в предложении N30 одно скругление (,R15) с размером 15 мм. Управлением вычисляется точка пересечения между предложением N30 и N40, и к полученному таким образом контуру приложит запрограммированное скругление.

17.3.4 Точка пересечения двух окружностей

Если два последующих друг за другом предложений окружности задаётся так, что для вызов подпрограммы второй окружности задаются координаты конечной точки и центра и радиус, то есть вторая окружность будет сверхопределённой, управлением рассчитывается точка пересечения между двумя окружностями. Конечная точка первого предложения, а также начальная точка второго предложения будет расчётной точки пересечения.

G17 G41 (G42)

N1 G2 (G3) X₁ Y₁ I₁ J₁
или X₁ Y₁ R₁

N2 G2 (G3) G90 X₂ Y₂ I₂
J₂ R₂ Q

G18 G41 (G42)

N1 G2 (G3) X₁ Z₁ I₁ K₁
или X₁ Z₁ R₁

N2 G2 (G3) G90 X₂ Z₂ I₂
K₂ R₂ Q

G19 G41 (G42)

N1 G2 (G3) Y₁ Z₁ J₁ K₁
или Y₁ Z₁ R₁

N2 G2 (G3) G90 Y₂ Z₂ J₂
K₂ R₂ Q

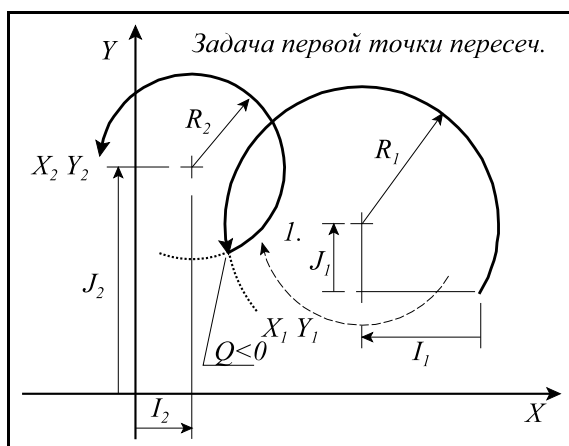


рисунок 17.3.4-1

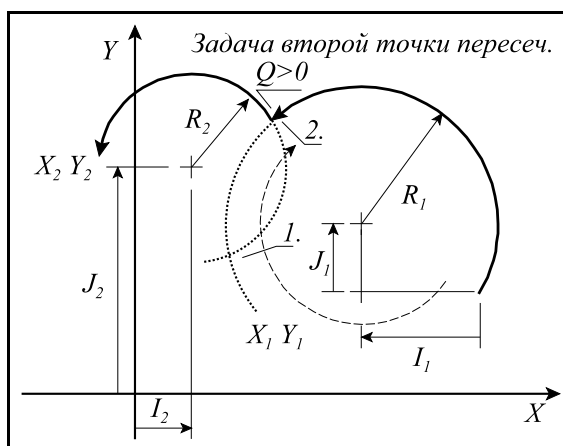


рисунок 17.3.4-2

Точка пересечения рассчитывается всегда в намеченной с помощью G17, G18, G19 плоскости. Первое предложение (N1) задаётся или координатами центра окружности (I₁ J₁; I₁ K₁; J₁ K₁), или радиусом окружности (R₁). В этом предложения истолкование координат центра совпадает с основным истолкованием задачи окружности, то есть с относительным расстоянием от центра. Координаты, заданные во втором предложении (N2), значит и **координаты I, J, K, определяющие центр окружности**, истолкуются управлением всегда как **абсолютные** данные (G90). То, что из двух получаемых точек пересечения какая должна подсчитаться, задаётся по адресу Q. Если значение адреса меньше нуля (Q < 0, например: Q = -1), то рассчитывается первая точка пересечения, если значение адреса больше нуля (Q > 0, например: Q = 1), - то вторая точка пересечения.

Первой считается та точка пересечения, через которой первым проходим, ходя по ходу часовой стрелки (независимо от запрограммированного направления G2, G3).

Рассмотрим следующий пример:

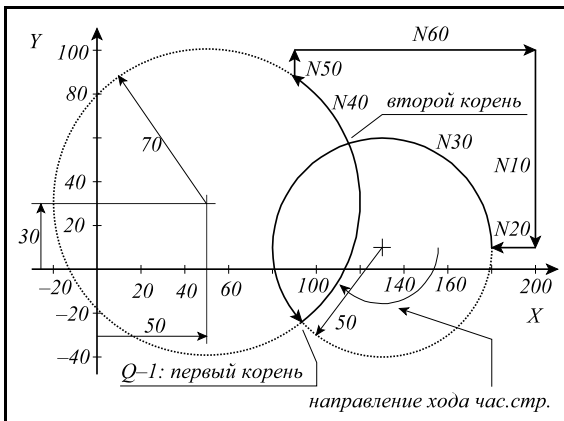


рисунок 17.3.4-3

```
%O9985
N10 G17 G54 G0 X200 Y10 M3 S200
N20 G42 G1 X180 D1
N30 G3 X130 Y-40 R-50
N40 X90 Y87.446 I50 J30 R70 Q-1
N50 G40 G0 Y100
N60 X200
N70 M30
%
```

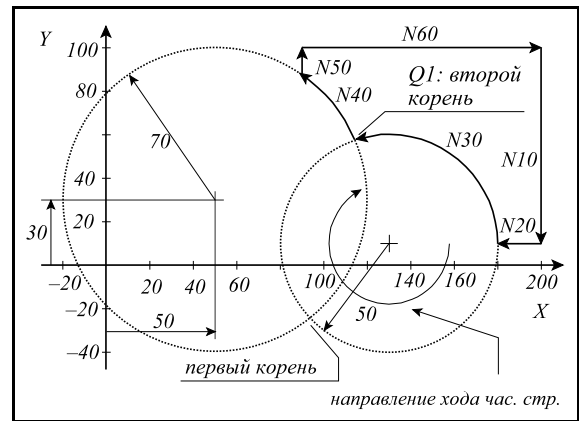


рисунок 17.3.4-4

```
%O9986
N10 G17 G54 G0 X200 Y10 M3 S200
N20 G42 G1 X180 D1
N30 G3 X130 Y-40 R-50
N40 X90 Y87.446 I50 J30 R70 Q1
N50 G40 G0 Y100
N60 X200
N70 M30
%
```

Предложение окружности N40 является сверхопределённым, поскольку заданы и координаты её центра (I50 J30 понимается как абсолютное значение), и её радиус (R70). Поэтому координаты X130 Y-40 окружности, запрограммированной в предшествующем предложении N30, не считаются за значениями конечной точки, всего лишь одной точкой, через которой проходит окружность, и конечная точка будет расчётной точкой пересечения. В программе с номером O9985 задавалась ближайшая по ходу часовой стрелки точка пересечения (Q-1), пока в программе с номером O9986 - дальнюю (Q1).

Задачу точки пересечения двух окружностей можно комбинировать с задачей фаски или скругления. Например:

```
%O9986
N10 G17 G54 G0 X200 Y10 M3 S200
N20 G42 G1 X180 D1
N30 G3 X130 Y-40 R-50 ,R20
N40 X90 Y87.446 I50 J30 R70 Q1
N50 G40 G0 Y100
N60 X200
N70 M30
%
```

В примере задано в предложении N30 одно скругление с размером 20 мм (,R20). Управлением рассчитывается точка пересечения между предложением N30 и N40, и к полученному таким образом контуру приложится запрограммированное скругление.

17.3.5 Сцепление расчётов точки пересечения

Предложения по расчёту точки пересечения можно сцеплять, то есть можно выделить несколько последующих друг за другом предложений для расчёта точки пересечения. Управлением выполняется расчёт точки пересечения, пока находит в программе сверхопределённые прямые или окружности. Рассмотрим нижеприведенный пример:

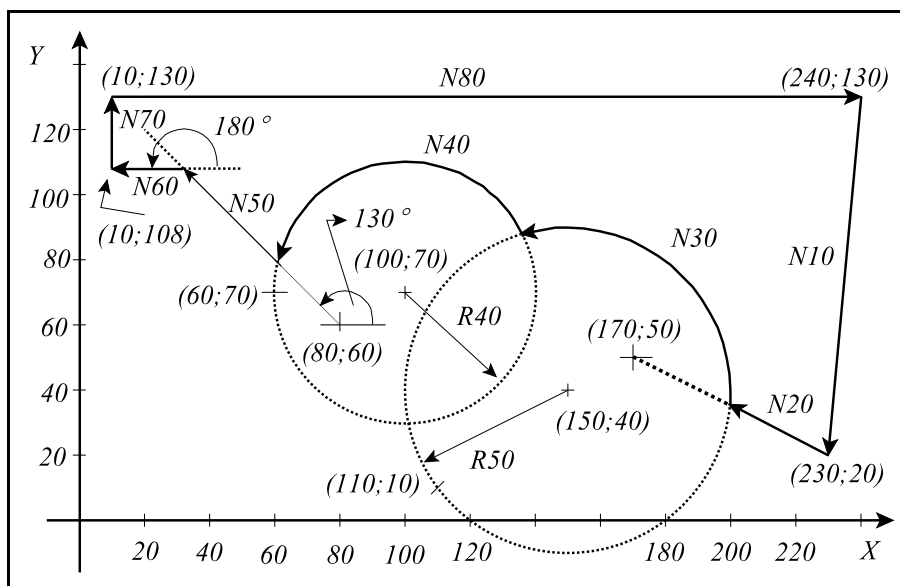


рисунок 17.3.5-1

```

%O9984
N10 G17 G54 G0 G42 X230 Y20 D1 F300 S500 M3
N20 G1 X170 Y50
N30 G3 X110 Y10 I150 J40 R50 Q-1
N40 X60 Y70 I100 J70 R40 Q1
N50 G1 X80 Y60 ,A135 Q1
N60 X10 Y108 ,A180
N70 G40 G0 Y130
N80 X240
N90 M30
%
```

Предложение N30, N40, N50, N60 из приведенного выше примера является сверхопределённым. Прямая N20 не проводится до запрограммированной конечной точки (X170 Y50), так как предложение окружности N30 является сверхопределённым, то есть адреса I J R все заполненные, и по адресу Q задано, что какую точку пересечения надо находить. И предложение окружности N30 не проводится до запрограммированной конечной точки (X110 Y10), так как предложение окружности N40 тоже является сверхопределённым. В программе последним сверхопределённым предложением является прямая N60. Поскольку последующая за ним предложение прямой N70 уже не является сверхопределённым, поэтому координаты X10 Y108, запрограммированные в предложении N60 считаются не одной из проходных точек прямой, а координатами конечной точки предложения N60.

Вообще можно сказать, что точки координат сверхопределённых предложений прямой и окружности, лежащие в выделённой плоскости, принимаются управлением за координатами конечной точки только тогда, если за ним уже не следует сверхопределённое предложение.

18 Циклы сверления

Циклы сверления можно разделить на следующие операции:

- 1-я операция: индексация по выбранной плоскости
- 2-я операция: действие после индексации
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: действие в точке R
- 5-я операция: сверление до точки основания
- 6-я операция: действие в точке основания
- 7-я операция: отвод до точки R
- 8-я операция: действие в точке R
- 9-я операция: отвод с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: действие в исходной точке

Точка R, точка приближения: Инструмент приближается к заготовке с движением быстрого хода до этой точки.

Исходная точка: Это позиция сверлильного шпинделя, принимаемая им до запуска цикла.

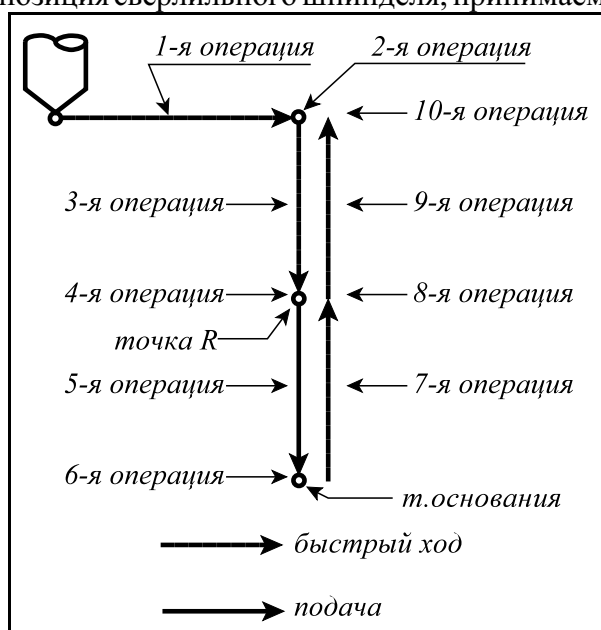


рисунок 18-1

Перечисленными выше операциями даётся общее описание циклов сверления, в конкретных случаях операции могут быть пропущены.

Циклы сверления имеют **плоскость индексации**, и **сверлильный шпиндель**. Плоскость индексации и сверлильный шпиндель намечается командами G17, G18, G19 выбора плоскости.

Код G	плоскость индексации	сверлильный шпиндель
G17	плоскость $X_p Y_p$	Z_p
G18	плоскость $Z_p X_p$	Y_p
G19	плоскость $Y_p Z_p$	X_p

где: X_p : X, или параллельная ей ось
 Y_p : Y, или параллельная ей ось
 Z_p : Z, или параллельная ей ось

Оси U, V, W считаются параллельными осями тогда, если они так определены в поле параметром.

Конфигурация циклов сверления возможна командами G98 и G99:

G98: отвод инструмента при цикле сверления производится до исходной точки. Исходным является положение, которое принимается после включения управления, перезагрузки, или удаления режима цикла.

G99: при цикле сверления инструмент отводится до точки R, следовательно в этом случае пропускается операция 9., 10.

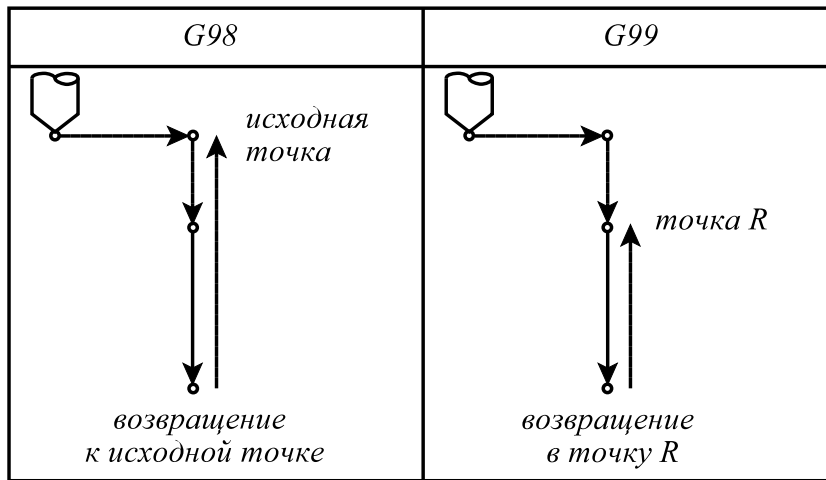


рисунок 18-2

Коды циклов сверления: G73, G74, G76, G81, ..., G89

Этими кодами включается режим циклов, позволяющий передачи переменных цикла по наследству.

Кодом G80 выключается режим циклов и удаляются сохранённые переменные цикла.

Адреса, использованные в циклах сверления и их истолкование:

G17	G_	X_p	Y_p	I_	J_	Z_p	R_	Q_	E_	P_	F_	S_	L_
G18	G_	Z_p	X_p	K_	I_	Y_p	R_	Q_	E_	P_	F_	S_	L_
G19	G_	Y_p	Z_p	J_	K_	X_p	R_	Q_	E_	P_	F_	S_	L_

_____ число повторения
 _____ данные сверления
 _____ смещение после индексации шпинделя
 _____ позиция отверстия
 _____ код сверления

Код сверления:

Истолкования каждого кода смотри позже.

Коды передаются по наследству до тех пор, пока не запрограммировать команду G80, или код, относящийся в 1-ую группу кодов G (группа интерполяции: G01, G02, G03, G33).

Пока включено состояние цикла командами G73, G74, G76, G81, ..., G89, до тех пор наследственные переменные цикла передаются и между различными типами циклов сверления.

Начальная точка или исходная точка:

Начальной точкой является позиция оси, выделённой для сверления, зарегистрированная:

– при включении режима цикла. Например:

```
N1 G17 G90 G0 Z200
N2 G81 X0 Y0 Z50 R150
N3 X100 Y30 Z80
```

при этом позиция начальной точки $Z=200$ и в предложении N2 и N3.

– или при выделении нового сверлильного шпинделя. Например:

```
N1 G17 G90 G0 Z200 W50
N2 G81 X0 Y0 Z50 R150
N3 X100 Y30 W20 R25
```

в предложении N2 позиция начальной точки $Z=200$

в предложении N3 позиция начальной точки $W=50$

В том случае, если изменяется выделение сверлильного шпинделя, обязательно программировать R, в противном случае создаётся сообщение *3053 НЕТ ОСН. ТОЧКИ ИЛИ R ТОЧКИ*.

Позиция отверстия: X_p , Y_p , Z_p

Из записанных значений координат за позицией отверстия берутся те, которые лежат в выбранной плоскости.

Записанные значения могут быть инкрементные, или абсолютные, заданные в прямоугольных или полярных координатах, а их размерность - метрическая или дюймовая.

Для записанных значений действительны команды отражения, поворота и масштабирования.

Позицию отверстия занимается управлением с помощью индексации быстрого хода, независимо от того, что из 1-й группы какой код был действителен.

Смещение после ориентировки шпинделя: I, J, K

Если на данном станке имеется возможность ориентировать шпиндель, в цикле обтачивания G76, и G87 инструмент можно возвращать отводя от поверхности, чтобы кончик инструмента не поцарапал её. При этом по адресу I, J и K можно задавать, что в каком направлении отделился инструмент управлением от поверхности. Адреса истолкуются управлением согласно выбранным плоскостям:

```
G17: I, J
G18: K, I
G19: J, K
```

Адреса истолкуются всегда как инкрементные, прямоулогные данные. Адрес может быть метрический или дюймовый.

Для данных I, J, K не действительны команды отражения, поворота или масштабирования.

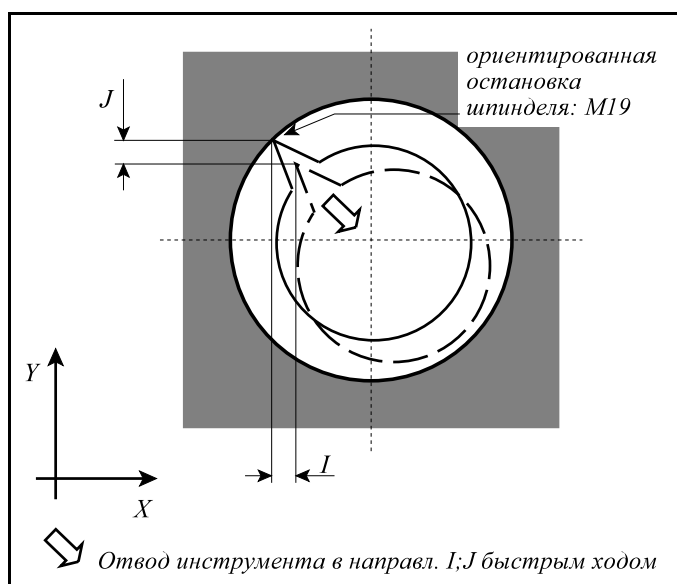


рисунок 18-3

I, J и K являются наследственными значениями. Её значения удаляются G80, или кодами группы интерполяции удаляются. Отвод производится с быстрым ходом.

Данные сверления:

Точка основания отверстия: X_{p2}, Y_{p2}, Z_p

Точка основания отверстия должна быть задана по адресу сверлильного шпинделя. Координаты основания отверстия истолкуются всегда прямоугольными данными. Могут быть дюймовые, или метрические, абсолютные, или инкрементные. При инкрементной задаче значения основания отверстия, смещение отсчитывается от точки R.

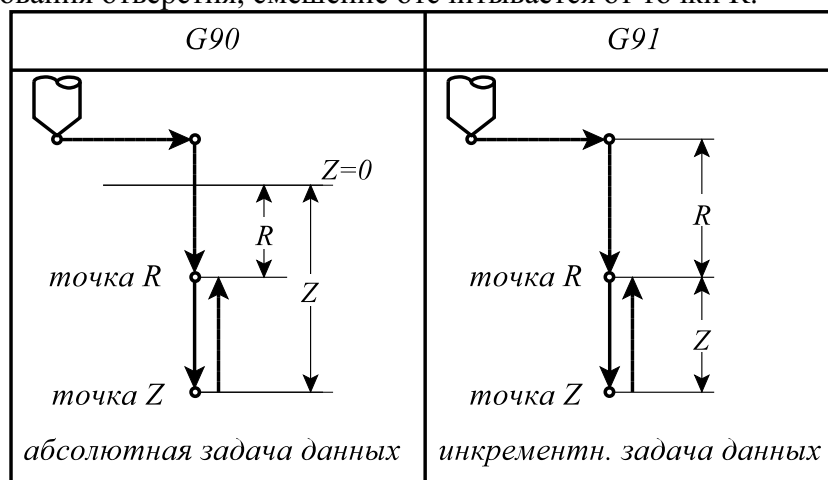


рисунок 18-4

Для данных точки основания действительны команды отражения и масштабирования. Данные точки основания являются наследственными данными. Её значения удаляются G80, или кодами группы интерполяции. Приближение к точке основания производится управлением всегда действительной с подачей.

Точка приближения, точка R: R

Точка приближения задаётся по адресу R. Адрес R является всегда прямоугольными данными, которые могут быть инкрементными или абсолютными, метрическими или дюймовыми. Если данные R является инкрементными, их значение отсчитывается всегда от исходной точки. Для данных точки R действительны данные по отражению и масштабированию. Данные точки R являются наследственными. Её значения удаляются G80, или кодами группы интерполяции. Приближение к точке R производится управлением всегда с быстрым ходом.

Значение глубины резания: Q

Значения глубины резания в циклах G73 и G83 является всегда инкрементными, прямоугольными, положительными данными. Значения глубины резания является наследственными данными. Её значения удаляются G80, или кодами группы интерполяции. Для глубины резания не действительны команды по отражению и масштабированию.

Вспомогательные данные: E

Они являются мерой отвода в цикле G73, а также до их значения совершается быстрый ход в G83 перед врезанием. Они являются всегда инкрементными, прямоугольными, положительными данными. Для вспомогательных данных не действительна команда по масштаби-

рованию. Значение вспомогательных данных является наследственными. Их значения удаляются G80, или кодами группы интерполяции. Если они не запрограммированы, тогда их необходимые значения берутся управлением от параметра *RETG73*, или *CLEG83*.

Ожидание: P

Время ожидания задаётся на вне отверстия. Для его задачи действительны правила, изложенные при G04. Значение ожидания является наследственным. Их значения удаляются G80, или кодами группы интерполяции.

Подача: F

Этим определяется подача. Его значение является наследственным. Только запрограммированием других данных F можно её заменить, Она не удаляется G80 или другим кодом.

Число оборотов шпинделя: S

Его значение является наследственным. Только запрограммированием других данных S можно его заменить, Он не удаляется G80 или другим кодом.

Число повторения: L

Этим определяется число повторения цикла. Его предел: 1–9999. Если L не заполнено, учитывается значение L=1. В случае L=0 данные цикла сохраняются, но не исполняются. Значение L действительно только в том предложении, в котором задавалось.

