



Основы программирования

1

Код G таблица

2

Команды для привода  
(подачи)

3

SINUMERIK

Команды перемещения

4

SINUMERIK 808D

Дополнительные функции

5

Фрезерование Часть 3:

Программирование (ISO диалект)

Справочник по программированию и работе

Предназначено для:  
SINUMERIK 808D Фрезерование (версия программного  
обеспечения: V4.4.2)

Целевая Аудитория:  
Конечные пользователи и инженеры по эксплуатации

12/2012

6FC5398-4DP10-0PA0

## Правовая справочная информация

### Система предупреждений

Данная инструкция содержит указания, которые Вы должны соблюдать для Вашей личной безопасности и для предотвращения материального ущерба. Указания по Вашей личной безопасности выделены предупреждающим треугольником, общие указания по предотвращению материального ущерба не имеют этого треугольника. В зависимости от степени опасности, предупреждающие указания представляются в убывающей последовательности следующим образом:

#### ОПАСНОСТЬ

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности **приводит** к смерти или получению тяжелых телесных повреждений.

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности **может** привести к смерти или получению тяжелых телесных повреждений.

#### ВНИМАНИЕ

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к получению незначительных телесных повреждений.

#### ЗАМЕТКА

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к материальному ущербу.

При возникновении нескольких степеней опасности всегда используется предупреждающее указание, относящееся к наивысшей степени. Если в предупреждении с предупреждающим треугольником речь идет о предупреждении ущерба, причиняемому людям, то в этом же предупреждении дополнительно могут иметься указания о предупреждении материального ущерба.

### Квалифицированный персонал

Работать с изделием или системой, описываемой в данной документации, должен только **квалифицированный персонал**, допущенный для выполнения поставленных задач и соблюдающий соответствующие указания документации, в частности, указания и предупреждения по технике безопасности. Квалифицированный персонал в силу своих знаний и опыта в состоянии распознать риски при обращении с данными изделиями или системами и избежать возникающих угроз.

### Использование изделий Siemens по назначению

Соблюдайте следующее:

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Изделия Siemens разрешается использовать только для целей, указанных в каталоге и в соответствующей технической документации. Если предполагается использовать изделия и компоненты других производителей, то обязательным является получение рекомендации и/или разрешения на это от фирмы Siemens. Исходными условиями для безупречной и надежной работы изделий являются надлежащая транспортировка, хранение, размещение, монтаж, оснащение, ввод в эксплуатацию, обслуживание и поддержание в исправном состоянии. Необходимо соблюдать допустимые условия окружающей среды. Обязательно учитывайте указания в соответствующей документации.

### Товарные знаки

Все наименования, обозначенные символом защищенных авторских прав ®, являются зарегистрированными товарными знаками компании Siemens AG. Другие наименования в данной документации могут быть товарные знаки, использование которых третьими лицами для их целей могут нарушать права владельцев.

### Исключение ответственности

Мы проверили содержимое документации на соответствие с описанным аппаратным и программным обеспечением. Тем не менее, отклонения не могут быть исключены, в связи с чем мы не гарантируем полное соответствие. Данные в этой документации регулярно проверяются и соответствующие корректуры вносятся в последующие издания.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Основы программирования.....</b>	<b>7</b>
1.1	Вводный комментарий .....	7
1.1.1	Режим Сименс .....	7
1.1.2	Режим диалект ISO .....	7
1.1.3	Переключение между режимами .....	8
1.1.4	Отображение кода G.....	9
1.1.5	Максимальное количество осевых идентификаторов .....	9
1.1.6	Программирование десятичной точки .....	9
1.1.7	Комментарии .....	11
1.1.8	Пропуск кадра.....	11
1.2	Необходимые условия для механизма подачи .....	12
1.2.1	Ускоренная подача.....	12
1.2.2	Траектория подачи (функция F).....	12
1.2.3	Линейная подача (G94) .....	14
1.2.4	Подача с обратнозависимой выдержкой времени (G93) .....	14
1.2.5	Оборотная скорость подачи (G95).....	14
<b>2</b>	<b>Код G таблица.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Команды для привода (подачи) .....</b>	<b>19</b>
3.1	Команды интерполяции .....	19
3.1.1	Форсированная продольная подача (G00) .....	19
3.1.2	Линейная интерполяция (G01).....	21
3.1.3	Круговая интерполяция (G02, G03) .....	22
3.1.4	Программирование определения контура и ввод диагональных сопряжений (фасок, скосов) и радиусов .....	25
3.1.5	Винтовая интерполяция (G02, G03) .....	27
3.2	Возврат в нуль станка с помощью функций G .....	28
3.2.1	Возврат в нуль станка с промежуточной точкой (G28) .....	28
3.2.2	Проверка исходного положения (G27) .....	30
3.2.3	Возврат в нуль станка с выбором промежуточной точкой (G30) .....	30
<b>4</b>	<b>Команды перемещения .....</b>	<b>31</b>
4.1	Система координат