Пример для передачи по наследствию кодов сверления и переменных цикла:

```
N1 G17 G0 Z_ M3
N2 G81 X_ Y_ Z_ R_ F_
```

В начале режима цикла определение данных сверления (Z, R) является обязательным

```
N3 X_
```

Поскольку в предложении N2 были определены данные сверления, а в предложении N3 требуются те же, их заполнение лишнее, то есть можно пропустить G81, Z_, R_, F. Позиция отверстия изменяется только по оси X, сверло движется в этом направлении, затем сверлится то же самое отверстие, как в предложении N2.

```
N4 G82 Y_ Z_ P_
```

Позиция отверстия движется по оси Y. Способ сверления сформируется согласно G82, точка основания Z принимает новое значение, точка приближение и подача (R, F) передаются по наследствию из предложения N2.

```
N5 G80 M5
```

Удаляется режим цикла и наследственные переменные цикла, за исключением F.

```
N6 G85 Y_ Z_ R_ P_ M3
```

Поскольку в предложении N5 удаляются данные сверления под действием команды G80, значения Z, R, и P придётся снова задавать.

```
N7 G0 X_ Y_
```

Удаляется режим цикла и наследственные переменные цикла, за исключением F.

Примеры для использования повторением цикла:

Если приходится сверлить одинаковые отверстия на равные расстояния теми же параметрами, число повторения задаётся по адресу L. L будет действителен только в том предложении, в котором он задавался.

```
N1 G90 G17 G0 X0 Y0 Z100 M3
N2 G91 G81 X100 Z-40 R-97 F50 L5
```

Под действием указанных выше команд, управлением просверливается в вдоль оси X на расстояние 100 мм-ов друг от друга 5 шт. одинаковых отверстий. Позиция первого отверстия X=100, Y=0.

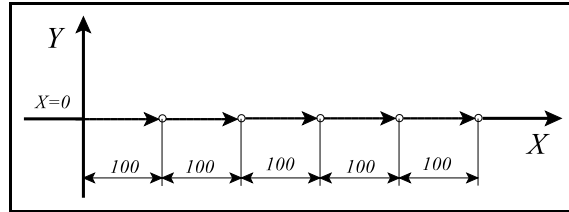


рисунок 18-5

Под действием G91 позиция отверстия задавалась инкрементно. Если задавали бы как абсолютные данные (G90), операция выполнялась бы в точке с координатой X100, Y0 пять раз одну за другой.

```
N1 G90 G17 G16 G0 X200 Y-60 Z50
N2 G81 YI60 Z-40 R3 F50 L6
```

Под действием указанных выше команд, управлением просверливается по окружности центров 200 мм по 60 градусов 6 шт. отверстий. Позиция первого отверстия выходит в точку с координатами X=200 Y=0.

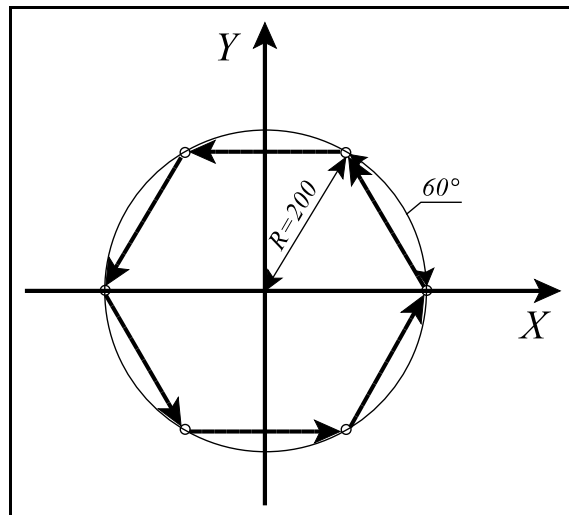


рисунок 18-6

18.1 Подробное описание циклов сверления.

18.1.1 Цикл глубокого сверления с большой скоростью (G73)

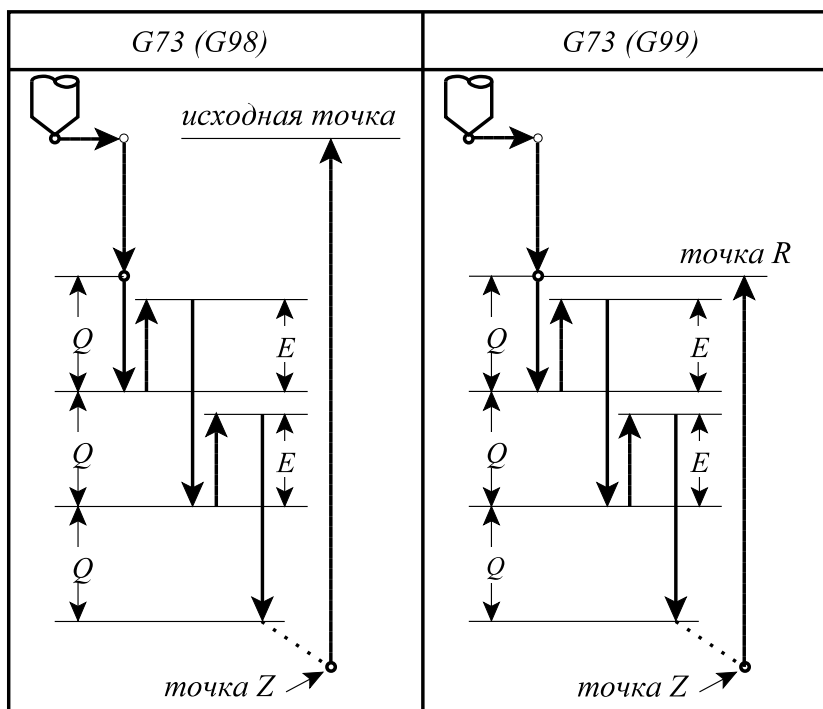


рисунок 18.1.1-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G73** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ Q__ E__ F__ L__

G18 **G73** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ Q__ E__ F__ L__

G19 **G73** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ Q__ E__ F__ L__

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: сверление до точки основания F с подачей
- 6-я операция: –
- 7-я операция: в случае G99: отвод назад до точки R с быстрым ходом
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад до исходной точки с быстрым ходом
- 10-я операция: –

Описание 5-й операции сверления:

- в заготовку засверлить с подачей до глубины резания, заданного по адресу Q,
 - отвод назад с быстрым ходом по значению, заданному по адресу E, или параметром *RETG73*,
 - отсчитывая от точки основания предыдущего засверления, опять засверлить по глубине Q,
 - отвод назад с быстрым ходом по значению, заданному по адресу E.
- Процесс продолжается до точки основания, заданной по адресу Z.

18.1.2 Цикл нарезания левой резьбы (G74)

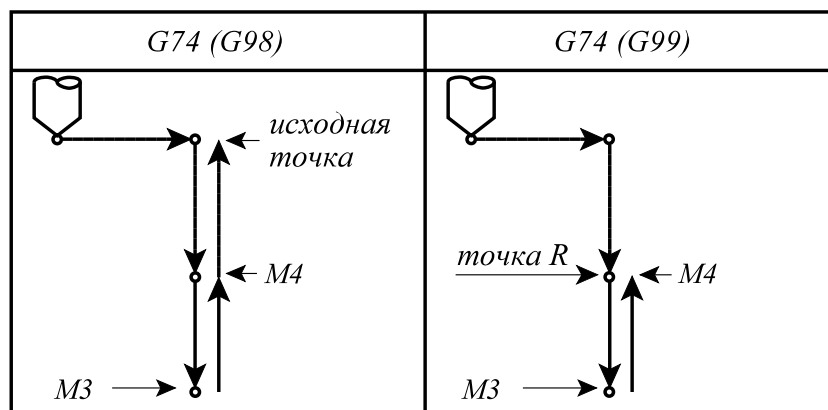


рисунок 18.1.2-1

Цикл можно применить только с метчиком, снабжённым уравнивающей вставкой.

Использованные в цикле переменные:

G17 **G74** X_p Y_p Z_p R (P) F L

G18 **G74** Z_p X_p Y_p R (P) F L

G19 **G74** Y_p Z_p X_p R (P) F L

Перед пуском цикла необходимо включить или запрограммировать направление вращения шпинделя M4 (против хода часовой стрелки).

Значение подачи нужно задавать в зависимости шагу метчика:

– в состоянии минутной подачи G94:

$$F = P \cdot S$$

где: P: шаг резьбы в размерности мм/об, или дюйм/об

S: число оборотов шпинделя в размерности об/мин

– в состоянии пооборотной подачи G95:

$$F = P$$

где: P: шаг резьбы в размерности мм/об, или дюйм/об

Операции цикла:

1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости

2-я операция: –

3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)

4-я операция: –

5-я операция: сверление с подачей до точки основания F, форсировка и стоп запрещены

6-я операция: – ожидание по значению, заданному по адресу P, если параметр TAP-DWELL разрешён (=1)

– смена направления вращения шпинделя: M3

7-я операция: отвод назад до точки R с подачей F, форсировка и стоп запрещены

8-я операция: смена направления вращения шпинделя: M4

9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки

10-я операция: –

18.1.3 Растачивание с автоматическим отводом инструмента (G76)

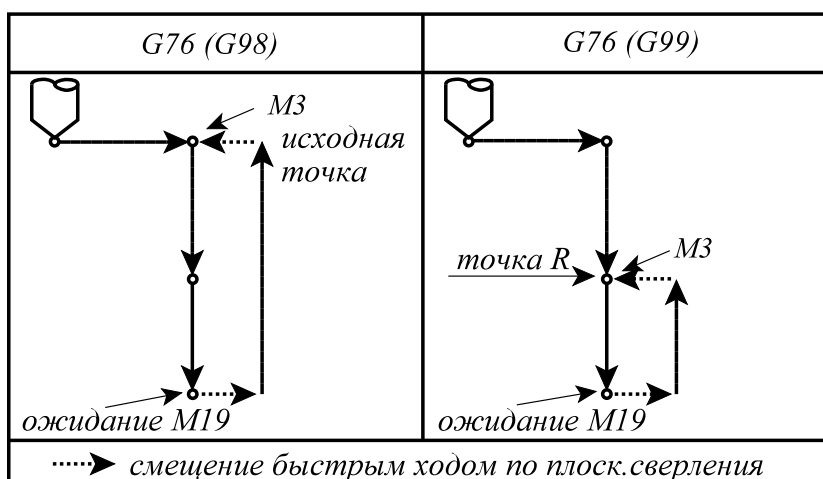


рисунок 18.1.3-1

Циклом G76 можно пользоваться только тогда, если ориентировка шпинделя построена в станок. Этот факт отмечен для управления состоянием 1 бита параметра *ORIENT1*. В противном случае даётся сигнал 3052 ОШИБКА В G76, G87.

Поскольку после растачивания выполняется циклом ориентировка шпинделя, и отводит инструмент от поверхности со значением, заданным по I, J и K, при отводе инструмента поверхность не поцарапается.

Использованные в цикле переменные:

G17 **G76** X_p__ Y_p__ I__ J__ Z_p__ R__ P__ F__ L__
 G18 **G76** Z_p__ X_p__ K__ I__ Y_p__ R__ P__ F__ L__
 G19 **G76** Y_p__ Z_p__ J__ K__ X_p__ R__ P__ F__ L__

Перед пуском цикла нужно выдавать команду M3.

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: расточка до точки основания с подачей F
- 6-я операция: – ожидание по значению, заданному по адресу P
– индексация шпинделя: M19
– отвод инструмента с быстрым ходом по выбранной плоскости со значением I, J, K
- 7-я операция: в случае G99: отвод назад с быстрым ходом до точки R,
- 8-я операция: в случае G99
– отвод инструмента назад с быстрым ходом по выбранной плоскости со значением, противоположенным заданным по I, J, K,
– повторный запуск шпинделя в направлении M3
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: в случае G98
– отвод инструмента назад с быстрым ходом по выбранной плоскости со значением, противоположенным заданным по I, J, K,
– повторный запуск шпинделя в направлении M3.

18.1.4 Выключение состояния цикла (G80)

Под действием кода состояние цикла выключается, переменные цикла удаляются.

Z и R принимает значение приращения 0, остальные переменные тоже 0.

Если в предложении **G80** запрограммировать координаты, и другой команды не давать, тогда движение выполняется на основании кода интерполяции (по 1-й группе кода G, или по группе интерполяции), действительного до включения цикла.

18.1.5 Цикл сверления, выдвигание с быстрым ходом (G81)

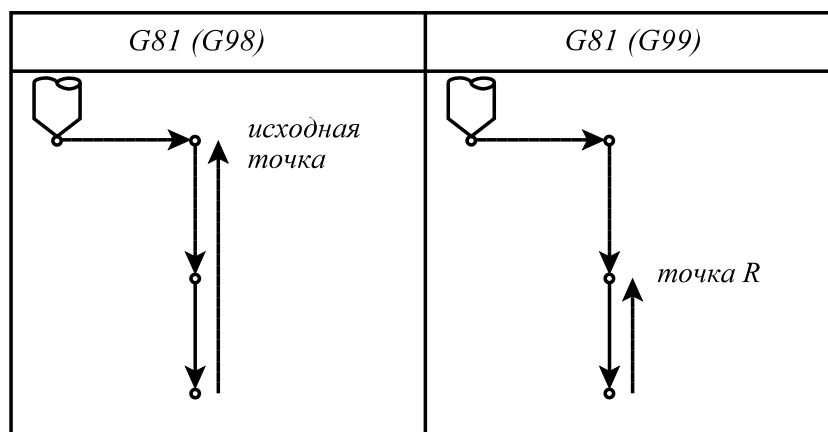


рисунок 18.1.5-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G81** X_p Y_p Z_p R F L

G18 **G81** Z_p X_p Y_p R F L

G19 **G81** Y_p Z_p X_p R F L

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: –
- 7-я операция: в случае G99: отвод назад с быстрым ходом до точки R
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: –

18.1.6 Цикл сверления с ожиданием, выдвижение с быстрым ходом (G82)

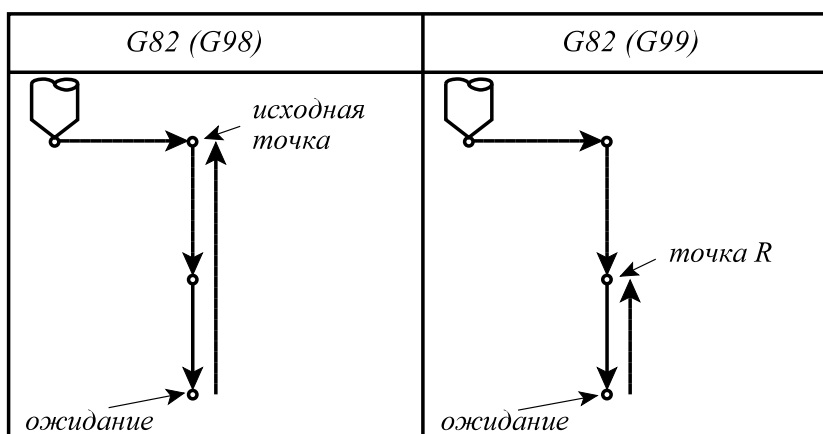


рисунок 18.1.6-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G82** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ P__ F__ L__

G18 **G82** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ P__ F__ L__

G19 **G82** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ P__ F__ L__

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: ожидание по времени, заданному по адресу P
- 7-я операция: в случае G99: отвод назад с быстрым ходом до точки R
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: –

18.1.7 Цикл глубокого сверления (G83)

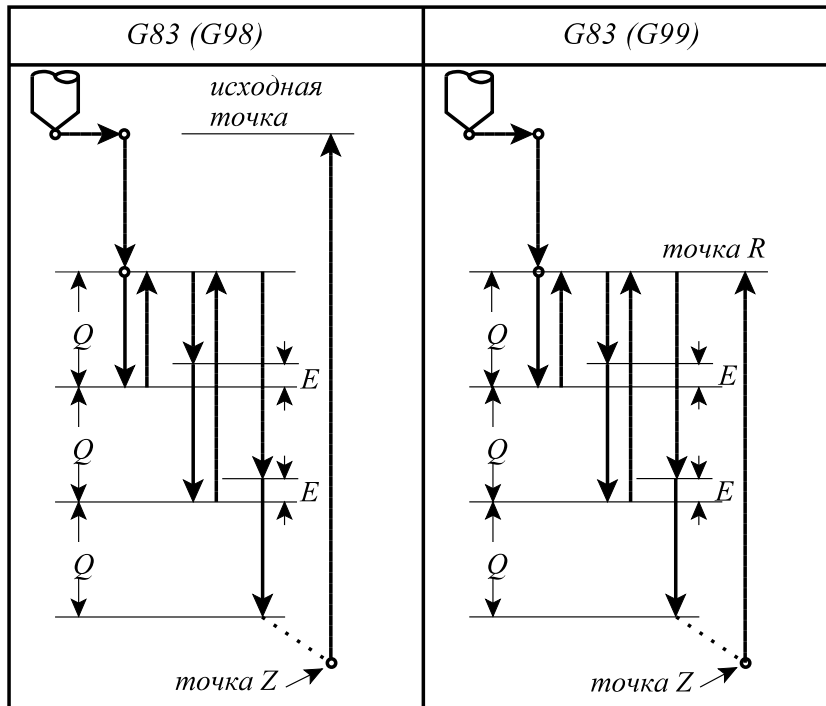


рисунок 18.1.7-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G83** X_p Y_p Z_p R Q E F L

G18 **G83** Z_p X_p Y_p R Q E F L

G19 **G83** Y_p Z_p X_p R Q E F L

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: –
- 7-я операция: в случае G99: отвод назад с быстрым ходом до точки R
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: –

Описание 5-й операции сверления:

- в заготовку засверлить с подачей до глубины резания, заданного по адресу Q,
- отвод назад с быстрым ходом до точки R,
- приближение с быстрым ходом к предыдущей глубине до расстояния E,
- отсчитывая от точки основания предыдущего засверления, опять засверлить по глубине Q, с подачей F (перемещение E+Q)
- отвод назад с быстрым ходом до точки R

Процесс продолжается до точки основания, заданной по адресу Z.

Расстояние E берётся или из программы с адреса E, или с параметра CLEGG83.

18.1.8 Цикл нарезания резьбы (G84)

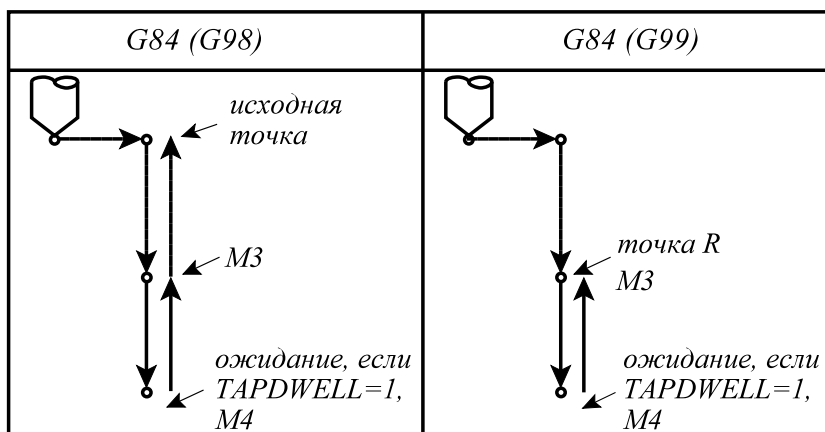


рисунок 18.1.8-1

Цикл можно использовать только с метчиком, снабжённым с уравнительной вставкой.

Использованные в цикле переменные:

G17 **G84** X_p Y_p Z_p R (P) F L

G18 **G84** Z_p X_p Y_p R (P) F L

G19 **G84** Y_p Z_p X_p R (P) F L

Перед пуском цикла необходимо включить направление вращения шпинделя M3 (по ходу часовой стрелки).

Значение подачи нужно задавать в зависимости от шага резьбы метчика:

– в состоянии минутной подачи G94:

$$F = P \cdot S$$

где: P: шаг резьбы в размерности мм/об, или дюйм/об

S: число оборотов шпинделя в размерности об/мин

– в состоянии пооборотной подачи G95:

$$F = P$$

где: P: шаг резьбы в размерности мм/об, или дюйм/об

Операции цикла:

1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости

2-я операция: –

3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)

4-я операция: –

5-я операция: сверление до точки основания с подачей F, форсировка и стоп запрещены

6-я операция: – ожидание по времени, заданному по адресу P, если параметр TAPDWELL разрешён (=1)

– смена направления вращения шпинделя: M4

7-я операция: отвод назад с быстрым ходом до точки R с подачей F, форсировка и стоп запрещены

8-я операция: смена направления вращения шпинделя: M3

9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки

10-я операция: –

18.1.9 Цикл нарезания резьбы метчиками без уравнильной вставки (G84.2, G84.3)

При нарезании резьбы метчиками частное подачи сверлильного шпинделя от числа оборотов шпинделя должно быть равно шагу резьбы метчика. Иначе говоря, в идеальном случае при нарезании резьбы метчиками, приведенное ниже частное должно быть с минуты на минуту постоянным: $P = \frac{F}{S}$

где: P: шаг резьбы (мм/об, или дюйм/об),
F: подача (мм/мин, или дюйм/мин),
S: число оборотов шпинделя (об/мин).

В цикле нарезания метчиками левой резьбы G74, и правой резьбы G84, число оборотов шпинделя и подача сверлильного шпинделя управляется совершенно независимо друг от друга. Соответственно, приведенное выше условие не может точно выполняться. Это особенно верно на дне отверстия, где подача сверлильного шпинделя и число оборотов шпинделя должны в синхроне друг с другом замедляться и остановиться, затем в противоположном направлении ускоряться. В указанном выше случае это условие по технике управления совершенно не соблюдимо. Для избежания этой проблемы метчик вставляется в шпиндель с подпружиненной уравнильной вставкой, которая уравнивает колебания, возникающих в значении частного $\frac{F}{S}$.

Отличается от этого принцип управления при циклах сверления G84.2, G84.3, позволяющих миновать уравнильную вставку. При них управлением непрерывно обеспечивается постоянство частного $\frac{F}{S}$ с минуты на минуту.

По технике управления в предыдущем случае только число оборотов шпинделя регулируется управлением, а в последнем - и его позиция. В циклах G84.2, G84.3 движение сверлильного шпинделя и шпинделя соединены линейной интерполяцией. Этим способом и на участках ускорения и замедления обеспечивается постоянство частного $\frac{F}{S}$.

G84.2: нарезание правой резьбы метчиком без уравнильной вставки

G84.3: нарезание левой резьбы метчиком без уравнильной вставки

Приведенные выше циклы применимы только на таких станках, где шпиндель оборудован датчиком позиции, и главный привод имеет обратную связь для регулировки позиции. (параметр *INDEX1* =1.) В противном случае при вызове кода управлением даётся сигнал ошибки 3052 ОШИБКА В G76, G87.

Использованные в цикле переменные:

G17 **G84.** X_p Y_p Z_p R F S L

G18 **G84.** Z_p X_p Y_p R F S L

G19 **G84.** Y_p Z_p X_p R F S L

В конце цикла шпиндель приходит в стоячее состояние, при необходимости о повторном пуске его программист должен позаботиться.

Значение подачи и числа оборотов шпинделя необходимо задавать в зависимости от шага резьбы метчика:

– G94 в состоянии по минутной подачи: $F=P \cdot S$

где: P: шаг резьбы в размерности мм/об, или дюйм/об

S: число оборотов шпинделя в размерности об/мин

В этом случае перемещение и подача в вдоль сверлильного шпинделя и шпинделя будет следующее (предполагая ось Z в качестве сверлильного шпинделя):

	перемещение	подача
Z	$z = \text{расстояние от точки R до точки основания}$	$F_z = F \left(\frac{\text{ММ}}{\text{МИН}} \text{ ИЛИ } \frac{\text{ДЮЙМ}}{\text{МИН}} \right)$
S	$s = \frac{z \cdot S \cdot 360}{F} \text{ (град)}$	$F_s = S \cdot 360 \left(\frac{\text{град}}{\text{МИН}} \right)$

– G95 в состоянии по оборотной подачи: $F=P$

где: P: шаг резьбы в размерности мм/об, или дюйм/об. Отсюда видно, что в состоянии по оборотной подачи (G95) непосредственно можно запрограммировать шаг резьбы, но для определения подач требуется запрограммировать и S.

В этом случае перемещение и подача в вдоль сверлильного шпинделя и шпинделя будет следующее (предполагая ось Z в качестве сверлильного шпинделя):

	перемещение	подача
Z	$z = \text{расстояние от точки R до точки основания}$	$F_z = F \cdot S \left(\frac{\text{ММ}}{\text{МИН}} \text{ ИЛИ } \frac{\text{ДЮЙМ}}{\text{МИН}} \right)$
S	$s = \frac{z \cdot 360}{F} \text{ (град)}$	$F_s = S \cdot 360 \left(\frac{\text{град}}{\text{МИН}} \right)$

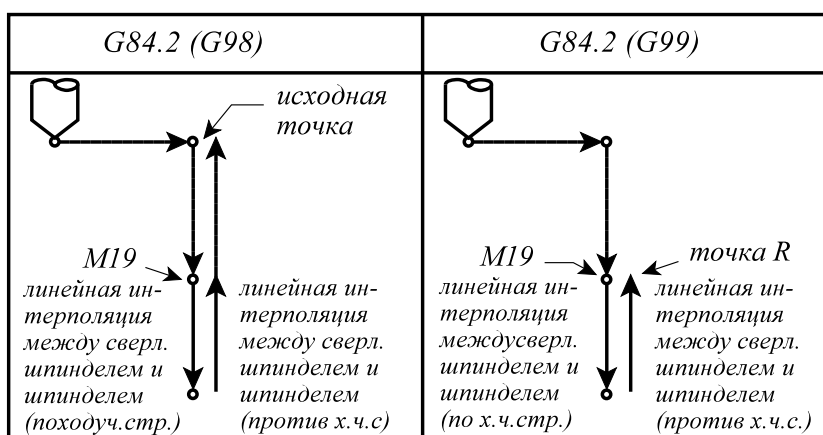


рисунок 18.1.9-1

Операции цикла в случае G84.2:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: индексация шпинделя: M19
- 5-я операция: линейная интерполяция между сверлильным шпинделем и шпинделем по направлению вращения шпинделя (+) по ходу часовой стрелки
- 6-я операция: –
- 7-я операция: линейная интерполяция между сверлильным шпинделем и шпинделем по направлению вращения шпинделя (-) против хода часовой стрелки
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: –

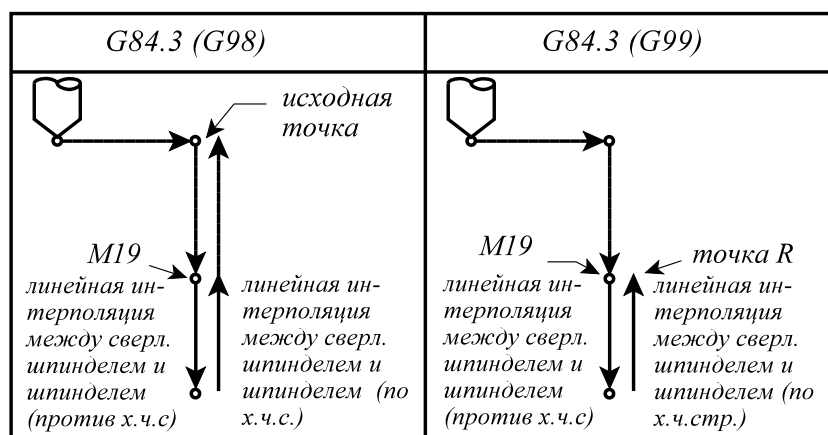


рисунок 18.1.9-2

Операции цикла в случае G84.3:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: индексация шпинделя: M19
- 5-я операция: линейная интерполяция между сверлильным шпинделем и шпинделем по направлению вращения шпинделя (-) против хода часовой стрелки
- 6-я операция: –
- 7-я операция: линейная интерполяция между сверлильным шпинделем и шпинделем по направлению вращения шпинделя (+) по ходу часовой стрелки
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: –

18.1.10 Цикл сверления, выдвижение с подачей (G85)

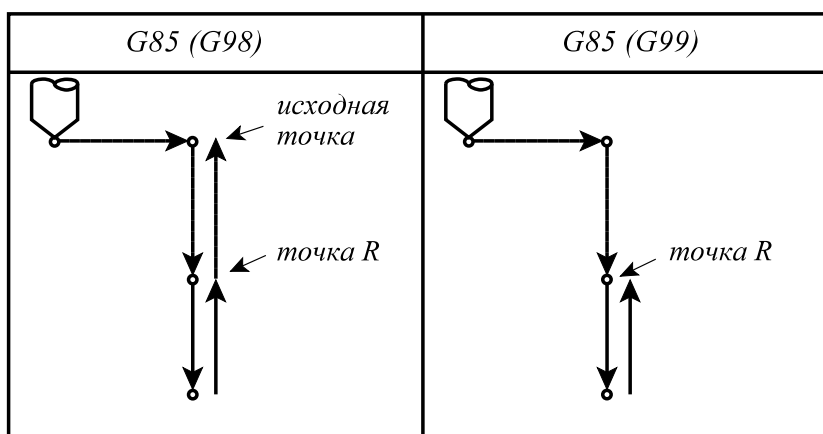


рисунок 18.1.10-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G85** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ F__ L__

G18 **G85** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ F__ L__

G19 **G85** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ F__ L__

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: –
- 7-я операция: отвод назад до точки R, с подачей F
- 8-я операция: –
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: –

18.1.11 Цикл сверления, выдвижение с быстрым ходом при стоячем шпинделе (G86)

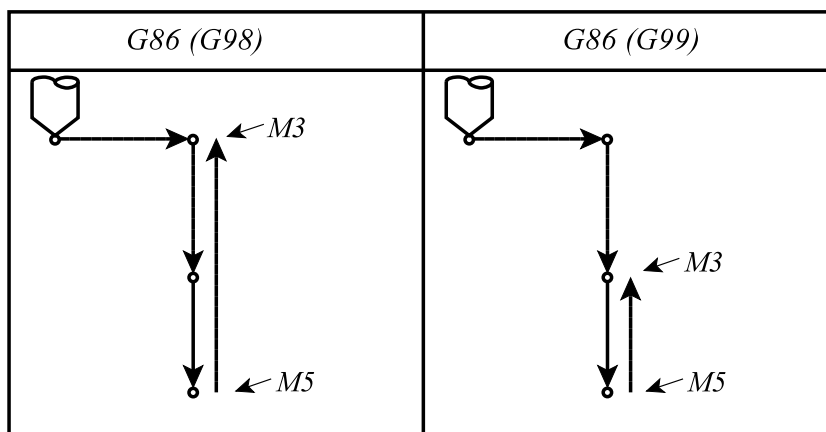


рисунок 18.1.11-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G86** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ F__ L__

G18 **G86** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ F__ L__

G19 **G86** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ F__ L__

При запуске цикла нужно задавать направление вращения шпинделя M3.

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: –
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: –
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: остановка шпинделя: M5
- 7-я операция: в случае G99: отвод назад до точки R, с быстрым ходом
- 8-я операция: в случае G99: повторный пуск шпинделя: M3
- 9-я операция: в случае G98: отвод назад с быстрым ходом до исходной точки
- 10-я операция: в случае G98: повторный пуск шпинделя: M3

18.1.12 Цикл сверления, ручной привод в точке основания/ Расточка при обратном ходе, с автоматическим отводом инструмента (G87)

Цикл выполняется управлением двояко:

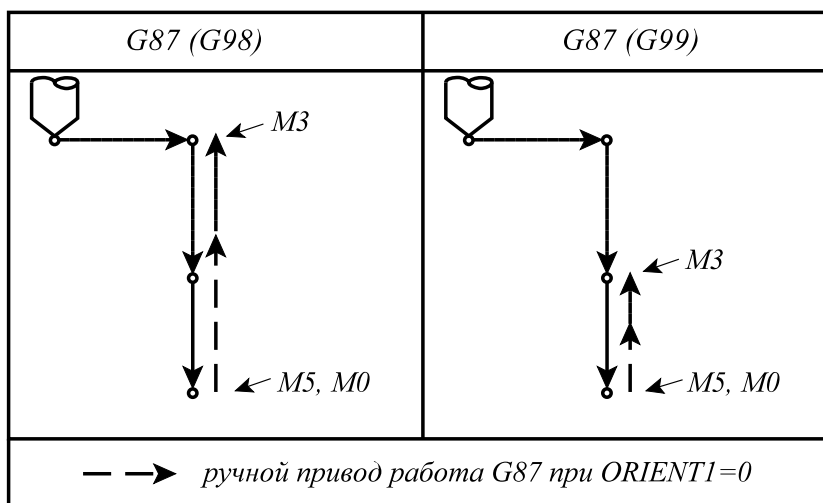


рисунок 18.1.12-1

А. Цикл сверления, ручной привод в точке основания

В том случае, если в станок не устроена возможность ориентировки шпинделя (*ORIENT1* параметр=0), управление поступает по случаю А.

Использованные в цикле переменные:

G17 **G87** X_p Y_p Z_p R F L

G18 **G87** Z_p X_p Y_p R F L

G19 **G87** Y_p Z_p X_p R F L

При пуске цикла шпинделю надо задать направление вращения M3.

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: —
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: —
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: — остановка шпинделя: M5
— управлением принимается состояние СТОП M0, отсюда оператор выходя в какой-то ручной режим (РУЧНОЙ ПРИВОД, СДВИГ ШАГОМ, МАХОВИЧОК) вручную приводит станок в действие, то есть может отводить кончик инструмента от поверхности отверстия, и вытянуть инструмент из отверстия. Затем переходит в режим АВТОМАТ после старта продолжается обработка.
- 7-я операция: в случае G99: после СТАРТ отвод назад до точки R, с быстрым ходом
- 8-я операция: в случае G99: повторный пуск шпинделя: M3
- 9-я операция: в случае 98: после СТАРТ отвод с быстрым ходом назад до исходной точки.
- 10-я операция: в случае G98: повторный пуск шпинделя: M3

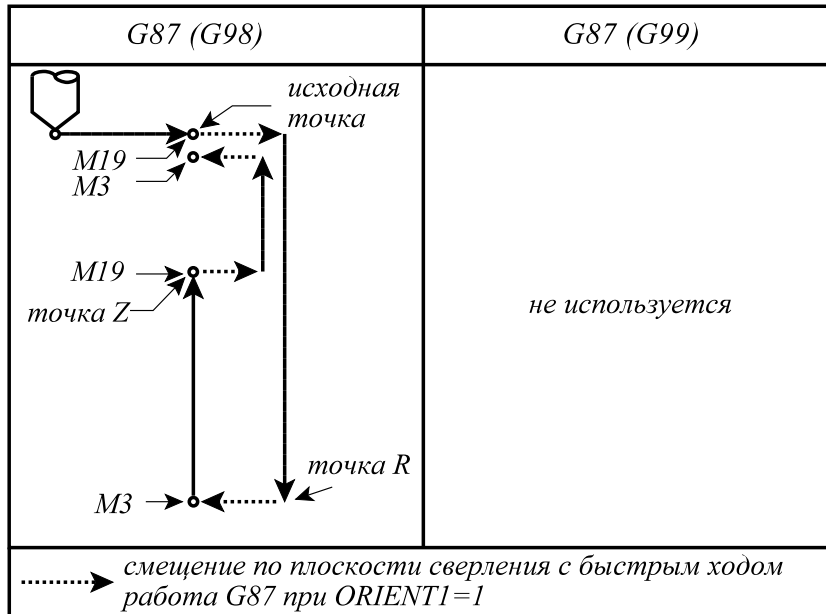


рисунок 18.1.12-2

Б. Расточка при обратном ходе, с автоматическим отводом инструмента

В том случае, если в станок устроена возможность ориентировки шпинделя (*ORIENT1* параметр=1) управление поступает по случаю Б.

Использованные в цикле переменные:

G17 **G87** X_p__ Y_p__ I__ J__ Z_p__ R__ F__ L__

G18 **G87** Z_p__ X_p__ K__ I__ Y_p__ R__ F__ L__

G19 **G87** Y_p__ Z_p__ J__ K__ X_p__ R__ F__ L__

При пуске цикла шпинделю надо задать направление вращения M3

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: – ориентировка шпинделя
– отвод инструмента с быстрым ходом по выбранной плоскости на значение I, J, K
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: – отвод инструмента с быстрым ходом назад по выбранной плоскости на значение, противоположное заданному по I, J или K,
– повторный пуск шпинделя в направление M3
- 5-я операция: расточка до точки основания с подачей F
- 6-я операция: – ориентировка шпинделя: M19
– отвод инструмента с быстрым ходом по выбранной плоскости на значение I, J, K
- 7-я операция: –
- 8-я операция: –
- 9-я операция: отвод с быстрым ходом назад до исходной точки
- 10-я операция: – отвод инструмента с быстрым ходом назад по выбранной плоскости на значение, противоположное заданному по I, J или K,
– повторный пуск шпинделя в направление M3

Их характера цикла следует, что в отличие от предшествующих, точка приближения, то есть точка R лежит глубже точки основания. Это необходимо учесть при программировании сверлильного шпинделя и адресов R.

Поскольку циклом до растачивания выполняется ориентировка шпинделя, и инструмент отводится от поверхности на значение, заданное по I, J или K, при заходе можно избежать поломки инструмента.

18.1.13 Цикл сверления, после ожидания ручной привод в точке основания (G88)

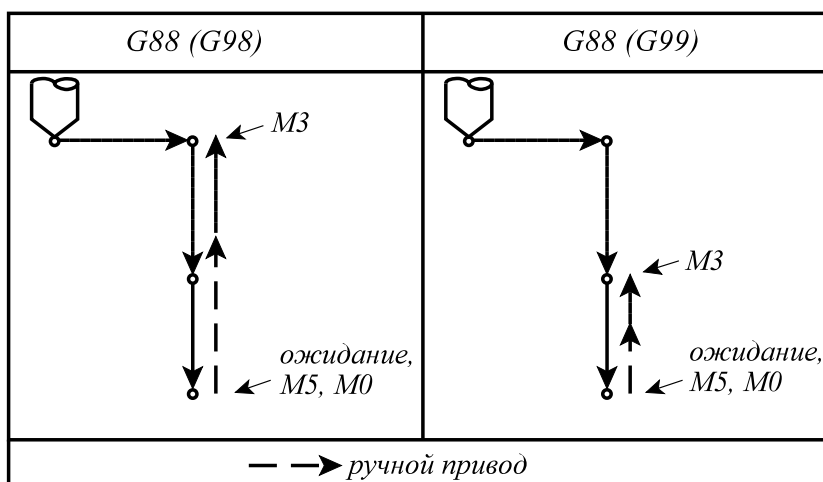


рисунок 18.1.13-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G88** X_p Y_p Z_p R P F L

G18 **G88** Z_p X_p Y_p R P F L

G19 **G88** Y_p Z_p X_p R P F L

При пуске цикла шпинделю надо задать направление вращения M3.

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: —
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: —
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: — ожидание до значения R
— остановка шпинделя: M5
— управлением принимается состояние СТОП M0, отсюда оператор выходя в какой-то ручной режим (РУЧНОЙ ПРИВОД, СДВИГ ШАГОМ, МАХОВИЧОК) вручную приводит станок в действие, то есть может отводить кончик инструмента от поверхности отверстия, и вытянуть инструмент из отверстия. Затем переходит в режим АВТОМАТ после старта продолжается обработка.
- 7-я операция: в случае G99: после СТАРТ отвод назад до точки R, с быстрым ходом
- 8-я операция: в случае G99: повторный пуск шпинделя: M3
- 9-я операция: в случае G98: отвод с быстрым ходом назад до исходной точки
- 10-я операция: в случае G98: повторный пуск шпинделя: M3

Цикл такой же, как в случае G87 А, только с ожиданием перед остановкой шпинделя.

18.1.14 Цикл сверления, ожидание в точке основания, выдвижение с подачей (G89)

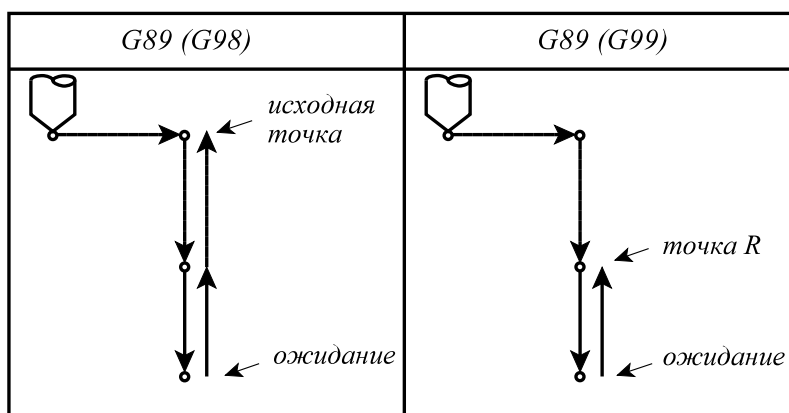


рисунок 18.1.14-1

Использованные в цикле переменные:

G17 **G89** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ P__ F__ L__
 G18 **G89** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ P__ F__ L__
 G19 **G89** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ P__ F__ L__

Операции цикла:

- 1-я операция: индексация с быстрым ходом по выбранной плоскости
- 2-я операция: -
- 3-я операция: движение с быстрым ходом до точки R (точка приближения)
- 4-я операция: -
- 5-я операция: сверление до точки основания с подачей F
- 6-я операция: ожидание до значения, заданного по адресу P
- 7-я операция: отвод назад до точки R, с подачей F
- 8-я операция: -
- 9-я операция: в случае G98: отвод с быстрым ходом назад до исходной точки
- 10-я операция: -

Цикл совпадает с G85, кроме ожидания.

18.2 Замечания к применению циклов сверления

- Если в режиме цикла предложение без кода G один из следующих адресов, цикл сверления выполняется:
 X_p, Y_p, Z_p, или R
 Противом случае цикл сверления не выполняется.
- В режиме цикла программируя предложение ожидания G04 P, команда выполняется по запрограммированному P, однако переменное цикла, относящееся к ожиданию, **не** удаляется, и **не** заменяется.
- Значение I, J, K, Q, E, P надо задавать в таком предложении, где выполняется и сверление, по другому **не** сохраняются значения.

Для иллюстрации изложенных выше, рассмотрим следующий пример:

```

G81 X_ Y_ Z_ R_ F (выполняется цикл сверления)
X (выполняется цикл сверления)
F_ (не выполняется цикл сверления, F переписется)
M_ (не выполняется цикл сверления, код M выполняется)
G4 P_ (не выполняется цикл сверления, ожидание переписется,
I_ Q_ (не выполняется цикл сверления, запрограммированные
значения не зарегистрируются как переменные цикла)

```

- Если рядом с циклом сверления запрограммировать и функцию, функция выполняется в конце первой операции, после окончания индексации. Если в цикле запрограммировано и L, функция выполняется только в первом проходе.
- Управление остановится внутри цикла в режиме попредложениям после 1-й, 3-й, и 10-й операции.
- Кнопка СТОП не действует в операции 5., 6., и 7 циклов G74, G84. Если во время этих операций нажать СТОП, управление продолжает свою работу и остановится только в конце 7-й операции
- Форсировка подачи и шпинделя, не зависимо от положения выключателя, имеет всегда 100% в операции 5., 6., и 7 циклов G74, G84.
- Если в предложении цикла запрограммировано G43, G44, G49, или задаётся новое значение H, коррекция длины учитывается в 3-й операции, всегда в доль сверлильного шпинделя.
- команды G45, ..., G48 в сверлильных циклах не выполняются.

19 Качание

Это функция служит для установки колебательного движения камня при шлифовании профиля. Качание происходит перпендикулярно к плоскости шлифования. Если например, шлифование выполняется в плоскости XY, камень должен качаться в плоскости Z. Колебательное движение не зависит от других движений, то есть во время качания камень может проходить произвольный профиль, перпендикулярно к плоскости качания.

Качание можно включить рядом команд

G81.1 Z__ Q__ R__ F__,

где:

- Z:** абсолютная позиция верхней мёртвой точки. При желании выполнить качание не в вдоль оси Z, а в вдоль другой оси, адрес желаемой оси следует сюда записать.
- Q:** Расстояние между верхней и нижней мёртвой точки. По этому адресу следует задавать всегда инкрементное расстояние, рассчитанное от верхней мёртвой точки.
- R:** точка приближения. По этому адресу следует задавать всегда инкрементное расстояние, рассчитанное от верхней мёртвой точки.
- F:** подача качающейся оси.

Качание можно выключить командой

G80.

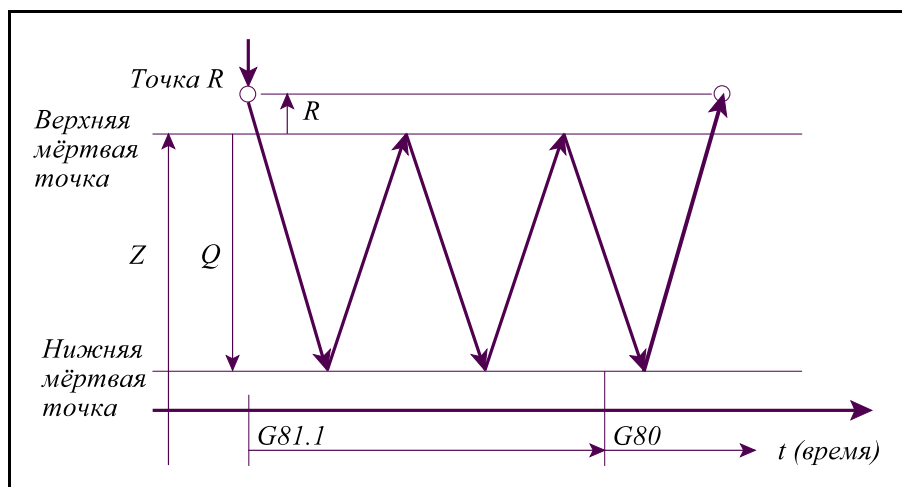


рисунок 19-1

Выполнение функции

- Приведение быстрым ходом оси, выполняющей качание в позицию точки приближения R.
- Камень перемещается в нижнюю мёртвую точку с подачей, заданной по адресу F.
- Камень перемещается в верхнюю мёртвую точку с подачей, заданной по адресу F.
- Камень выполняет колебательное движение между запрограммированной нижней и верхней мёртвой точки с подачей, заданной по адресу F. Колебательное движение не зависит от других движений, то есть камень при этом может проходить произвольный профиль, произвольной подачей в вдоль остальных осей.
- Качание продолжается до тех пор, пока кодом G80 не выключить его. Под действием

кода G80 камень перемещается до нижней мёртвой точки, затем оттуда движется в точку R и качание остановится. После этого продолжается выполнение программы.

Код G81.1 является "дожидающимся", то есть кодом, блокирующим прерывание кадров. Поэтому при включенном состоянии коррекции радиуса инструмента (G41, G42) использование кодом приводит к искажению профиля. Кодом целесообразно пользоваться в состоянии G40.

Подача качания

На подачу качания не влияет процентный включатель подачи. Для изменения подачи качания можно установить на станок отдельный процентный включатель, исполнение которого определяется строителем станка, и его описание приведено в руководстве эксплуатации станка.

Подача качания ограничивается меньшим из параметров 0283 MAXRATE и 480n JOGFMAXn. Время цикла качания может быть значительно меньше значения, получаемого из уравнения $T=2*Q/F$, в следствия ускорения и замедления у мёртвых точек.

Влияние клавиши СТОП и Функции по кадрам

Остановка при использовании клавиши СТОП, или выполнения по кадрам (состояние СТОП) не влияют на качание, оно продолжается дальше, если только строитель станка иначе не распорядился в программе PLC.

Клавиша РЕСЕТ, смена режима и выполнение программы

Влияние вышеописанных случаев на качание *определяется строителем станка в программе PLC*. *Целесообразно остановку качания следует выполнить аналогично с работой шпинделя: качание не остановится после смены режима, под действием РЕСЕТ и M2, M30 остановится. Если управление получит команду для остановки от PLC, конечная позиция оси всегда точка R.

Влияние Аварийного состояния

В случае Аварийного состояния качание сразу остановится.

Параметры, связанные с качанием

Данные, записанные в ряд команд G81.1 (название качающейся оси, точка R, верхняя и нижняя мёртвая точка, подача F) регистрируются в следующих параметрах. Если пропустить заполнение одного, или всех адресов из команды G81.1, данные берутся управлением со соответствующего параметра:

- Параметром 0281 CHOPAX определяется порядковый номер качающейся оси,
- Параметром 0301 RPOS - точка приближения, или позиция точки R,
- Параметром 0302 UPPERDEAD - позиция верхней мёртвой точки,
- Параметром 0303 LOWERDEAD - позиция нижней мёртвой точки,
- Параметром 0282 CHOPRATE - подача качания.
- Параметром 0283 MAXRATE может ограничиваться подача качания.

☞ *Внимание: Параметры, относящиеся к позиции, являются всегда абсолютными значениями, понимающимися в станочной системе координат!*

Включение качания с кнопками

Качание можно включить и выключить с помощью кнопки, оборудованной на станок. Условия работы кнопки определяются строителем станка, его описание приложено в руководстве эксплуатации станка.

При этом движение проходит следующим образом:

- Мгновенная позиция оси запишется в параметр 0301 RPOS.
- Перемещение в нижнюю мёртвую точку, записанную в параметре 0303 LOWERDEAD подачей, записанной в параметре 0282 CHOPRATE.
- Перемещение в верхнюю мёртвую точку, записанную в параметре 0302 UPPERDEAD. Затем выполняется колебательное движение между двумя мёртвыми точками.
- Качания после остановки (что может произойти с включателем, или действием команды G80 из программы) становится в предварительно записанную точку возвращения (точка R), всегда с нижней мёртвой точки.

Сообщения об ошибке, высланные через NC

Если включено качание (состояние G81.1) и из программы поступит команда движения на качающейся ось, NC высылает сообщение об ошибке G81.1 В ЭТО ВРЕМЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ. Другие сообщения об ошибке, связанные с качанием, могут выдаваться PLC и приложены в руководстве эксплуатации станка.

Пример задачи

G90 G81.1 Z-10 R12 Q-12 F4000
 Перемещение начинается с установкой в позицию быстрым ходом в точку Z=2 (R). Затем с подачей F1000 перемещается в нижнюю мёртвую точку Z=-22, а потом в верхнюю мёртвую точку Z=-10. Далее качание происходит между левыми мёртвыми точками.

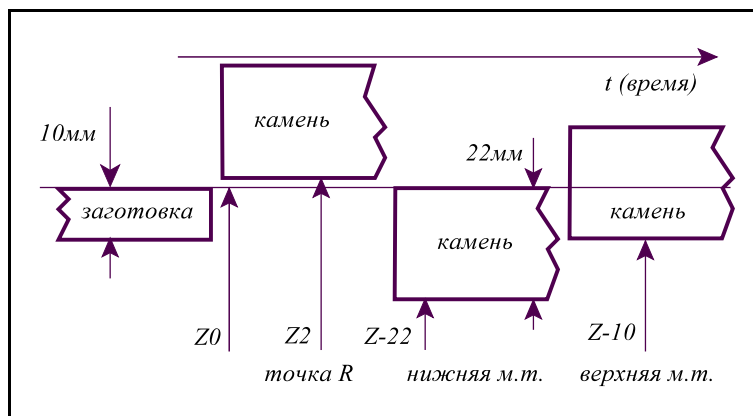


рисунок 19-2

20 Измерительные функции

20.1 Измерение с удалением остаточного хода (G31)

Под действием команды

G31 v (F) (P)

в точку с координатой v с линейной интерполяцией запускается движение. Движение длится до тех пор, пока не поступает какой-то внешний сигнал удаления (например сигнал от измерительного щупа), или не достигается управлением позиция конечной точки, заданной координатами v. После поступления сигнала удаления управление замедляет и остановится.

По адресу P можно задавать, что из 4-х знаков удаления, вводимых в управление, какой должен учитываться во время движения:

- P0:** учёт 1-го знака удаления
- P1:** учёт 2-го знака удаления
- P2:** учёт 3-го знака удаления
- P3:** учёт 4-го знака удаления.

Если не заполнять адрес P, учитывается 1-й знак удаления.

Команда G31 не передаётся по наследству, действительна только в том предложении, в котором запрограммировали. Если в команде G31 найдётся управлением синтаксическая ошибка, выдаётся сигнал ошибки 3051 G22, G28, ... G31, G37.

Скорость движения равно:

- заданному или полученному по наследству значению F, если параметр *SKIPF* = 0
- взятому с параметра *G31FD* значению подачи, если параметр *SKIPF* = 1.

В момент входа внешнего сигнала позиция осей сохраняется следующими переменными системы:

- #5061.....позиция 1-й оси
- #5062.....позиция 2-й оси
- .
- .
- #5068.....позиция 8-й оси

Сохранённая здесь позиция:

- это позиция, принятая в момент поступления сигнала, если поступил внешний сигнал,
- это позиция конечной точки запрограммированного предложения G31, если не поступил внешний сигнал,
- понимается всегда в актуальной системе координат заготовки,
- с учётом актуальной коррекции длины (G43, G44) и,
- с учётом актуального смещения инструмента (G45...G48).

После поступления внешнего сигнала движение остановится с линейным замедлением. При этом позиция конечной точки предложения G31, в зависимости от применённой в предложении подачи, при поступлении сигнала немного отличается от позиций, сохранённых переменными #5061... Позиции конечных точек предложения доступны переменными

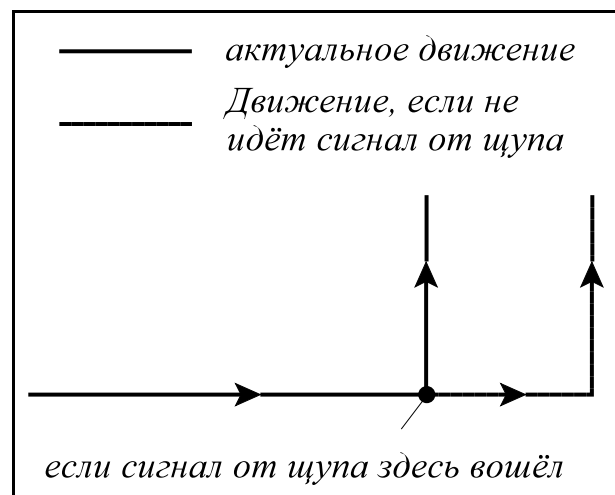


рисунок 20.1-1

#5001... Последующее предложение движения будет действительно от этих позиций конечных точек.

Выполнение предложения возможно только в состоянии G40. Запрограммирование G31 при состоянии G41 или G42 вызывает сигнал ошибки *3054 G31 В ПЛОХОМ СОСТОЯНИИ*. Этот же сигнал ошибки появится, если действительно состояние G95, если состояние G51, G51.1, G68, или если состояние G16.

Значение, заданное координатами v может быть и инкрементное или абсолютное. Если задача координат следующей команды движения инкрементная, смещение рассчитывается от той точки предложения G31, где прервалось движение в предшествующем предложении.

Например:

```
N1 G31 G91 X100
N2 X30 Y50
```

В предложении N1 запускается инкрементное движение по оси X. Если после поступления внешнего сигнала управление остановится в точке с координатами $X=86.7$, инкрементно отступает от этой точки на 30 по оси X, 50 по оси Y в предложении N2.

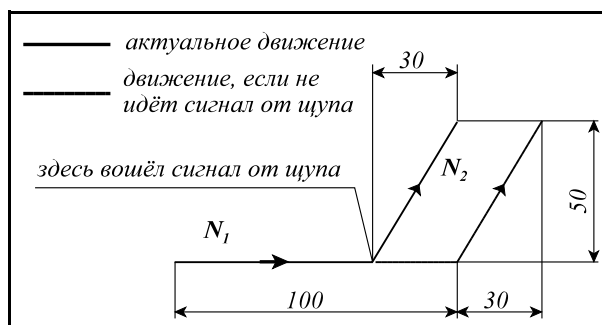


рисунок 20.1-2

Если запрограммировать абсолютную задачу данных, движение имеет следующий вид:

```
N1 G31 G90 X200
N2 X300 Y100
```

Предложение N1 запускает движение по оси X в точку с координатами $X=200$. Если после поступления внешнего сигнала управление остановится в точке с координатами $X=167$, в предложении N2 перемещение по оси X будет $X=300-167$, то есть $X=133$.

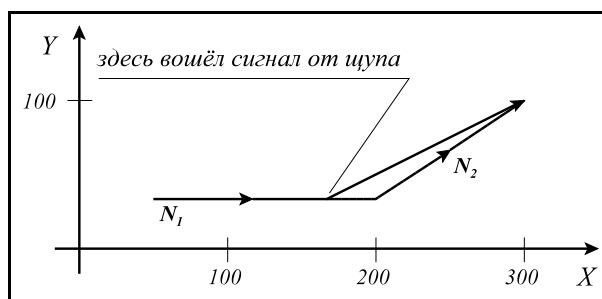


рисунок 20.1-3

20.2 Автоматическое измерение длины инструмента (G37)

Под действием команды

G37 q

по координате q в заданном направлении с быстрым ходом запускается движение. Значения q истолкуются всегда абсолютными данными.

Движение до позиции q - *RAPDIST* с быстрым ходом совершается, где *RAPDIST* - это значения, установленные параметрами. параметром *G37FD*, пока не входит сигнал измерительного щупа, или пока управление не даст сигнал ошибки. Прибором даётся сигнал ошибки *3103 ВЫХОД ИЗ ДИАПАЗОНА* тогда, если сигнал от щупа приходит вне окружения с радиусом *ALADIST* позиции (предположенной позиции измерения), запрограммированной по адресу q .

Если измерение успешное было, и сигнал щупа вошёл через точку с координатой Q , то к действующему значению износа по регистру коррекции H

- добавляется разница $Q-q$ (если параметр *ADD* =1),
- или вычитывается из него (если параметр *ADD* =0).

Перед началом измерения необходимо включить соответствующее значение H и коррекцию по длине.

- Команда *G37* является одноразовой.
- Цикл *G37* выполняется всегда в актуальной системе координат заготовки.
- Параметры *RAPDIST* и *ALADIST* являются всегда положительными значениями. Оба параметра должны удовлетворять следующее условие: *RAPDIST* > *ALADIST*
- При синтаксической ошибке выдаётся сигнал ошибки *3051 G22, G28, ... G31, G37*
- Код G , указывающий на коррекцию по длине (*G43, G44, G49*) нельзя задавать в предложении *G37*. В противном случае выдаётся сигнал ошибки *3055 G37 В ПЛОХОМ СОСТОЯНИИ*.
- Также выдаётся сигнал ошибки, если действительно состояние *G51, G51.1, G68*, или, если действительно состояние *G16*.

Во время выполнения функции *G37* могут появиться следующие сообщения ошибки:

- сообщение *3103 ВЫХОД ИЗ ДИАПАЗОНА*, если сигнал щупа не приходит внутри окружения с радиусом *ALADIST* конечной позиции, запрограммированной в предложении *G37*.

20.3 Соотношение между точностью измерения и подачи

Аппаратное обеспечение управлений фирмы NCT обычно обеспечивает точность измерения независимо от значения подачи.

Исключениями являются следующие случаи:

- NCT104: по осям где параметр *ABSOLUTE_n* =1, то есть где ось снабжена системой измерения абсолютного отсчета,

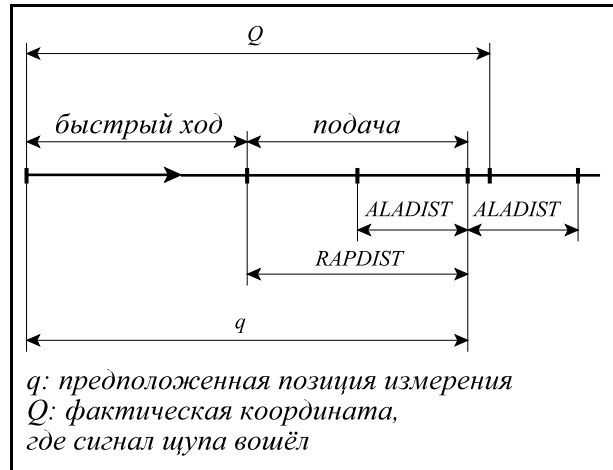


рисунок 20.2-1

– NCT115: по осям где не применяется плата XMU, а управление получает данные позиции от привода.

В вышеуказанных случаях точность измерений: $(F/60)*T_{\text{цикла}}$!

Время цикла для NCT104: $T_{\text{цикла}}=0.001 \text{ sec}$

Время цикла для NCT115: $T_{\text{цикла}}=0.002 \text{ sec}$

21 Функции безопасности

21.1 Ограничение программируемого рабочего пространства (G22, G23)

Командой

G22 X Y Z I J K P

включается наблюдение за ограничением рабочего пространства. Командой ограничивается диапазон движения осей. Значение адресов команды:

- X: граница в положительном направлении по оси X,
- I: граница в отрицательном направлении по оси X,
- Y: граница в положительном направлении по оси Y,
- J: граница в отрицательном направлении по оси Y,
- Z: граница в положительном направлении по оси Z,
- K: граница в отрицательном направлении по оси Z,

Для заданных данных должны удовлетвориться следующие условия:

$$X \geq I, Y \geq J, Z \geq K$$

По адресу P можно задавать, что нельзя выходить вне выделённого пространства, или входить в это пространство.

В случае P=0 запрещённым является внутренняя часть выделённого пространства,

В случае P=1 запрещённым является внешняя часть выделённого пространства.

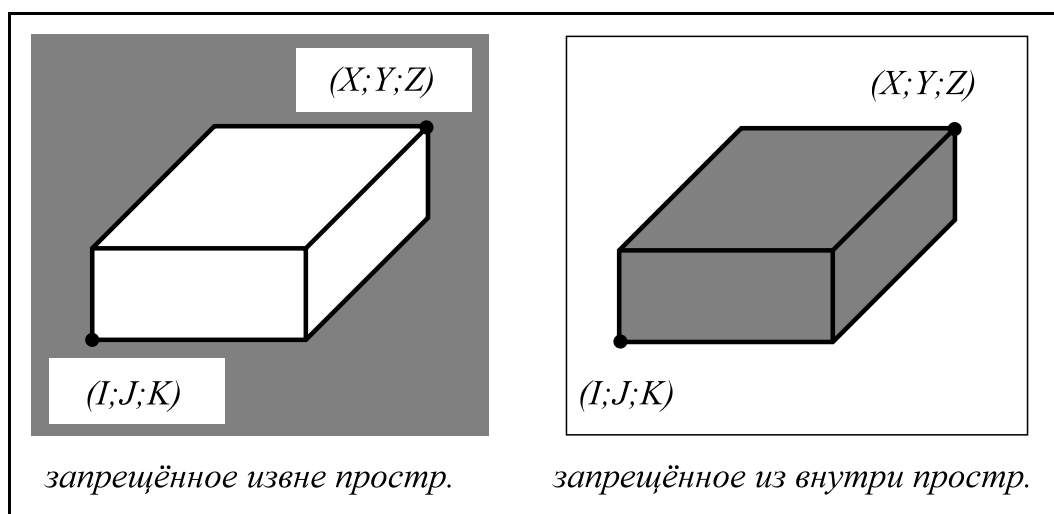


рисунок 21.1-1

Командой

G23

выключается наблюдение за ограничением рабочего пространства.

Команды G22, G23 непосредственно заменяют соответствующие элементы поля параметров.

Команда G22 записывает параметр *STRKEN* в 1, а G23 в 0.

Команда G22 P0 записывает параметр *EXTER* в 0, а G22 P1 в 1.

Имеющиеся в команде G22 координаты X, Y, Z пишут параметры *LIMP2n*, принадлежащие к соответствующим осям, а координаты I, J, K - значения *LIMN2n* принадлежащие к соответствующим осям.

Прежде, чем координаты, имеющиеся в команде G22 заменяются на соответствующие параметры, пересчитываются по системе координат станка так, чтобы содержали и смещения

от включенных коррекций. Значит, например, если при задаче команды G22 была включена коррекция по длине по оси Z, движение ограничивается предельными данными координат, заданными для этой оси, чтобы не пропустить кончик инструмента вне предела. Однако, если не включена коррекция, точка приведения держателя инструмента не пускается в запрещённое пространство. Границу запрещённой зоны целесообразно установить к инструменту с самым длинным вылетом, по координате, соответствующей продольной оси инструмента.

- Ограничение рабочего пространства можно задавать только по главным осям.
- Команды G22, G23 следует задавать в самостоятельном предложении.
- Ограничение рабочего пространства будей действительное только после включения и приёма референтной точки.
- Если после приёма референтной точки, или вследствие запрограммирования G22 станок попадает в запрещённое рабочее пространство, и зона имеет запрет изнутри, в ручном режиме с запрограммированием G23 надо снимать запрет, ручным приводом выносить оттуда ось (оси), затем с запрограммированием G22 включить обратно наблюдение за запрещённым пространством. Если зона имеет запрет извне, покидание пространства то же самое, как при набега в крайнее положение.
- Если во время движения попадает какая-то ось на границу запрещённого пространства, оттуда можно её удалить ручным приводом в ручном режиме.
- Если $X=I, Y=J, Z=K$ и $P=0$ полное пространство разрешено.
- Если $X=I, Y=J, Z=K$ и $P=1$ полное пространство запрещено.
- Если рабочее пространство имеет запрет изнутри и оси попали в запрещённую зону, или на её границу, управлением даётся сигнал ошибки *1400 ЗАПРЕЩЕННАЯ ИЗНУТРИ ЗОНА*.
- Если рабочее пространство имеет запрет извне, управлением даётся сигнал ошибки *130n ЗАПРЕЩЁННАЯ ЗОНА t+*, или *132n ЗАПРЕЩЁННАЯ ЗОНА t-*, где “t” - это название оси, набегающей в запрещённую зону.

21.2 Параметрическое конечное положение

Строитель станка на параметрах управления может определить физически допустимый для данного станка диапазон движения по осям, то есть границы конечных положений. Если управлением достигается граница этого диапазона, даётся так же сигнал ошибки конечного положения, как будто совершился набег на включатель конечного положения.

- Наблюдение за параметрическим конечным положением выполняется управлением только после приёма референтной точки.
- Наблюдением за параметрическим конечным положением запрещается всегда внешнее пространство.
- Намеченные наблюдением за параметрическим конечным положением и запрограммированным ограничением рабочего пространства диапазоны могут перекрываться между собой.

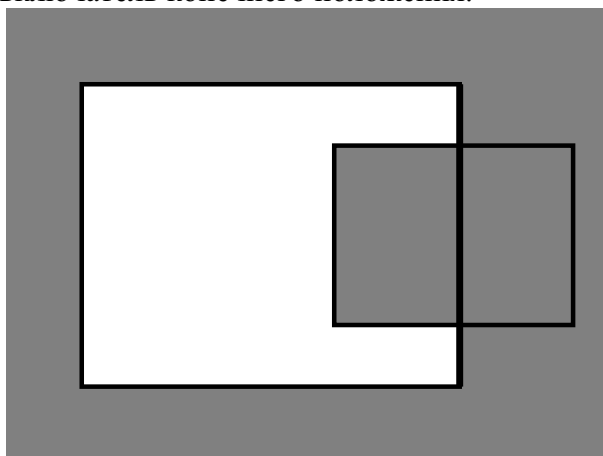
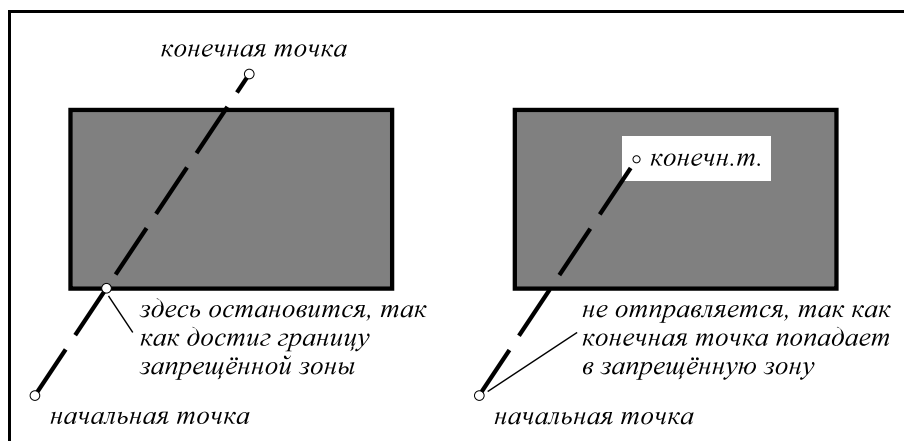


рисунок 21.2-1

21.3 Наблюдение за запрещённым диапазоном перед пуском движения.

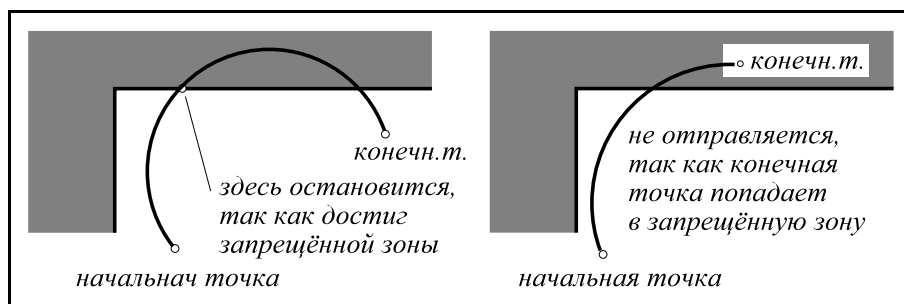
Управлением различаются два запрещённых диапазона. Первым ограничивается физически возможный диапазон движения станка. Крайние позиции этого диапазона движения называются конечными положениями. Во время движения управлением не разрешается движение осей вне диапазона, определённого параметрами. Конечные положения устанавливаются строителем станка, их изменение пользователем не разрешается.

Второй запрещённый диапазон устанавливается пользователем и называется запрограммируемым рабочим пространством. Это возможно запрограммированием команды G22, или заменой параметров.



Если в поле параметров *CHBFMOVE* установлен в 1, перед запуском осей в ходе выполнения предложения производится управлением проверка, что не попадает ли запрограммированная конечная точка данного предложения в запрещённую зону.

Если конечная точка данного предложения попадает вне диапазона конечного положения, даётся сигнал ошибки 3056 ПЕРЕДЕЛ, если попадает в запрограммированное запрещённое рабочее пространство, даётся сигнал ошибки 3057 ЗАПРЕЩЁННОЕ ПОЛЕ. Таким образом движение практически даже не отправляется.



Поскольку перед запуском предложения управлением проверяется только то, что не попадает ли конечная точка предложения в какую-то из запрещённых зон, в показанных на рисунках случаях даётся сигнал ошибки только на границе диапазона, после движения.

22 Пользовательская макрокоманда

22.1 Простой макровывод (G65)

Под действием команды

G65 P(номер программы) L(число портотерения) <выделение аргумента>

по заданное адресу P (номер программы) число макропрограмм вызывается повторно одна за другой, соответственно числу, заданному по адресу L.

Макропрограмме можно передавать аргументы. Аргументы - это такие конкретные числовые значения, присвоенные определённым адресам, которые в ходе макровывода сохраняются в соответствующих локальных переменных. Этими локальными переменными может пользоваться макропрограмма, то есть макровывод - это вызов такой специальной подпрограммы, где главная программа может переменные (параметры) передавать подпрограмме.

В команде G65 возможно два вида выделения аргумента:

Цепь адресов выделения аргумента № 1.:

A B C D E F H I J K M Q R S T U V W X Y Z

A, G, L, N, O, P нельзя передавать значения для макропрограмм, иными словами, эти адреса не употребляются для выделения аргументов в команде G65. Адреса можно заполнять в произвольном порядке, не требуется их записать в алфавитном порядке.

Цепь адресов выделения аргумента № 2.:

A B C I1 J1 K1 I2 J2 K2 ... I10 J10 K10

Помимо адресов A, B, C по адресам I, J, K можно выделить не более 10-ти различных аргументов. Адреса можно заполнять в произвольном порядке. Если выделить несколько аргументов по тому же адресу, переменные принимают соответствующее значение в порядке выделения.

л. п.	1-ое в. а.	2-ое в. а.
#1	A	A
#2	B	B
#3	C	C
#4	I	I1
#5	J	J1
#6	K	K1
#7	D	I2
#8	E	J2
#9	F	K2
#10	(G)	I3
#11	H	J3

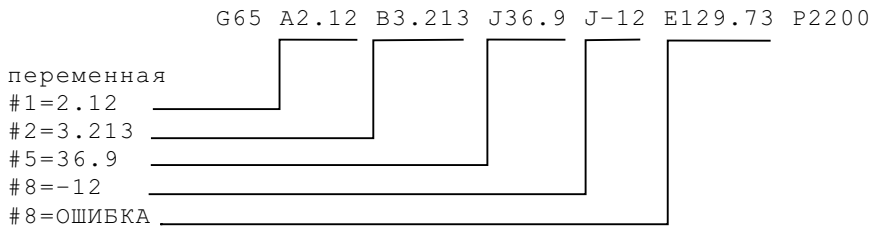
л. п.	1-ое в. а.	2-ое в. а.
#12	(L)	K3
#13	M	I4
#14	(N)	J4
#15	(O)	K4
#16	(P)	I5
#17	Q	J5
#18	R	K5
#19	S	I6
#20	T	J6
#21	U	K6
#22	V	I7

л. п.	1-ое в. а.	2-ое в. а.
#23	W	J7
#24	X	K7
#25	Y	I8
#26	Z	J8
#27	-	K8
#28	-	I9
#29	-	J9
#30	-	K9
#31	-	I10
#32	-	J10
#33	-	K10

– **сокращения:** л. п.: локальная переменная, 1-ое в. а.: выделение аргумента № 1., 2-ое в. а.: выделение аргумента № 2.

Индексы после адресов I, J, K показывают порядок выделения аргументов.

Выделение аргументов № 1.и № 2. Может существовать и вместе в одном предложении, это приемлемо для управления. Сигнал ошибки выдаётся тогда, если два раза хотим сослаться на данную переменную. Например:



В этом примере для #8 второй адрес J (его значение -12) уже присвоил значение, и поскольку значение адреса E принимает тоже переменная #8, управлением даётся сигнал ошибки *3064 МАКРОВЫРАЖЕН. ОШИБКА.*

Десятичный знак, знак также можно передавать по тем адресам.

22.2 Наследственный макровывоз

22.2.1 Макровывоз после каждой команды движения: (G66)

Под действием команды

G66 P(номер программы) L(число повторения) <выделение аргумента> по заданное адресу P (номер программы) число макропрограмм вызывается повторно одна за другой, соответственно числу, заданному по адресу L, после выполнения каждой команды движения. Истолкование адресов P и L, а также правило выделения аргумента совпадает изложенными у команды G65.

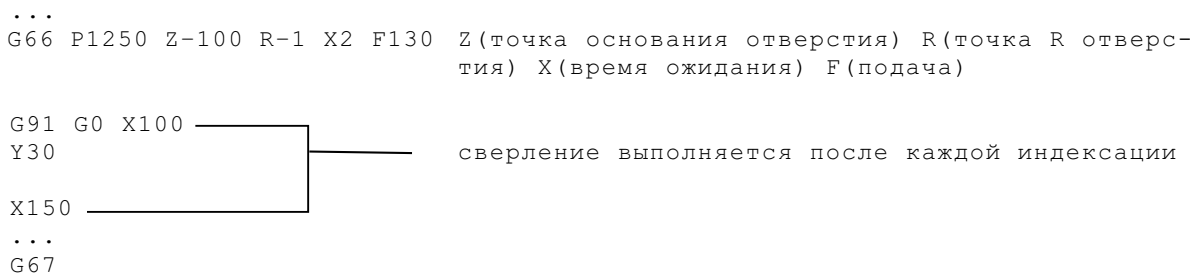
Выделённая макрокоманда вызывается до тех пор, пока не запрограммировать команду удаления

G67

передачи по наследству макровывоза.

Например: в данном сегменте программы детали после каждого движения нужно изготовить одно отверстие:

главная программа



макропрограмма

```

%O1250
G0 Z#18 (индексация с быстрым ходом по оси z в заданную по
          адресу R-1 точку)
G1 Z#26 F#9 (сверление с заданной по адресу F130 подачей до за-
            данной по адресу Z-100 точки основания)
G4 R#24 (ожидание на дне отверстия согласно заданному по ад-
        ресу X2 значению)
G0 Z-[#18+#26] (отвод инструмента назад в исходную точку)
M99 (возвращение в вызовную программу)
%
```

22.2.2 Макровывозов из каждого предложения: (G66.1)

Под действием команды

G66.1 P(номер программы) **L**(число повторения) <выделение аргумента>

все последующие предложения понимаются как выделение аргумента, и вызывается макрокоманда с номером, заданным по адресу P, и выполняет её с числом повторения, заданным по адресу L.

Действие команды то же самое, как будто каждое предложение является макровывозом G65:

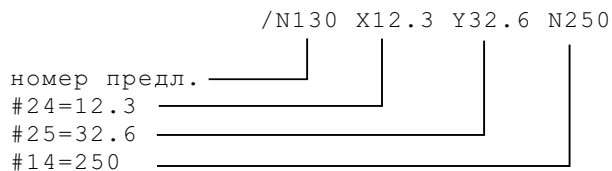
Выделённая макрокоманда вызывается до тех пор, пока не запрограммировать команду удаления

G67

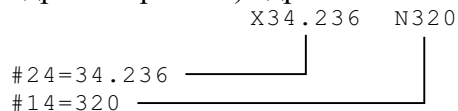
передачи по наследству макровывоза.

Правила выделения аргумента:

1. В предложении, выполняющем включение (где запрограммировали G66.1 P L): Адреса, используемые для выделения аргументов те же, как в случае команды G65.
2. В предложениях, последующих за командой G66.1: Адреса, используемые в случае команды G65, далее
L: #12,
P: #16,
G: #10 таким ограничением, что управлением принимается ссылка в одном предложении только на один адрес G, если запрограммировать несколько адресов G, выдаётся сигнал ошибки **3005 ЗАПРЕЩЁН. G КОД.**
N: #14 если один адрес N стоит в начале предложения (в крайнем случае может его условное предложение / опережать) второй адрес N принимается за аргументом:



Если адрес N имеется в середине предложения (любой отличающийся от / адрес опережает) адрес N истолкуется как аргумент:



Если адрес N уже зарегистрирован за аргументом, ссылка на следующий адрес N уже приводит к выдаче сигнала ошибки *3064 МАКРОВЫРАЖЕН. ОШИБКА*.

Правила выполнения предложения в случае G66.1:

Выделённая макрокоманда вызывается уже из того предложения, где задавался код G66.1, с учётом правила выделения аргумента под пунктом 1.

Начиная с предложения, последующего за кодом G66.1 до предложения, содержащего код G67, каждое предложение NC приводит к макровывозу по правилам выделения аргумента под пунктом 2. Не вызывается макрокоманда при нахождении пустого предложения, например: N1240, где ссылка была только на один адрес N, вернее из предложения, содержащего макрокоманду.

22.3 Пользовательский макровывоз по коду G

В поле параметров можно выделить не более 10-ти различных кодов G, по которым хотим возбудить макровывозы. При этом вместо ряда команд

Nn G65 Pp <выделение аргумента>

надо записать ряд команд

Nn Gg <выделение аргумента>.

В поле параметров необходимо установить то, что код вызова G какой номер программы должен вызывать. Код G65, G66, G66.1, G67 нельзя задавать для такой цели.

G(9010): код G, который вызывает программу № O9010

G(9011): код G, который вызывает программу № O9011

:

G(9019): код G, который вызывает программу № O9019

Если в поле параметров задавалось отрицательное значение, тогда выделённый код G генерирует модальный вызов. Например, если *G(9011)*—120, тогда в программе команда G120 приводит к наследственному вызову. То, что какого типа был вызов

MODGEQU=0: вызов G типа G66

MODGEQU=1: вызов G типа G66.1

Определяется состоянием параметра. Если значение параметра 0, макрокоманда вызывается в конце каждого предложения движения. Если значение параметра 1, макрокоманда вызывается каждым предложением.

Если какой-то стандартный код G выделить вызовом пользователя (например G01) и в основной макрокоманде опять сослаться на этот код, эта ссылка уже не возбуждает снова макровывозы, а истолкуется управлением за обыкновенным кодом G и выполняется им.

Если в пользовательском вызове в основной макрокоманде опять сослаться на вызовный код G, и он не стандартный код G, управлением выдаётся сигнал ошибки *3005 ЗАПРЕЩЁН. G КОД*.

– из вызова пользовательского кода G пользовательский вызов M, S, T, A, B, C,

– из пользовательского вызова M, S, T, A, B, C вызов пользовательского кода G,

разрешается в зависимости от положения параметра:

FGMAC=0: не разрешается (выполняется как обыкновенный код M, S, ... G),

FGMAC=1: разрешается, то есть возникает новый вызов.

Множество аргумента пользовательского кода G:

– если код типа G65 или типа G66, множество аргумента, привязанное к G65, а также P и L,

– если код типа G66.1, тогда к множеству его аргумента действительны изложенные там. Удаление наследственного вызова происходит командой G67.

22.4 Пользовательский макровывоз по коду M

В поле параметров можно выделить не более 10-ти различных кодов M, по которым хотим возбудить макровывозы. При этом надо написать

Nn **Mm** <выделение аргумента>

ряд команд. В этом случае код M не передаётся для PLC, а вызывается макрокоманда с соответствующим номером программы.

В поле параметров необходимо установить то, что код вызова M какой номер программы должен вызывать.

M(9020): код M, который вызывает программу № O9020

M(9021): код M, который вызывает программу № O9021

:

M(9029): код M, который вызывает программу № O9029

Кодом M можно задавать всегда вызов типа G65, то есть ненаследственный вызов.

Если в пользовательском вызове в основной макрокоманде опять ссылаться на тот же код M, макрокоманда не вызывается снова, а код M передаётся для PLC.

Если в основной макрокоманде происходит пользовательский вызов G, S, T, A, B, C или другой пользовательский вызов M:

FGMAC=0: не разрешается (выполняется как обыкновенный код M, S, ... G),

FGMAC=1: разрешается, то есть возникает новый вызов.

Выделённый в поле параметров, возбуждающий макровывоз код M в предложении может быть опережён только адресом / и N.

В предложении, содержащем макровывозы, запущенный кодом M, может фигурировать только один код M.

Множество аргумента № 1:

A B C D E F G H I J K L P Q R S T U V W X Y Z

Функцией M можно пользоваться и множеством аргумента № 2.

22.5 Пользовательский вызов подпрограммы по коду M

В поле параметров можно выделить не более 10-ти кодов M, по которым хотим возбудить вызов подпрограммы. При этом вместо команды

Nn Gg Xx Yu M98 Pp

можно задавать следующую команду:

Nn Gg Xx Yu **Mm**

При этом выделённый код M не передаётся для PLC, а вызывается соответствующая подпрограмма.

В поле параметров необходимо установить то, что код вызова M какой номер программы должен вызывать.

M(9000): код M, который вызывает программу № O9000

M(9001): код M, который вызывает программу № O9001

:

M(9009): код M, который вызывает программу № O9009

Если в пользовательском вызове в подпрограмме опять ссылаться на вызовный код M, подпрограмма не вызывается снова, а код M передаётся для PLC.

Если в подпрограмме происходит пользовательский вызов G, S, T, A, B, C или другой пользовательский вызов M:

FGMAC=0: не разрешается (выполняется как обыкновенный код M, S, ... G),

FGMAC=1: разрешается, то есть возникает новый вызов.

22.6 Пользовательский вызов подпрограммы по коду T

Записанное в программу рядом с значением параметра $T(9034)=1$ значение T не передаётся для PLC, а кодом T возбуждается вызов подпрограммы O9034.

При этом предложение

Gg Xx Yy Tt

эквивалентно двумя предложениями ниже:

#199=t

Gg Xx Yy M98 P9034

Переданное адресу T значение как аргумент передаётся глобальной переменной #199.

Если в подпрограмме, запущенном кодом T, снова ссылаться на адрес T, подпрограмма не вызывается снова, а значение адреса уже передаётся для PLC.

Если в подпрограмме происходит пользовательский вызов G, M, S, A, B, C:

FGMAC=0: не разрешается (выполняется как обыкновенный код M, S, ...G),

FGMAC=1: разрешается, то есть возникает новый вызов.

22.7 Пользовательский вызов подпрограммы по коду S

Записанное в программу рядом с значением параметра $S(9033)=1$ значение S не передаётся для PLC, а кодом S возбуждается вызов подпрограммы O9033.

При этом предложение

Gg Xx Yy Ss

эквивалентно двумя предложениями ниже:

#198=s

Gg Xx Yy M98 P9033

Переданное адресу S значение как аргумент передаётся глобальной переменной #198.

Если в подпрограмме, запущенном кодом S, снова ссылаться на адрес S, подпрограмма не вызывается снова, а значение адреса уже передаётся для PLC.

Если в подпрограмме происходит пользовательский вызов G, M, T, A, B, C:

FGMAC=0: не разрешается (выполняется как обыкновенный код M, S, ... G),

FGMAC=1: разрешается, то есть возникает новый вызов.

22.8 Пользовательский вызов подпрограммы по кодам A, B, C

Если в поле параметров записанное в программу $A(9030)=1$, или $B(9031)=1$, или $C(9032)=1$ значение A, B, или C не передаётся для PLC, или для интерполятора, а кодом A, B, или C возбуждается вызов подпрограммы O9030, O9031, или O9032. При этом например предложение

Gg Xx Yy Bb

эквивалентно двумя предложениями ниже:

#196=b

Gg Xx Yy M98 P9031

Заданное адресу A значение передаётся для #195, заданное адресу B значение передаётся для #196, а заданное адресу C значение передаётся для глобального переменного #197.

Если в подпрограмме, запущенном кодом А, В, или С снова сослаться на тот же адрес, подпрограмма не вызывается снова, а значение адреса уже передаётся для PLC, или для интерполятора.

Если в подпрограмме происходит пользовательский вызов G, M, S, T,:

FGMAC=0: не разрешается (выполняется как обыкновенный код M, S, ... G),

FGMAC=1: разрешается, то есть возникает новый вызов.

22.9 Разница между вызовами подпрограммы и макрокоманды

- Макровывоз может содержать аргумент, а вызов подпрограммы нет.
- Вызов подпрограммы разветвляется в вызванную подпрограмму только после выполнения прочих команд, запрограммированных в предложении, а макровывозов только разветвляется.
- Макровывоз изменяет уровень локальных переменных, а вызов подпрограммы нет. Например значение #1 до вызова G65 другое, чем в основной макрокоманде. Значение #1 до M98 то же самое, как значение #1 в подпрограмме.

22.9.1 Многократный вызов

Из макрокоманды можно вызывать другую макрокоманду. Макровывозов возможно делать до четырёхкратной глубины, имея в виду и простой и наследственный макровывоз. Вместе взято с вызовами подпрограмм, максимальная глубина вызовов может быть восьмикратной.

В случае многократного вызова наследственных макрокоманд, типа G66, после выполнения каждого предложения движения сначала вызывается заданная макрокоманда, и из неё поступая в обратном порядке вызываются прежде заданные макрокоманды. Рассмотрим следующий пример:

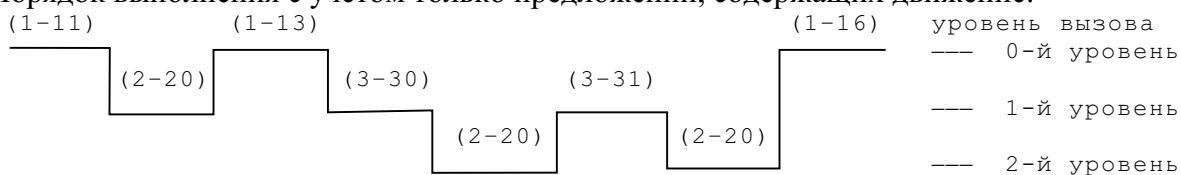
```

%O0001
...
N10 G66 P2
N11 G1 G91 Z10      (1-11)
N12 G66 P3
N13 Z20             (1-13)
N14 G67             (G66 P3 удаление вызова)
N15 G67             (G66 P2 удаление вызова)
N16 Z-5             (1-16)
...

%O0002
N20 X4              (2-20)
N21 M99
%

%O0003
N30 Z2              (3-30)
N31 Z3              (3-31)
N32 M99
%
```

Порядок выполнения с учётом только предложений, содержащих движение:



Первое число из скобки - это номер программы, находящейся под выполнением, а второе - это номер предложения, находящегося под выполнением.

Заданная в предложении N14 команда G67 удаляет вызванную в предложении N12 макрокоманду (O0003), а заданную в предложении N15 удаляет вызванную в предложении N10 макрокоманду (O0002).

При многократном вызове макрокоманд типа G66.1 сначала вызывается макрокоманда, заданная позже, обращаясь названиями этого предложения как аргументом при вводе каждого предложения, затем - вводя предложения этой макрокоманды и обращаясь ими как аргументом - вызывается макрокоманда, заданная на одну раньше.

Если из макрокоманды вызывать снова макрокоманду, уровнем макрокоманды увеличивается и уровень локальных переменных.

Главная программа 0-й уровень	макрокоманда 1-й уровень	макрокоманда 2-й уровень	макрокоманда 3-й уровень	макрокоманда 4-й уровень
	O _____	O _____	O _____	O _____
G65 P	G65 P	G65 P	G65 P	
	M99	M99	M99	M99
локальные переменные 0-й уровень	1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень	4-й уровень
#1	#1	#1	#1	#1
	:	:	:	:
#33	#33	#33	#33	#33

При вызове первой макрокоманды сохраняются локальные переменные главной программы от #1 до #33 и на 1-ом локальные переменные примут значения аргумента, заданных при вызове. При дальнейшей макрорывозе из первого уровня, локальные переменные первого уровня от #1 до #33 сохраняются, и на втором уровне локальные переменные примут значения аргумента, заданных при вызове. При многократном вызове сохраняются локальные переменные предыдущего уровня и на следующем уровне локальные переменные примут значения аргумента, заданных при вызове. В случае M99, когда вернётся из вызванной макрокоманды в вызывающую программу, сохранённые локальные переменные предыдущего уровня восстанавливаются в то же самое состояние, в котором состоянии они сохранились при вызове.

22.10 Формат пользовательской макрокоманды

Формат программ пользовательской макрокоманды совпадает с форматом подпрограммы:

```
O(номер программы)
:
команды
:
M99
```

Номер программы может быть произвольный, однако номера программ от O9000 до O9034 отведены для специальных вызовов.

22.11 Переменные программного языка

В главной программе, в подпрограммах и в макрокомандах для некоторых адресов можно давать и переменные вместо конкретных чисел. Переменным можно дать значение в пределах допустимых значений. С применением переменных программирование можно превратить более гибким.

В главной программе, в подпрограммах с применением глобальных переменных можно соответствующие данные размеров превратить в параметрические, таким образом для подобных, но отличающихся по размерам заготовкам не требуется написать новую программу, а с заменой соответствующих глобальных переменных можно переходить к заготовке с новыми размерами.

С применением переменных макрокоманды можно превратить более гибкими, чем традиционная подпрограмма. Подпрограмме нельзя передавать параметры, в то же время макрокомандам - через локальных переменных - можно передавать аргументы, или параметры.

22.11.1 Идентификация переменной

Можно применять множество переменных, и каждая переменная идентифицируется своим номером. Ссылка на переменную вводится со знаком #, а последующее за ним число означает номер переменной. Например:

```
#12
#138
#5106
```

На переменную можно ссылаться и формулой: #[<формула>]

Например:

#[#120] означает: в 120-й переменной имеется то число, на которую переменную ссылаемся.

#[#120-4] означает: из числа, имеющегося в 120-й переменной вычитая 4, получим номер переменной, на которую ссылаемся.

22.11.2 Ссылка на переменную

В словах предложении программы различные адреса могут принимать не только числовые значения, но и значения переменных. После адресов и при ссылке на переменные можно пользоваться со знаком "-" минус, а также оператором I, где это разрешается при числовых значениях. Например:

G#102 если #102=1.0, тогда это ссылка равносильна к G1

XI-#24 если #24=135.342, тогда это ссылка равносильна к XI-135.342

- после адресов номера программы: O, номера предложения: N, условного предложения: / ссылаются на переменные не разрешено. Адрес N тогда считается номером предложения, если его в предложении опережает в крайнем случае адрес /.
- Номер переменной нельзя заменить переменной, то есть нельзя писать, что ##120. Правильно задаётся так: #[#120]
- Если после адреса использовать переменную, значение переменной не должно превышать предельное значение, допускаемое для данного адреса. Например, если #112=5630, ссылка M#112 приводит к сигналу ошибки.
- Если после адреса использовать переменную, значение переменной округляется до соответственных адресу значащих цифр. Например:

в случае #112=1.23	M#112	будет M1,
в случае #112=1.6	M#112	будет M2.

22.11.3 Пустые переменные

Значение такой переменной, на которую ещё не ссылались, пустое. Значение переменной #0 всегда пустое:

#0=<пустая>

22.11.4 Цифровое изображение переменных

Переменные изображаются мантиссой в 32 битах и характеристикой в 8 битах::

переменная= $M \cdot 2^K$

Изображение **пустой** переменной: $M=0, K=0$

Изображение переменной со значением **0**: $M=0, K=-128$

Сравнение природы пустой переменной к тому, если значение переменной 0:

Ссылка в адресе на **пустую** переменную:

если #1=<пустая> $\begin{array}{c} G90 \quad X20 \quad Y\#1 \\ | \\ G90 \quad X20 \end{array}$	если #1=0 $\begin{array}{c} G90 \quad X20 \quad Y\#1 \\ | \\ G90 \quad X20 \quad Y0 \end{array}$
---	---

Пустая переменная в задающей значение команде:

если #1=<пустая> $\begin{array}{c} \#2=\#1 \\ | \\ \\#2=<пустая> \end{array}$ $\begin{array}{c} \#2=\#1 * 3 \\ | \\ \\#2=0 \end{array}$ $\begin{array}{c} \#2=\#1 + \#1 \\ | \\ \\#2=0 \end{array}$	если #1=0 $\begin{array}{c} \#2=\#1 \\ | \\ \\#2=0 \end{array}$ $\begin{array}{c} \#2=\#1 * 3 \\ | \\ \\#2=0 \end{array}$ $\begin{array}{c} \#2=\#1 + \#1 \\ | \\ \\#2=0 \end{array}$
---	---

В случае *анализа условий* разница между переменными со значением *пустая* и **0**:

если #1=<пустая>	если #1=0
#1 EQ #0	#1 EQ #0
удовлетворилось	не удовлетворилось
#1 NE 0	#1 NE 0
удовлетворилось	не удовлетворилось
#1 GE #0	#1 GE #0
удовлетворилось	не удовлетворилось
#1 GT 0	#1 GT 0
удовлетворилось	не удовлетворилось

22.12 Типы переменных

По способу применения и на основании свойств переменных, они делятся на локальные, глобальные и системные переменные. То, что переменная к какой группе относится, определяется номером переменной.

22.12.1 Локальные переменные: #1 – #33

Локальная переменная - это такая переменная, которая применяется макропрограммой в данном месте локально. Если макрокомандой А вызывается В, и если в макрокоманде А тоже сослаться на локальную переменную #i, и также в макрокоманде В, имеющееся на уровне макрокоманды А значение локальной переменной #i не теряется и не заменяется после того, как вызывалась макрокоманда В, вопреки того, что в макрокоманде В также была ссылка на #i.

Локальные переменные применяются для передачи аргумента. Соответствие между адресом аргумента и локальными переменными приведено в таблицу главы, излагающей простотой макровывозов (G65).

Та локальная переменная, адрес которой не фигурировался при выделении аргумента, она пустая и может быть свободно использована.

22.12.2 Глобальные переменные: #100 - #199, #500 - #599

В отличие от локальных переменных, глобальные переменные одинаковы не только на том же уровне макровывоза, а до конца по всей программе, независимо от того, что мы находимся в главной программе, подпрограмме или в макрокоманде, далее, на каком уровне макрокоманды находимся. Значит, если пользовались #i в какой-то макрокоманде, задавали ей например какое-то значение, то в другой макрокоманде #i имеет то же самое значение до тех пор, пока его не заменить. Применяются глобальные переменные в системе совершенно свободно, не имеют никакой отличительной роли.

Глобальные переменные от #100 до #199 удаляются при выключении.

Значение глобальных переменных от #500 до #599 сохраняются и после выключения.

Макропеременные от #500 до #599 можно превратить в защищёнными от записи с помощью параметров *WRPROT1* и *WRPROT2*. К параметру *WRPROT1* записывается первый

элемент защищаемого блока, а к параметру *WRPROT2* - последний элемент защищаемого блока. Например, если переменные от #530 до #540 хотим превратить в защищёнными от записи, параметры нужно установить на *WRPROT1=530* и *WRPROT2=540*.

22.12.3 Системные переменные

Системные переменные являются привязанными переменными, которые дают информацию о состоянии системы.

Входные знаки интерфейса: #1000–#1015, #1032

По системным переменным от #1000 до #1015 можно запросить 16 шт. входных знаков интерфейса по одному:

название системной переменной	вход интерфейса по истолкованию программы PLC
#1000	I [CONST+000]
#1001	I [CONST+001]
#1002	I [CONST+002]
#1003	I [CONST+003]
#1004	I [CONST+004]
#1005	I [CONST+005]
#1006	I [CONST+006]
#1007	I [CONST+007]
#1008	I [CONST+010]
#1009	I [CONST+011]
#1010	I [CONST+012]
#1011	I [CONST+013]
#1012	I [CONST+014]
#1013	I [CONST+015]
#1014	I [CONST+016]
#1015	I [CONST+017]

где $CONST = I_LINE * 10$ и *I_LINE* является одним параметром. Таким образом можно запросить два произвольных входных байтов интерфейса.

Значение приведенных выше переменных;

- 0: если контакт у входа открыто,
- 1: если контакт у входа замкнуто.

По переменной #1032 можно одновременно запросить приведенных выше 16 входов. Запрошенное значение, в зависимости от системных переменных, привязанных к запросу поодному, следующее:

$$\#1032 = \sum_{i=0}^{15} \# [1000 + i] * 2^i$$

Значит, если к входам #1002 и #1010 подключено 24 в, а остальные входы открыты, значение переменной #1032:

$$\#1032 = 1 * 2^2 + 1 * 2^{10} = 1028$$

Переменные интерфейса только читаются, им нельзя фигурировать на левой стороне какого-то арифметического выражения.

Выходные знаки интерфейса: #1100–#1115, #1132

По системным переменным от #1100 до #1115 можно запросить 16 шт. выходных знаков интерфейса по одному:

название системной переменной	Выход интерфейса по истолкованию программы PLC
#1100	Y [CONST+000]
#1101	Y [CONST+001]
#1102	Y [CONST+002]
#1103	Y [CONST+003]
#1104	Y [CONST+004]
#1105	Y [CONST+005]
#1106	Y [CONST+006]
#1107	Y [CONST+007]
#1108	Y [CONST+010]
#1109	Y [CONST+011]
#1110	Y [CONST+012]
#1111	Y [CONST+013]
#1112	Y [CONST+014]
#1113	Y [CONST+015]
#1114	Y [CONST+016]
#1115	Y [CONST+017]

где $CONST=O_LINE*10$ и O_LINE является одним параметром. Таким образом можно запросить два произвольных выходных байтов интерфейса, или можно писать в два произвольных выходных байтов.

Значение приведенных выше переменных;

- 0: если контакт у выхода открыто,
- 1: если контакт у выхода замкнуто.

По переменной #1132 можно одновременно выдавать приведенных выше 16 выходов. Выданное значение, в зависимости от системных переменных, привязанных к выдаче по одному, следующее:

$$\#1132 = \sum_{i=0}^{15} \# [1100+i] * 2^i$$

Значит, если включить выходы #1102 и #1109, а все остальные выходы открытые, для переменной #1132 нужно выдавать следующее значение:

$$\#1132 = 1 * 2^2 + 1 * 2^9 = 516$$

Значения числовых коррекций: #10001–#13999

Значения числовых коррекций можно вычитать по переменным #10001–#13999, далее им можно задавать значение.

Номер коррекции	H		D	
	геометрич.	износ	геометрич.	износ
1	#10001	#11001	#12001	#13001
2	#10002	#11002	#12002	#13002
:	:	:	:	:
999	#10999	#11999	#12999	#13999

Смещения нулевой точки заготовки: #5201– #5328

Значения смещения нулевой точки заготовки можно прочесть по переменным #5201–#5328, далее им можно задавать значение.

номер переменной	значение	система координат заготовки
#5201	общее смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	действительно во всех системах координат заготовки
#5202	общее смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5208	общее смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	
#5221	смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	G54
#5222	смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5228	смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	
#5241	смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	G55
#5242	смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5248	смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	
#5261	смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	G56
#5262	смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5268	смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	
#5281	смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	G57
#5282	смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5288	смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	
#5301	смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	G58
#5302	смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5308	смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	
#5321	смещение нулевой т. заготовки 1-я ось	G59
#5322	смещение нулевой т. заготовки 2-я ось	
:	:	
#5328	смещение нулевой т. заготовки 8-я ось	

Нумерация осей означает физический номер оси. То, что какова зависимость имеется между номером оси и названием оси, определяется строителем станка по группе параметров *AXIS*. Вобщем 1-я ось привязана к адресу X, 2-я ось - к адресу Y, а 3-я ось - к адресу Z, но возможно задавать и отлично от этого.

Сообщение об ошибке: #3000

Присвоением значения

#3000=nnn(СООБЩЕНИЕ ОБ ОШИБКЕ)

можно выдавать числовое (nnn: не более трёх цифры), и/или текстовое сообщение ошибки. Текст вставится между (,) круглыми скобками. Длина сообщения должно быть не более 25 карактеров.

Если в макрокоманде обнаруживается программой ошибка, то есть набегит на такое разветвление, где придавали переменной #3000 значение, до первого предложения выполняется программа, затем зависнет его выполнение, и на экране появится заданное между скобками сообщение ошибки, вернее код сообщения в форме 4nnn, то есть заданному значением #3000 к числу nnn добавляется 4000. Если число не задано, кодом сообщения будет 4000, если текст не задан, появится только код. Состояние ошибки прекращается кнопкой перезагрузки RESET.

Миллисекундомер: #3001

Значение переменной #3001 пишется и читается.

Время, прошедшее между двумя моментами, можно измерить в единицах измерения миллисекундах, с точностью примерно 20 мсек. Числитель #3001 при 65536 переполняется. Значение переменной #3001 начинается при включении от нуля, и счёт идёт нарастая. Считает всегда, когда управление включено.

(Главный) секундомер обработки точением: #3002

Значение переменной #3002 пишется и читается.

Время, прошедшее между двумя моментами, можно измерить в единицах измерения минутах, с точностью примерно 20 мсек.

Значение переменной #3002 начинается при включении и выключении с действующим значением, и счёт идёт нарастая.

Считает тогда, когда горит лампочка СТАРТ, то есть измеряет время в состоянии старта управления. Он находится в секундомере в магазине параметров, под названием *CUTTING2*.

Подавление выполнения попредложениям: #3003

Если #3003=1, в состоянии выполнение попредложениям не будет остановки после выполнения предложения до тех пор, пока значение этой переменной не будет 0.

При включении, при перезагрузке к началу программы ресетом значение переменной становится 0.

#3003	выполнение попредложениям
0	не подавлено
1	подавлено

Подавление стопа подаче, форсировки подачи, точной остановки: #3004

При подавлении функции стопа подачи после нажатия кнопки стопа остановится подача тогда, когда подавление подачи снимается.

При подавлении форсировки подачи, значение форсировки принимается за 100%–ов, пока подавление не снимается.

При подавлении точной остановки не выполняется управлением анализ до тех пор, пока подавление не снимается.

При включении, при перезагрузке к началу программы ресетом значение переменной становится 0.

#3004	точная остановка	форсировка подачи	стоп подачи
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

- 0: функция действительна
1: функция подавлена

Остановка с сообщением: #3006

Под действием задачи значения

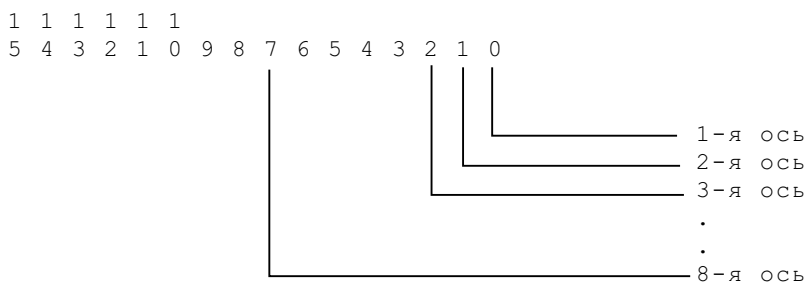
#3006=nnn(СООБЩЕНИЕ)

выполнение программы остановится, и сообщение, записанное между круглыми скобками появится на экране, далее код сообщения в форме 5nnn, то есть к заданному значением #3006 числу nnn прибавит 5000. Если не задавали число, код сообщения будет 5000, Если текст не задавали, появится только код. Выполнение программы продолжается нажатием кнопки СТАРТ, при этом сообщение удаляется с экрана. Длина сообщения может быть не более 25 карактеров. Командой выгодно пользоваться в таких случаях, когда во время выполнения программы требуется вмешательство оператора.

Состояние отражения: #3007

Прочитая переменную #3007 можно опеределить, что для какой физической оси зарегистрирована действительная команда отражения. Переменная только читается.

Истолкуя смысл переменной бинарно:



Смысл отдельных битов:

- 0: нет отражения
1: отражение включено

Если значение переменной например 5, на 1-й и на 3-й оси включено отражение. Номер оси означает физический номер оси, и определяется параметром, что к какой физической оси принадлежит ось с каким названием.

Число обработанных заготовок, число обрабатываемых заготовок: #3901, #3902

Число обработанных заготовок собираются управлением в счётчике #3901. Содержание счётчика при выполнении каждого M02, M30 или выделённой параметром *PRTCNTM* функции M сдвигается управлением на 1 шаг. Когда число обработанных заготовок достигает требуемое число заготовок (счётчик #3902) исполнитель сообщает через флег для PLC.

число обработанных заготовок #3901

число обрабатываемых заготовок #3902

Счётчик #3901 находится в магазине параметров у параметра *PRTTOTAL*, а счётчик #3902 - в магазине параметров у параметра *PRTREQRD*.

Наследственные информации: #4001–#4130, #4201–#4330

Наследственные команды, действительные в предшествующем предложении, определяются с прочтением системных переменных #4001–#4130.

Наследственные команды, действительные в предложении, находящемся в момент выполнения, определяются с прочтением переменных #4201–4330.

системная переменная	наследств. информации предшеств. предложения	системная переменная	наследств. информации предложения под выполнением
#4001	код G 1-я группа	#4201	код G 1-я группа
:	:	:	:
#4020	код G 20-я группа	#4220	код G 20-я группа
#4101	код	#4301	код A
#4102	код B	#4302	код B
#4103	код C	#4303	код C
#4107	код D	#4307	код D
#4108	код E	#4308	код E
#4109	код F	#4309	код F
#4111	код H	#4311	код H
#4113	введённый первым код M	#4313	введённый первым код M
#4114	номер предложения: N	#4314	номер предложения: N
#4115	номер программы: O	#4315	номер программы: O
#4119	код S	#4319	код S
#4120	код T	#4320	код T

Информации о позиции: #5001 – #5108**Позиции конца предложения**

системная переменная	характер информации позиции	ввод во время движения
#5001	позиция 1-й оси в конце предложения	
#5002	позиция 2-й оси в конце предложения	
:		возможно
#5008	позиция 8-й оси в конце предложения	

Позиция конца предложения

- в актуальной системе координат заготовки,
- с учётом переносов координат,
- в прямоугольных координатах,
- входит в переменную с пренебрежением всех коррекций (длина, радиус, смещение инструмента).

Мгновенные позиции в системе координат станка

системная переменная	характер информации позиции	ввод во время движения
#5021	мгновенная позиция 1-й оси (G53)	
#5022	мгновенная позиция 2-й оси (G53)	
:		не возможно
#5028	мгновенная позиция 8-й оси (G53)	

Мгновенная позиция (G53)

- в системе координат станка,
- входит в переменную с учётом всех коррекций (длина, радиус, смещение инструмента).

Мгновенные позиции в системе координат заготовки

системная переменная	характер информации позиции	ввод во время движения
#5041	мгновенная позиция 1-й оси	
#5042	мгновенная позиция 2-й оси	
:		не возможно
#5048	мгновенная позиция 8-й оси	

Мгновенная позиция

- в актуальной системе координат заготовки,
- с учётом переносов координат,
- в прямоугольных координатах,
- входит в переменную с учётом всех коррекций (длина, радиус, смещение инструмента).

Позиции щупа

системная переменная	характер информации позиции	ввод во время движения
#5061	позиция щупа 1-й оси (G31)	
#5062	позиция щупа 2-й оси (G31)	
:		возможно
#5068	позиция щупа 8-й оси (G31)	

В предложении G31 та позиция, где поступил знак щупа – в актуальной системе координат заготовки, – с учётом переносов координат, – в прямоугольных координатах, – входит в переменную с учётом всех коррекции (длина, радиус, смещение инструмента). Если знак щупа не поступил, указанные выше переменные примут позицию конечной точки, запрограммированную в предложении G31.

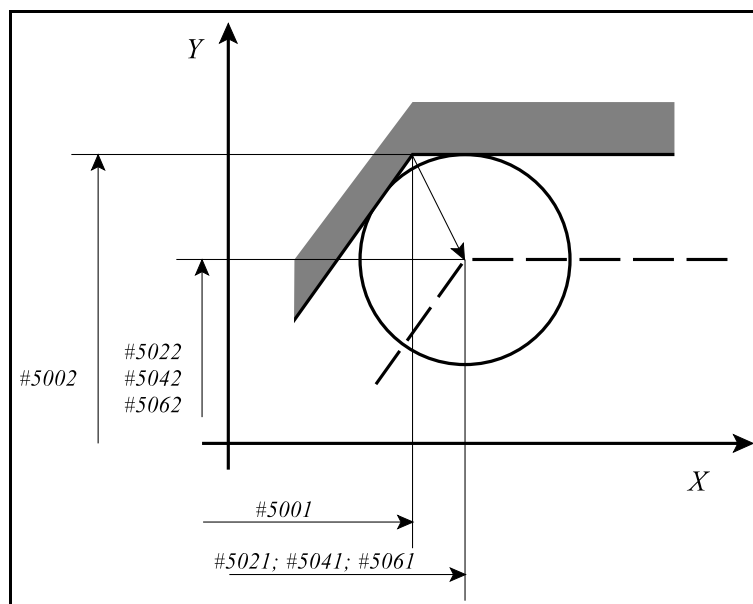


рисунок [22.12.3-1](#)

Коррекции длины инструмента

системная переменная	характер информации позиции	ввод во время движения
#5081	коррекция длины, зарегистр. на 1-й оси	
#5082	коррекция длины, зарегистр. на 2-й оси	
:		не возможно
#5088	коррекция длины, зарегистр. на 8-й оси	

Прочитаемая коррекция длины инструмента является действующей коррекцией длины в предложении, находящемся под выполнением.

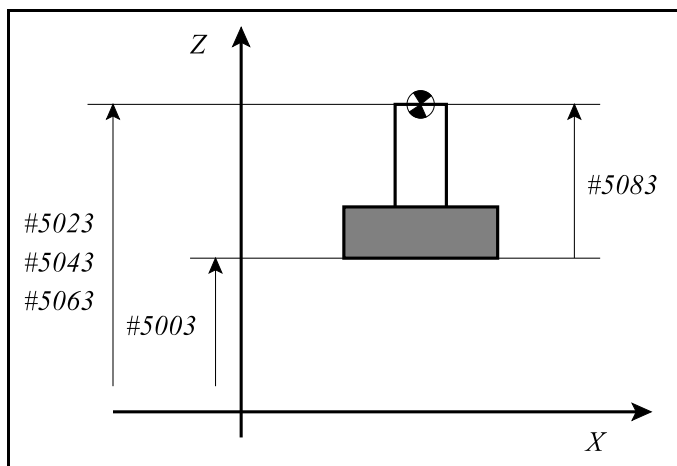


рисунок 22.12.3-2

Отставание серво

системная переменная	характер информации	позиции	ввод во время движения
#5101	значение отставания серво на 1-й оси		
#5102	значение отставания серво на 2-й оси		
:			не возможно
#5108	значение отставания серво на 8-й оси		

Прочитаемое отставание является значением со знаком, заданное в миллиметрах.

22.13 Команды программного языка

При описании различных команд используется выражение

$$\#i = \langle \text{формула} \rangle.$$

Такая $\langle \text{формула} \rangle$ может содержать арифметические операции, функции, переменные, постоянные.

Обычно в $\langle \text{формула} \rangle$ -х ссылаемся на переменные $\#j$ и $\#k$.

Такая $\langle \text{формула} \rangle$ может стоять не только на правой стороне команд присвоения значения, а в предложении NC могут и различные адреса принять конкретные числовые значения, или вместо переменной и формулу.

22.13.1 Команда присвоения значения: $\#i = \#j$

Код команды: =

Под действием команды переменная $\#i$ примет значение переменной $\#j$, то есть в переменную $\#i$ входит значение переменной $\#j$.

22.13.2 Арифметические операции и функции

Операции с одним операндом

Минус с одним операндом: $\#i = - \#j$

Код операции: -

Под действием операции переменная $\#i$ становится по абсолютному значению одинаковой, а по знаку противоположной переменной $\#j$.

Арифметическое отрицание: $\#i = \text{NOT } \#j$ Код операции: **NOT**

Под действием операции сперва преобразуется переменная $\#j$ в число с 32 битами и с неподвижной запятой. Если преобразованное таким образом число нельзя изобразить на 32 битах, выдаётся сигнал ошибки *3091 ОШИБКА ОПЕРАЦИИ С #*. Затем берётся отрицательное значение этого числа с неподвижной запятой на все 32 бита, потом полученное таким образом число преобразуется обратно с плавающей запятой и вставится в переменную $\#i$.

Аддитивные арифметические операции**Сложение:** $\#i = \#j + \#k$ Код операции: **+**

Под действием операции переменная $\#i$ примет сумму значений переменных $\#j$ и $\#k$.

Вычитание: $\#i = \#j - \#k$ Код операции: **-**

Под действием операции переменная $\#i$ примет разницу значений переменных $\#j$ и $\#k$.

Арифметическое или: $\#i = \#j \text{ OR } \#k$ Код операции: **OR**

Под действием операции в переменную $\#i$ вставится логическая сумма по битам переменных $\#j$ и $\#k$, на все 32 бита. Туда, где на тех же позициях обоих чисел стоит в обоих местах 0, в ту же позицию в результате вставится 0, иначе 1.

Арифметическое исключаящее или: $\#i = \#j \text{ XOR } \#k$ Код операции: **XOR**

Под действием операции в переменной $\#i$ суммируются значения по битам переменных $\#j$ и $\#k$ таким образом, что туда, где в одинаковых позициях имеются одинаковые числовые значения в результате, в ту позицию вставится 0, где различные числовые значения имеются, туда вставится 1, на все 32 бита.

Мультипликационные арифметические операции**Умножение:** $\#i = \#j * \#k$ Код операции: *****

Под действием операции переменная $\#i$ примет произведение значений переменных $\#j$ и $\#k$.

Деление: $\#i = \#j / \#k$ Код операции: **/**

Под действием операции переменная $\#i$ примет частного значений переменных $\#j$ и $\#k$. Значение $\#k$ не может быть 0. В противном случае управлением выдаётся сигнал ошибки *3092 ДЕЛЕНИЕ НА 0 #*.

Создание модули: $\#i = \#j \text{ MOD } \#k$ Код операции: **MOD**

Под действием операции переменная $\#i$ примет остаток деления переменных $\#j$ и $\#k$. Значение $\#k$ не может быть 0. В противном случае управлением выдаётся сигнал ошибки *3092 ДЕЛЕНИЕ НА 0 #*.

Пример: в случае $\#120 = 27 \text{ MOD } 4$ значение переменной $\#120$ будет 3.

Арифметическое и: $\#i = \#j \text{ AND } \#k$ Код операции: **AND**

Под действием операции в переменную $\#i$ вставится логическое произведение значений по битам переменных $\#j$ и $\#k$, на все 32 бита. Туда, где в одинаковых позициях двух чисел в обоих местах стоит 1, в ту позицию в результате вставится 1, иначе 0.

Функции**Извлечение квадратного корня:** $\#i = \text{SQRT } \#j$ Код функции: **SQRT**

Под действием операции переменная $\#i$ примет квадратный корень от переменной $\#j$. Значение переменной $\#j$ не может быть отрицательным числом.

Синус: $\#i = \text{SIN } \#j$ Код функции: **SIN**

Под действием операции переменная $\#i$ примет синус от переменной $\#j$. Значение $\#j$ понимается всегда в градусах.

Косинус: $\#i = \text{COS } \#j$ Код функции: **COS**

Под действием операции переменная $\#i$ примет косинус от переменной $\#j$. Значение $\#j$ понимается всегда в градусах.

Тангенс: $\#i = \text{TAN } \#j$ Код функции: **TAN**

Под действием операции переменная $\#i$ примет тангенс от переменной $\#j$. Значение $\#j$ понимается всегда в градусах. Значение $\#j$ не может быть $(2n+1)*90^\circ$, где $n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Арксинус: $\#i = \text{ASIN } \#j$ Код функции: **ASIN**

Под действием операции переменная $\#i$ примет арксинус от переменной $\#j$. Условие $-1 \leq \#j \leq 1$ должно удовлетвориться. Результат, то есть значение $\#i$ будет между $+90^\circ$ и -90° .

Арккосинус: $\#i = \text{ACOS } \#j$ Код функции: **ACOS**

Под действием операции переменная $\#i$ примет арккосинус от переменной $\#j$. Условие $-1 \leq \#j \leq 1$ должно удовлетвориться. Результат, то есть значение $\#i$ будет между 0° и 180° .

Арктангенс: $\#i = \text{ATAN } \#j$ Код функции: **ATAN**

Под действием операции переменная $\#i$ примет арктангенс от переменной $\#j$. Результат, то есть значение $\#i$ будет между $+90^\circ$ и -90° .

Возведение в степень: $\#i = \text{EXP } \#j$ Код функции: **EXP**

Под действием операции переменная $\#i$ примет $\#j$ -ую степень от натурального числа (e).

Натуральный логарифм: $\#i = \text{LN } \#j$ Код функции: **LN**

Под действием операции переменная $\#i$ примет натуральный логарифм числа $\#j$. Значение $\#j$ не может быть 0, или отрицательное число.

Получение абсолютной величины: $\#i = \text{ABS } \#j$ Код функции: **ABS**

Под действием операции переменная $\#i$ примет абсолютную величину переменной $\#j$.

Преобразование бинарного числа в десятичное с бинарным кодом: $\#i = \text{BCD } \#j$ Код функции: **BCD**

Под действием операции переменная $\#i$ примет значение BCD переменной $\#j$. Область значений переменной $\#j$: 0 – 99999999.

Преобразование десятичного числа с бинарным кодом в бинарное: $\#i = \text{BIN } \#j$ Код функции: **BIN**

Под действием операции переменная $\#i$ примет бинарное значение переменной $\#j$. Область значений переменной $\#j$: 0 – 99999999. В переменной $\#j$ величина в отдельных тетрадках не может быть более 9–ти.

Округление вниз по абсолютному значению: $\#i = \text{FIX } \#j$ Код функции: **FIX**

Операцией отбрасывается дробную часть переменной $\#j$ и это значение вставляется в переменную $\#i$.

Например:

```
#130 = FIX 4.8 = 4
#131 = FIX -6.7 = -6
```

Округление вверх по абсолютному значению: $\#i = \text{FUP } \#j$ Код функции: **FUP**

Операцией отбрасывается дробную часть переменной $\#j$ и в абсолютном значении добавляет 1.

Например:

```
#130 = FUP 12.1 = 13
#131 = FUP -7.3 = -8
```

Порядок выполнения сложных арифметических операций

Перечисленные выше арифметические операции и функции можно комбинировать. Порядок выполнения операций, или правило первенства:

функция – мультипликативные арифметические операции – аддитивные

арифметические операции.

Например:

$$\#110 = \#111 + \#112 * \text{COS } \#113$$

порядок действий

Изменение порядка выполнения операций

С применением скобок [и] можно изменить порядок выполнения операций. Употребление скобок разрешается до пятикратной глубины. Если в программе имеется глубина больше этого, управлением выдаётся сигнал ошибки *3064 МАКРОВЫРАЖЕН. ОШИБКА*.

Пример к употреблению скобок трёхкратной глубины:

$$\#120 = \text{COS} [[[\#121 - \#122] * \#123 + \#125] * \#126]$$

Числа указывают порядок выполнения операций. Видно, что за скобками одинакового уровня действует указанное выше правило первенства на порядок выполнения операций.

22.13.3 Условные выражения

В программном языке известны следующие условные выражения:

равно:	<code>#i EQ #j</code>
не равно:	<code>#i NE #j</code>
больше, чем:	<code>#i GT #j</code>
меньше, чем:	<code>#i LT #j</code>
больше, или равно:	<code>#i GE #j</code>
меньше, или равно:	<code>#i LE #j</code>

Переменные с обеих сторон условного выражения можно заменить и формулой. Приведенные выше условные выражения IF, или WHILE могут стоять после команд по проверке условий.

☞ *Замечание:* Поскольку за приведенными выше условными выражениями стоит сложение и вычитание, поэтому при точности решения следует учесть возможные ошибки!

22.13.4 Безусловное разветвление: GOTO_n (ИДИ)

Под действием команды **GOTO_n** продолжается безусловное выполнение программы от предложения с номером *n* той же программы. Число *n* можно заменить и переменной, или формулой. Номер предложения, на которое переходим командой GOTO, должен фигурировать в начале предложения. Если не найдётся номер предложения, выдаётся сигнал ошибки *3070 НЕ СУЩ. НОМЕР ПРЕДЛ. P, Q*.

22.13.5 Условное разветвление: IF[<условное выражение>] GOTO_n (ЕСЛИ[<.>]ИДИ)

Если выполняется заключённое обязательно в квадратные скобки [<условное выражение>], выполнение программы продолжается от предложения с номером *n* той же программы.

Если не выполняется [<условное выражение>], выполнение программы продолжается от следующего предложения.

Если после IF следует не проверка условий, выдаётся сигнал ошибки *3091 ОШИБКА ОПЕРАЦИИ С #*. Если в проверке условий имеется синтаксическая ошибка, выдаётся сигнал ошибки *3064 МАКРОВЫРАЖЕН. ОШИБКА*.

22.13.6 Условная команда: IF[<условное выражение>] (THEN)команда (ЕСЛИ[<.>]ТОГДА

Если выполняется [<условное выражение>], выполняется команда за THEN.

Если не выполняется [<условное выражение>], продолжается выполнения программы от следующего предложения.

В команде THEN можно пропустить, выполнение ряда команд

IF[<условное выражение>] команда

то же самое.

22.13.7 Организация цикла: WHILE[<условное выражение>] DO_m (ПОКА[<.>]ДЕЛАЙ) ... **END_m** (КОНЕЦ)

Пока выполняется [<условное выражение>], предложения после DO_m до предложения END_m выполняются повторно. То есть управление проверит, что удовлетворилось ли условие, если да, выполняет фрагмент программы между DO_m и END_m, затем под действием команды END_m программа возвращается к повторной проверке условия после WHILE. Если не выполняется [<условное выражение>], выполнение программы продолжается от предложения после END_m.

Если пропускается WHILE [<условное выражение>], то есть цикл описывается командами DO_m ... END_m, фрагмент программы между DO_m и END_m выполняется за бесконечное время.

Возможные значения *m*: 1, 2, 3. Задача отличающихся от этого значений приводит к сигналу ошибки *3091 ОШИБКА ОПЕРАЦИИ С #*. Если после WHILE следует не проверка условий, выдаётся сигнал ошибки *3091 ОШИБКА ОПЕРАЦИИ С #*. Если в проверке условий имеется синтаксическая ошибка, выдаётся сигнал ошибки *3064 МАКРОВЫРАЖЕН. ОШИБКА*.

Правила организации цикла.

– Команду DO_m надо выдавать перед командой END_m:

```

:
END1
:
:           ОШИБОЧНОЕ
:
DO1

```


– Команды DOm и ENDm должны стоять в паре:

```

:
DO1
:
DO1                ОШИБОЧНОЕ
:
END1
:

или

:
DO1
:
END1                ОШИБОЧНОЕ
:
END1
:

```

– То же самое число идентификации можно много раз использовать:

```

:
DO1
:
END1
:
:                ПРАВИЛЬНОЕ
:
DO1
:
END1
:

```

– Пары DOm ... ENDm до трёхкратной глубины вставляются одна в другую:

```

:
DO1
:
DO2
:
DO3
:
:                ПРАВИЛЬНОЕ
:
END3
:
END2
:
END1
:

```

– Парам DOm ... ENDm нельзя перекрывать друг друга:

```

:
DO1
:
DO2
:
:                ОШИБОЧНОЕ
:
END1
:
END2

```

– Из внутри цикла можно разветвляться вне цикла:

```
:
DO1
:
GOTO150
:
: ПРАВИЛЬНОЕ
:
END1
:
N150
:
```

– Извне вступить в цикл нельзя:

```
:
GOTO150
:
DO1
:
: ОШИБОЧНОЕ
:
N150
:
END1
:
```

или

```
:
DO1
:
N150
:
: ОШИБОЧНОЕ
:
END1
:
GOTO150
:
```

– Из внутри цикла возможно вызов подпрограммы, или макрокоманды. Внутри подпрограммы, или пользовательской макрокоманды циклы могут вставиться друг в друга до трёхкратной глубины:

```
:
DO1
:
M98... ПРАВИЛЬНОЕ
:
G65... ПРАВИЛЬНОЕ
:
G66... ПРАВИЛЬНОЕ
:
G67... ПРАВИЛЬНОЕ
:
END1
:
```

22.13.8 Команды выдачи данных

Управлению знакомы следующие команды выдачи данных:

ROPEN	открытие периферии
BPRNT	бинарная выдача данных
DPRNT	децимальная выдача данных
PCLOS	закрытие периферии

Эти команды выдачи данных можно использовать для выдачи значений карактеров и переменных. Выдача может совершаться в память управления и через последовательный канал во внешнюю память.

Открытие периферии: ROPENn

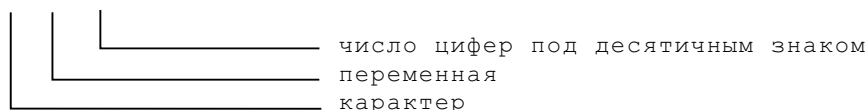
Прежде чем выдавать команду выдачи данных, необходимо открывать соответствующую периферию, через которой совершается выдача данных. Выбор соответствующей периферии выполняется числом n:

n = 1	последовательный канал, RS-232C интерфейс
n = 31	память управления

При открытии периферии высылается и один % карактер на периферию, значит, каждая выдача данных начинается с одним карактером %.

Бинарная выдача данных: BPRNT[...]

BPRNT[a #b [c] ...]



Карактеры высылаются командой по коду ISO, или ASCII (в зависимости от положения параметра), а переменные - бинарно.

– Карактеры выдаются по коду ISO, или ASCII. Высылаемые карактеры:

алфавитные карактеры: A, B, ..., Z
 нумерические карактеры: 1, 2, ..., 0
 специальные карактеры: *, /, +, –

Вместо карактера * высылается управлением код ISO (A0h) пробела (space).

– Значения переменных выдаются управлением на 4 байтов, то есть на 32 битах, начиная с байта с наибольшей позицией. После номера переменных в скобках [] надо задавать число цифр, стоящих после десятичного знака. При этом управлением преобразуется значение переменной с плавающей точкой в такое значение с неподвижной точкой, в котором число значащих десятичных цифр равно значению, заданному в скобках []. Возможные значения c: 1, 2, ..., 8. Например:

если #120 = 258.647673 и [3] ———— выдаётся 258648=0003F258h

– Пустая переменная выдаётся бинарным кодом 00000000h.

– В конце выдачи данных управлением автоматически выдаётся один карактер для перемены строки (**Line Feed**).

Пример:

```

BPRNT [ C*/ X#110 [3] Y#120 [3] M#112 [0] ]
#110=318.49362 ———— 318494=0004DC1Eh
#120=0.723415 ———— 723=000002D3h
#112=23.9 ———— 24=00000018h

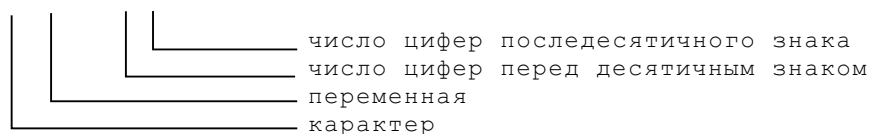
```

Выдаваемые карактеры:

7	6	5	4	3	2	1	0	
1	1	0	0	0	0	1	1	--- C
1	0	1	0	0	0	0	0	--- пробел (Space)
1	0	1	0	1	1	1	1	--- /
1	1	0	1	1	0	0	0	--- X
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	1	0	0	--- 04
1	1	0	1	1	1	0	0	--- DC
0	0	0	1	1	1	1	0	--- 1E
0	1	0	1	1	0	0	1	--- Y
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	1	0	--- 02
1	1	0	1	0	0	1	1	--- D3
0	1	0	0	1	1	0	1	--- M
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	1	1	0	0	0	--- 18
0	0	0	0	1	0	1	0	--- перемена строки (Line Feed)

Децимальная выдача данных: DPRNT[...]

```
DPRNT[ a #b [ c d ] ... ]
```



Все карактеры и цифры (В зависимости от положения параметра) выдаются по коду ISO, или ASCII.

- Правила в отношении выдачи карактеров см.команда **BPRNT**.
- Для выдачи значения переменных необходимо задавать, чтобы переменная выдавалась на скольких децимальных целых и дробных цифрах. Задачу цифр надо вставить в скобки []. Для задачи цифр должно удовлетвориться условие $0 < c + d < 9$. Выдача чисел начинается от наибольшей позицией. При выдаче цифр отрицательный знак (-) и десятичный знак (.) Тоже выдаются со своим кодом ISO. Если параметр *PRNT* будет PRNT=0, вместо знака + и передних нулей выдаётся пробел (space), а после десятичного знака, если он имеется, каждый нуль выдаётся с кодом 0. Если параметр PRNT=1, знак + и передние нули не выдаются, если десятичный знак определён, последующие за ним нули выдаются, если десятичный знак не определён, не выдаются ни десятичный знак, ни нуль.
- Если d=0, тогда выдаётся десятичный знак, а задавая только с управлением и десятичный знак не будет выдаваться.
- Пустая переменная выдаётся с кодом 0.
- В конце выдачи данных управлением автоматически выдаётся один карактер для перемены строки (LF).

Пример:

```
DPRNT [ X#130 [53] Y#500 [53] T#10 [2] ]
#130=35.897421      _____ 35.897
#500=-150.8        _____ -150.8
#10=214.8          _____ 15
```

Выдача данных в положении PRNT=0:

```
 7 6 5 4 3 2 1 0
-----
1 1 0 1 1 0 0 0 --- X
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
0 0 1 1 0 0 1 1 --- 3
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 1 0 1 1 1 0 --- десятичный знак (.)
1 0 1 1 1 0 0 0 --- 8
0 0 1 1 1 0 0 1 --- 9
1 0 1 1 0 1 1 1 --- 7
0 1 0 1 1 0 0 1 --- Y
0 0 1 0 1 1 0 1 --- отрицательный знак (-)
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
1 0 1 1 0 0 0 1 --- 1
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
0 0 1 0 1 1 1 0 --- десятичный знак (.)
1 0 1 1 1 0 0 0 --- 8
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
1 1 0 1 0 1 0 0 --- T
1 0 1 0 0 0 0 0 --- пробел (space)
1 0 1 1 0 0 0 1 --- 1
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 0 0 1 0 1 0 --- перемена строки (LF)
```

Выдача данных в положении PRNT=1:

```

 7 6 5 4 3 2 1 0
-----
1 1 0 1 1 0 0 0 --- X
0 0 1 1 0 0 1 1 --- 3
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 1 0 1 1 1 0 --- десятичный знак (.)
1 0 1 1 1 0 0 0 --- 8
0 0 1 1 1 0 0 1 --- 9
1 0 1 1 0 1 1 1 --- 7
0 1 0 1 1 0 0 1 --- Y
0 0 1 0 1 1 0 1 --- отрицательный знак (-)
1 0 1 1 0 0 0 1 --- 1
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
0 0 1 0 1 1 1 0 --- десятичный знак (.)
1 0 1 1 1 0 0 0 --- 8
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
1 1 0 1 0 1 0 0 --- T
1 0 1 1 0 0 0 1 --- 1
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 0 0 1 0 1 0 --- переменная строки (LF)

```

Закрывание периферии: PCLOS_n

Открытую командой POPEN периферию надо закрыть командой PCLOS. После команды PCLOS надо назвать номер закрываемой периферии. При закрытии высылается ещё один % карактер на периферию, то есть каждая выдача данных закрывается карактером %.

☞ Замечания:

- Порядок команд выдачи данных жёсткий: сначала командой POPEN надо открыть соответствующую периферию, затем следует выдача данных командой BPRINT, или DPRINT, и напоследок открытую периферию надо закрыть командой PCLOS.
- Открытие и закрытие периферии можно задавать в любом месте программы. Например, можно открыть в начале программы, закрыть в конце программы, и в любой части программы, имеющейся между двумя командами, можно высылать данные.
- Выполненной во время выдачи данных командой M30, или M2 прекращается передача данных. Для избежания этого перед выполнением команды M30 надо выждать время передачи данных.
- Необходимо следить за правильностью установки параметров (baud rate, число стоп битов, и т.д.) открытой периферии. Их установка возможна в группе SERIAL поля параметров.

22.14 NC и макрокоманды.

В программном языке различаются NC и макропредложения.

Предложениям NC считаются предложения, написанные традиционными кодами G, M и т.д., даже тогда, если значения отдельных адресов примут не только числовое значение, но и переменные, или формулу.

Макрокомандами считаются следующие предложения:

- предложение, содержащее команду присвоения значения: #i=#j
- предложение, содержащее условную команду, или команду организации цикла: IF,

WHILE

- предложение, содержащее контрольные команды: GOTO, DO, END
- предложение, содержащее макровывоза: G65, G66, G66.1, G67, или те коды G, или M, которые отправляют макровывоз.
- вызов подпрограммы (подпрограмма отправленное по M98 P, или A, B, C, S, T, M)
- код возвращения из подпрограммы, или из макрокоманды (M99).

С точки зрения выполнения программы, при включенном состоянии расчёта коррекции плоскостного радиуса инструмента, макропредложение не считается предложением, содержащим функцию, или движение вне выбранной плоскости.

22.15 Выполнение макропредложений.

Макропредложения могут быть выполнены управлением параллельно с выполнением NC предложений, или вслед за ними. Параметр для регулировки выполнения NC и макропредложений: 9161 *SBSTM*. Если параметр:

- =0: NC и макропредложения выполняются в написанном в программе порядке,
- =1: во время выполнения NC предложений выполняются макрокоманды.

Пример:

SBSTM=0

```
%O1000
...
N10 #100=50
N20 #101=100
N30 G1 X#100 Y#101
N40 #100=60 (присв. знач. после N30)
N50 #101=120 (присв. знач. после N30)
N60 G1 X#100 Y#101
```

Присвоение значение, описанное в предложениях N40 и N50 выполняются после выполнения предложения N30.

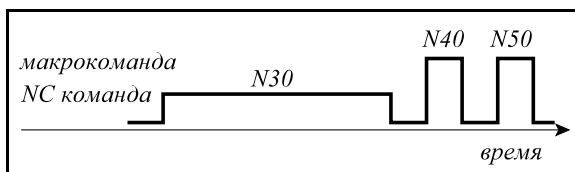


рисунок 22.15-1

☞ **Последствия:**

- выполнение программы медленнее,
- если прекратить выполнение предложения N30, затем снова запускать обработку, поскольку ещё не заменились переменные предложения N30 предложением N40, N50, обработка просто продолжается.

SBSTM=1

```
%O1000
...
N10 #100=50
N20 #101=100
N30 G1 X#100 Y#101
N40 #100=60 (присв. знач. при N30)
N50 #101=120 (присв. знач. при N30)
N60 G1 X#100 Y#101
```

Присвоение значение, описанное в предложениях N40 и N50 выполняются во время исполнения движения в предложении N30.

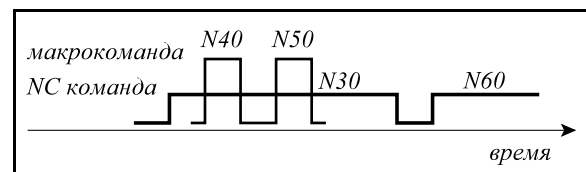


рисунок 22.15-2

☞ **Последствия:**

- выполнение программы быстрее,
- если прекратить выполнение предложения N30, затем снова запускать обработку, поскольку уже заменились переменные предложения N30 предложением N40, N50, обработку нельзя продолжать, только тогда, если запустить поиск предложения на предложение N30.

22.16 Индикация макрокоманд и подпрограмм при автоматическом режиме.

Предложения макрокоманд и подпрограмм высвечиваются управлением в автоматическом режиме. Если значение параметра *MD8* равно 0, при выполнении подпрограмм и макрокоманд с номерацией от 8000 до 8999, предложения макрокоманд и подпрограмм не заносятся в список. При положении параметра *MD8* равным 1, их предложения тоже заносятся в список.

Если значение параметра *MD9* равно 0, при выполнении подпрограмм и макрокоманд с номерацией от 9000 до 9999, предложения макрокоманд и подпрограмм не заносятся в список. При положении параметра *MD9* равным 1, их предложения тоже заносятся в список.

22.17 Использование кнопки СТОП во время выполнения макрокоманды.

Нажатие кнопки СТОП, то есть приостановление выполнения программы будет действительно всегда после окончания макрокоманды, находящейся под выполнением.

22.18 Цикл фрезерования впадины

Командой

G65 P9999 X Y Z I J K R F D E Q M S T

запускается цикл фрезерования впадины. Для выполнения цикла необходимо загрузить в память макрокоманду с номером O9999, находящуюся в памяти PROM управления.

Перед вызовом цикла необходимо занять место над геометрической серединой впадины по выбранной плоскости, на расстояние безопасности от поверхности материала. В конце цикла отводится инструмент на это же расстояние.

Истолкование адресов предложения:

X: размер впадины по оси X

Y: размер впадины по оси Y

Z: размер впадины по оси Z

Командой G17, G18, G19 решается, что из трёх координат какая будет длиной, шириной или глубиной впадины. Например: в случае G17 глубиной впадины будет Z, из X и Y длинейшая из них координата будет длиной впадины и кратчайшая - шириной впадины. Эти значения следует вводить в абсолютном значении в качестве положительного числа.

R: радиус углов впадины

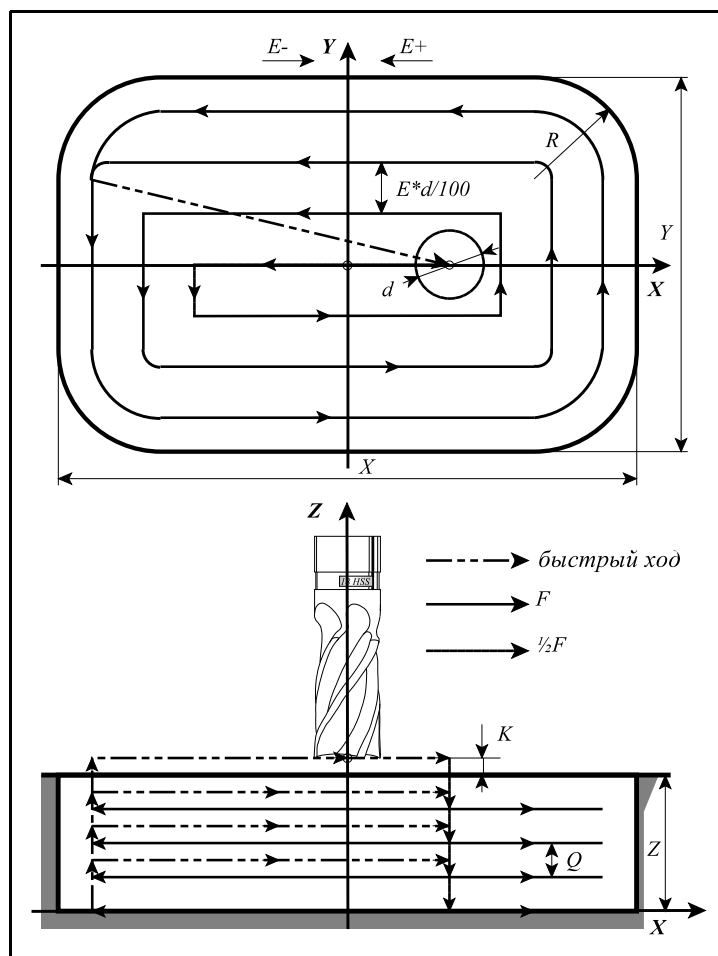


рисунок 22.18-1

По адресу R следует задавать возможное скругление углов впадины. Если не заполнять адрес R, скругление углов впадины равняется радиусом инструмента.

I: расстояние безопасности в направлении глубины в случае G19

J: расстояние безопасности в направлении глубины в случае G18

K: расстояние безопасности в направлении глубины в случае G17.

В зависимости от выбранной плоскости, по адресу I (G19), J (G18), или K (G17) следует задавать припуск безопасности в направлении инструмента в предложении. При запуске цикла управлением предполагается, что кончик инструмента находится на такое расстояние от поверхности заготовки. Во время фрезерования впадины, когда совершили один проход, на такое расстояние выдвигается инструмент, чтобы к совершению второго прохода встать в начальную точку.

D: адрес ячейки, содержащей коррекцию радиуса инструмента.

Номер регистра коррекции радиуса инструмента, использованного в программе, обязательно надо задавать по адресу D. Впрочем фрезерование впадины выполняется в состоянии G40.

E: ширина зубьев в процентах от диаметра фрезы

со знаком +: обработка против хода часовой стрелки

со знаком -: обработка по ходу часовой стрелки

По адресу E можно сообщить управлению две информации. Значением E задаётся, какая должна быть ширина зуба в процентах от диаметра фрезы. Если оно не задано, управлением автоматически предполагается +83%. Управление может изменить данные, заданные по адресу E в зависимости от ширины впадины так, чтобы для одного прохода величина глубины врезания была равномерной. Однако изменение может означать только уменьшение. Знак адреса E укажет направление фрезерования. Если E+, то есть положительный, обработка выполняется против хода часовой стрелки, если E-, то есть отрицательный, обработка выполняется по ходу часовой стрелки.

Q: глубина врезания

По адресу Q задаётся глубина врезания в применённой системе мер, то есть в мм-ах, или в дюймах. В интересах равномерного разделения глубины врезания, в зависимости от глубины впадины запрограммированное значение может быть пересмотрено управлением. Однако изменение может означать только уменьшение.

F: подача

По адресу F задаётся величина подачи, применённой во время цикла. Если адресу F не придавать значение, учитывается наследственное значение F. Значение F применяется 50%-ов в следующих случаях:

– При начале снятия одного прохода и в направлении инструмента просверлится до глубины Q,

– При продолжном фрезеровании впадины до тех пор, пока инструмент имеет загрузку с обеих сторон.

M S T: функция

В предложении вызова фрезерования впадины можно задавать одну функцию M, или S, T, выполняемую управлением до начала фрезерования.

Вырождённые случаи фрезерования впадины:

Если не задавалась ширина впадины, радиус углов впадины берутся вдвойне и это будет шириной впадины.

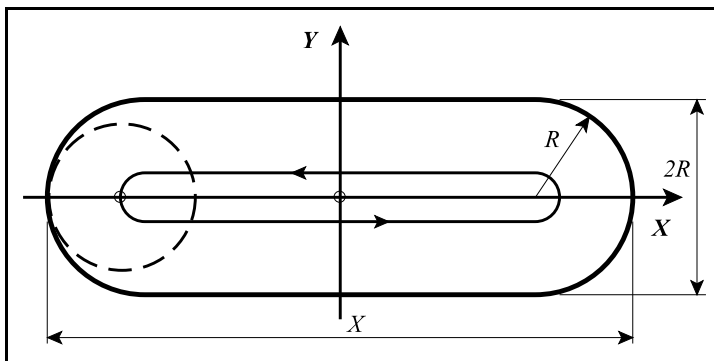


рисунок 22.18-2

Если не задавались ни ширина впадины, ни радиус скругления угла, за шириной впадины (паза) берётся диаметр применённого инструмента.

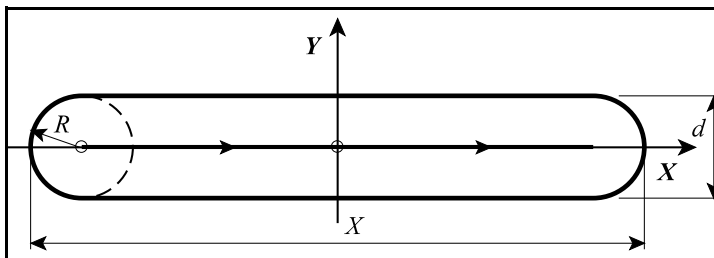


рисунок 22.18-3

Если не задавались ни длина, ни ширина впадины, запрограммирован только адрес R, тогда вырезается только круглая впадина с радиусом R.

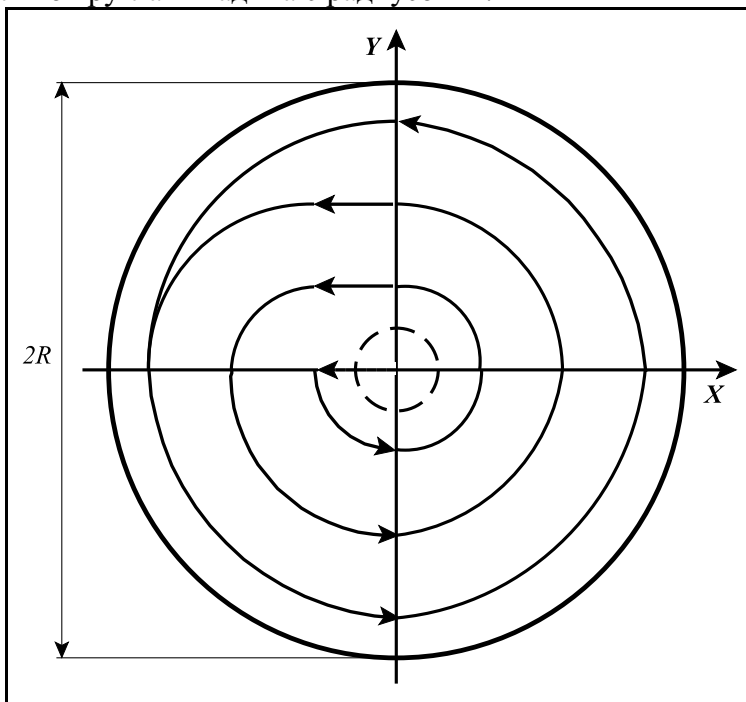


рисунок 22.18-4

Если не задавались ни длина, ни ширина, ни радиус, тогда цикл вырождается в сверление.

Сообщения об ошибке, возможные во время выполнения фрезерования впадины:

MACRO ERROR 1: ошибка заполнения предложения. Возможные причины:

- Не задана глубина впадины,
- Не задан радиус инструмента,
- Не задана глубина врезания.

MACRO ERROR 2: ошибка задания размера. Возможные причины:

- Если заданный размер для длины, или для ширины впадины меньше двойного радиуса впадины,
- Если размер длины, или ширины впадины меньше радиуса вызванного по адресу D инструмента,
- Если заданная для ширины зуба величина равна 0, или диаметр вызванного инструмента равен 0,
- Если значение глубины врезания равно 0, то есть по адресу Q запрограммирован 0.

Заметки

Алфавитный указатель:

,A.	156	HSHP.	41
,C.	154	IF.	224
,R.	154	LE.	223
/ адрес.	103	LOWERDEAD.	191, 192
#0.	209	LT.	223
#1 – #33.	210	M06.	99, 100
#100 - #199.	210	M99.	102
#10001–#13999.	213	MAXDIST.	42, 80
#1000–#1015.	211	MAXRATE.	191
#1032.	211	MEDADIFF.	68, 78
#1100–#1115.	212	MEDADIFFn.	78
#1132.	212	MULBUF.	41
#195.	205	NE.	223
#196.	205	PCLOS.	230
#197.	205	POPEN.	227
#198.	205	PROM.	232
#199.	205	ROUADIFF.	68, 80
#3000.	214	ROUADIFFn.	80
#3001.	214	RPOS.	191, 192
#3002.	214	RS232.	11
#3003.	214	SMOOTH.	80
#3004.	215	SMOOTHEN.	40-42
#3006.	215	THEN.	224
#3007.	215	UPPERDEAD.	191
#3901.	216	WHILE.	224
#3902.	216	адрес N.	103
#4001–#4130.	216	Адреса.	9
#4201–#4330.	216	Адреса в циклах сверления.	168
#500 - #599.	210	Анализ интерференции.	140
#5001 – #5108.	217	Арифметические операции и функции	219
#5201–#5328.	213	Аддитивные арифметические операции.	220
#5nn.	210	Изменение порядка выполнения операций.	223
BPRNT.	227	Мультипликационные арифметические операции.	220
CHOPAX.	191	Операции с одним операндом.	219
CHOPRATE.	191, 192	Порядок выполнения сложных арифметических операций.	222
CIRCADIFF.	72	Функции.	221
DO.	224	Безусловное разветвление.	223
DPRNT.	228	Бинарная выдача данных.	227
END.	224	Включение расчёта коррекции радиуса	117
EQ.	223		
FINADIFF.	68, 76		
FINADIFFn.	76		
GE.	223		
GOTO.	223, 224		
GT.	223		

Включенное состояние расчёта		Индексация шпинделя.....	96
коррекции радиуса.....	123	Инкрементная система.....	18
Возвращение из подпрограммы....	106	Интерполяция.....	12
Впередистоящие нули.....	45	ИС-А.....	18
ВСВТ.....	62	ИС-В.....	18
Вспомогательные функции.....	102	ИС-С.....	18
входная икрементная система.....	17	Исходная точка.....	167, 169
Выбор дюймовой системы мер.....	45	Канал DNC.....	11
Выбор метрической системы мер....	45	код D.....	108
Выбор плоскости.....	25, 28, 33, 37, 91, 167	код H.....	108
вызов подпрограммы.....	102, 105	код S.....	93
вызов подпрограммы по кодам А, В, С		код T.....	99
.....	205	код смены диапазона шпинделя....	100, 101
вызов подпрограммы по коду М. . .	204	код смены инструментов.....	101
вызов подпрограммы по коду S.....	205	коды А, В, С.....	102
вызов подпрограммы по коду Т.....	205	коды обращения охлаждающей водой	
Выключение расчёта коррекции		.....	101
радиуса инструмента.....	126	коды обращения со шпинделем....	101
высокоскоростное высокоточное		колоколообразной.....	53
слежения за траекторией.....	62	Команда присвоения значения.....	219
выходная икрементная система.....	18	Команда чисел оборотов шпинделя	
Главная программа.....	10, 103	.....	15, 93
Глобальные переменные.....	210	конец подпрограммы.....	102
Данные сверления.....	170	Конец программы.....	10, 101
Децимальная выдача данных.....	228	Коррекция по длине.....	15, 108
Задача абсолютных координат....	14, 43	Коррекция по износу.....	16
Задача координат (инкрементальная) с		Коррекция по радиусу.....	16, 108, 115
приращением.....	14, 43	линейного ускорения.....	52
Задача прямой углом направления		Локальная система координат.....	90
.....	156	локальные переменные.....	207, 210
задачи данных в полярных координатах		Макровызов из каждого предложения	
.....	43	.....	202
Закрытие периферии.....	230	макровызов по коду G.....	203
Замедление при углах с учётом		макровызов по коду М.....	204
изменения составляющих подачи по		Макровызов после каждой команды	
о.....	58	движения.....	201
Замедление при углах с учётом		Масштабирование.....	150
изменения угла направления траекто		наблюдение за колебанием чисел	
.....	57	оборотов шпинделя.....	96
запрограммированный стоп.....	101	Название осей.....	17
Изменение направления в расчёте		Название программы.....	10
коррекции радиуса.....	129	Назначение оси для расчёта постоянной	
измерение длины инструмента.....	195	скорости резания.....	95
Измерение с удалением остаточного		Наибольший задаваемый размер....	18
хода.....	193	Наименьший задаваемый размер....	18
Измерительные функции.....	193	Наследственные функции.....	14

- Начало программы. [10](#)
Начальная точка. [169](#)
Ненаследственные (разовые) функции
. [15](#)
новая система координат. [89](#)
Номер инструмента. [15, 99](#)
Номер предложений. [103](#)
Номер программы. [10](#)
Обращение переворотом вращающихся
осей. [46](#)
Ограничение рабочего пространства
. [197](#)
Ожидание. [81, 171](#)
описание циклов сверления. [173](#)
Организация цикла. [224](#)
Ориентацией шпинделя. [95](#)
Ориентированная остановка шпинделя
. [95](#)
Открытие периферии. [227](#)
Отражение. [151](#)
Отход от контура. [126](#)
ошибки
1020 ОШИБКА ПОЗИЦИИ. [23, 54](#)
130n ЗАПРЕЩЁННАЯ ЗОНА t+. [198](#)
132n ЗАПРЕЩЁННАЯ ЗОНА t-. [198](#)
1400 ЗАПРЕЩЁННАЯ ИЗНУТРИ
ЗОНА. [198](#)
3000 ЗЕРК. ОТРАЖЕНИЕ В G51, G68
. [151](#)
3001 ПРЕДЕЛ ЗНАЧЕНИЯ X,Y,...F
. [110](#)
3005 ЗАПРЕЩЁН. G КОД. [22, 202,](#)
[203](#)
3008 НЕПРАВИЛЬНЫЙ G45...G48
. [114](#)
3010 СМЕНА ПЛОСК. ПОД G41, G42
. [115](#)
3011 ОШИБКА РАЗНИЦЫ
РАДИУСА. [27](#)
3012 ОШИБКА ЗАДАЧИ ОКРУЖН.
R. [27](#)
3014 ОШИБКА ЗАДАЧИ
ОКРУЖНОСТИ. [27](#)
3017 ,C И ,R В ОДНОМ ПРЕДЛОЖ
. [155](#)
3020 ОШИБКА ЗАДАЧИ G33, G34
. [31](#)
3022 ДЕЛЕНИЕ НА 0 В G33. [31](#)
3032 ПРОТИВОРЕЧИВЫЕ КОДЫ M
. [101](#)
3036 ПРЕДЛОЖ. G39 В G40. [132](#)
3039 ПРЕДЛОЖ. G38 В G40. [131](#)
3040 G38 НЕ В G0, G1. [131](#)
3041 ПОСЛЕ G2, G3 НЕЛЕГ. ПРЕДЛ
. [135](#)
3042 G40 В G2, G3. [126](#)
3043 G41, G42 В G2, G3. [117](#)
3046 НЕТ ТОЧКИ ПЕРЕСЕС G41,
G42. [123](#)
3047 НЕЛЬЗЯ ПЕРЕКЛЮЧИТЬ. [130](#)
3048 ОШИБКА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ
. [140, 141, 143, 144](#)
3051 G22, G28, ... G31, G37... [193, 195](#)
3052 ОШИБКА В G76, G87. [175, 180](#)
3053 НЕТ ОСН. ТОЧКИ ИЛИ R
ТОЧКИ. [169](#)
3054 G31 В ПЛОХОМ СОСТОЯНИИ
. [194](#)
3055 G37 В ПЛОХОМ СОСТОЯНИИ
. [195](#)
3056 ПРЕДЕЛ. [199](#)
3057 ЗАПРЕЩЁННОЕ ПОЛЕ. [199](#)
3058 НЕ В DNC. [11](#)
3064 МАКРОВЫРАЖЕН. ОШИБКА
. [201, 203, 223, 224](#)
3069 ПРЕВЫШЕНИЕ УРОВНЯ.. [105](#)
3070 НЕ СУЩ. НОМЕР ПРЕДЛ. P, Q
. [106, 223](#)
3071 ОТСУТСТВУЕТ ИЛИ ОШИБКА
P. [105](#)
3072 ОШИБКА ЗАДАНИЯ L,. [105](#)
3073 НЕ СУЩ. НОМЕР
ПРОГРАММЫ. [105](#)
3081 ОШИБКА ЗАДАНИЯ ,C ,R
. [155](#)
3084 ,C ,R СЛЫШК. ВЕЛ. ИЛИ ЗАПР
. [155](#)
3091 ОШИБКА ОПЕРАЦИИ C #
. [220, 224](#)
3092 ДЕЛЕНИЕ НА 0 #. [220, 221](#)
3103 ВЫХОД ИЗ ДИАПАЗОНА. [195](#)
параметры
A.ROTARY. [46](#)
A(9030). [205](#)

ABSHORT_A.....	47	FGMAC.....	203-206
ABSHORT_B.....	47	FINACCLEV.....	71, 75
ABSHORT_C.....	47	FINACCTC.....	66, 75
ACCDIST.....	56	FINACCTCn.....	75
ACCn.....	52, 53, 60	FINACCUR.....	64, 75
ACCTCn.....	53	FINFDIF.....	66, 76
ADD.....	195	FINFDIFn.....	76
ALADIST.....	195	FINFFORW.....	65, 76
ANG.ACCU.....	149	FINFFORWn.....	76
ANGLAL.....	140, 144	FINISH.....	63, 74
AREA2.....	74	FINLEVEL.....	75
AREA3.....	74	FINNORMACC.....	69, 76
AREA4.....	74	FINNORMACCn.....	76
AXIS.....	95, 213	FINTANACC.....	66, 75
B.ROTARY.....	46	FINTANACCn.....	75
B(9031).....	205	FLUCT%.....	97
BKNOINT.....	142	FLUCTW.....	97
C.ROTARY.....	46	G(901n).....	203
C(9032).....	205	G31FD.....	193
CDEN.....	57, 58, 71	G37FD.....	195
CDIRS1.....	96	GAP.....	143
CHBFMOVE.....	199	GEO.....	59, 69, 72
CIRCFMIN.....	60, 72	HELICALF.....	30
CIRCOVER.....	56	HSHP.....	62, 71
CLEG83.....	171, 178	HSHPCONTR.....	73
CODES.....	23, 25, 43, 50, 92, 111	I_LINE.....	211
CORNANGL.....	55	INDEX_C1.....	96
CORNCONTROL.....	71	INDEX1.....	96, 180
CORNOVER.....	56	INPOS.....	23
CRITFDIF.....	73	INTERFER.....	140
CRITFDIFn.....	58, 73	LIMN2n.....	197
CRITCAN.....	57, 72	LIMP2n.....	197
CTSURFSP.....	94	LOADOVERR.....	74
CUTTING2.....	214	M(900n).....	204
DECDIST.....	56	M(902n).....	204
DELTV.....	139	M_NUMB1.....	96
DOMCONST.....	147	MD8.....	232
EXTER.....	197	MD9.....	232
FDFORWEN.....	65, 73	MEDACCLEV.....	71, 77
FDFORWRAP.....	65, 73	MEDACCTC.....	66, 77
FEED.....	50	MEDACCTCn.....	77
FEEDCORN.....	57, 72	MEDACCUR.....	64, 77
FEEDDIF.....	57, 58, 71	MEDFDIF.....	66, 78
FEEDHIGH.....	70, 74	MEDFDIFn.....	78
FEEDLIM.....	73	MEDFFORW.....	65, 78
FEEDLOW.....	69, 73	MEDFFORWn.....	78
FEEDMAX.....	31, 35, 70	MEDIUM.....	63, 74

MEDLEVEL.	77	SECOND.	81
MEDNORMACC.	69, 78	SELECT.	63, 74
MEDNORMACCn.	78	SERIAL.	230
MEDTANACC.	66, 77	SKIPF.	193
MEDTANACCn.	77	STRKEN.	197
MODGEQU.	203	T(9034).	205
MULBUF.	21, 54, 61	TAPDWELL.	174, 179
NOFEEDR.	70, 73	TIME.	97
O_LINE.	212	TOOLRAD.	110
ORIENT1.	95, 175, 185, 186	WRPROT.	210
POSCHECK.	23	ZAXOVEN.	73
PRNT.	228	Переход внутри главной программы	
PRTCNTM.	101, 216	. . . . .	107
PRTREQRD.	216	плоскость индексации.	167
PRTTOTAL.	216	Поворот системы координат.	149
RADDIF.	27	Подача.	12, 49
RAPDIST.	195	подача в минуту.	50
RAPIDS1.	96	подача за оборот.	50
RAPOVER.	49	Подготовительные функции (G коды)	
REFPOS.	83	. . . . .	12, 19
RELROUND_A.	48	G00.	23
RELROUND_B.	48	G01.	23
RELROUND_C.	48	G02.	25
RETG73.	171, 173	G03.	25
ROLLAMNT_A.	47	G04.	81
ROLLAMNT_B.	47	G05.1 P.	61
ROLLAMNT_C.	47	G05.1 Q.	62
ROLLOVEN_A.	46	G05.1 Q1 R.	63
ROLLOVEN_B.	46	G07.1 Q.	37
ROLLOVEN_C.	46	G09.	54
ROUACCLEV.	71, 79	G10.	88, 109
ROUACCTC.	66, 79	G12.1.	33
ROUACCTCn.	79	G15.	43
ROUACCUR.	64, 79	G16.	43
ROUFDIF.	66, 80	G17, G18, G19.	91
ROUFDIFn.	80	G20.	45
ROUFFORW.	65, 80	G21.	45
ROUFFORWn.	80	G22.	197
ROUGH.	63, 74	G23.	197
ROULEVEL.	79	G25.	96
ROUNORMACC.	69, 80	G26.	96
ROUNORMACCn.	80	G28.	82
ROUTANACC.	66, 79	G29.	83
ROUTANACCn.	79	G30.	83
S(9033).	205	G31.	193
SBSTM.	231	G33.	30
SCERR.	97	G37.	195

G38.	131	G97.	94
G39.	132	G98.	168
G40.	116, 146	G99.	168
G41.	116, 146	подпрограмма.	10, 103
G42.	116, 146	Позиция отверстия.	169
G43.	110	Последующие за десятичным знаком нули.	45
G44.	110	Предложение.	10
G45...G48.	112	Проблемы помех слежения контура	140
G49.	111	.....	140
G50.	150	Программирование сохранения вектора	131
G50.1.	151	.....	131
G51.	150	Программирование угловой дуги.	132
G51.1.	151	Простой макровывоз.	200
G52.	90	Пустые переменные.	209
G53.	86	расчёт постоянной скорости резания	94
G54...G59.	87	.....	94
G61.	54	режим непрерывного резания.	55
G62.	55	режим процентного включателя и стоп запрета.	55
G63.	55	режим точной остановки.	54
G64.	55	Референтная точка.	13, 82
G65.	200	сверлильный шпиндель.	167
G66.	201	Система координат.	13, 85
G66.1.	202	Система координат станка.	85
G67.	201	Система мер и икремента осей.	17
G68.	149	Системные переменные.	211
G69.	149	системы координат заготовки.	87
G73.	173	Скругление.	154
G74.	174	Слово.	9
G76.	175	Смешанные функции.	15, 101
G80.	176	Смешанные функции (коды M).	101
G81.	176	M00.	101
G82.	177	M01.	101
G83.	178	M02, M30.	101
G84.	179	M03, M04, M05, M19.	101
G84.2.	182	M06.	101
G84.3.	182	M07, M08, M09.	101
G85.	183	M11, ..., M18.	101
G86.	184	M98.	102, 105
G87.	185, 186	M99.	102, 106, 107
G88.	187	Смещение инструмента.	112
G89.	188	Смещение после ориентировки шпинделя.	169
G90.	43	Степень точности.	63
G91.	43	Точка R.	167
G92.	89, 94	Точка пересечения двух окружностей	
G94.	50		
G95.	50		
G96.	94		

.....	164
Точка пересечения двух прямых...	158
Точка пересечения окружности и прямой.....	162
Точка пересечения прямой и окружности	160
точка приближения.	167
точная остановка.....	54
Трёхмерная коррекция инструмента	146
уменьшение подачи при внутренних дугах.....	56
уменьшение подачи при внутренних углах.....	55
Управляемые оси.	17
уровень локальных переменных...	207
Ускорение/замедление.....	52
Условная команда.....	224
Условное разветвление.	224
Условные выражения.....	223
Условный пропуск предложения. . .	103
условный стоп.....	101
Установка на контур.....	117
фаска.	154
Формат программы.....	10
Функции безопасности.....	197
Ход по контуру.....	123
Цикл фрезерования впадины.....	232
Циклы сверления.	167
Цифровое изображение переменных	209
Число осей.....	17
Число повторения: L.	105 , 171

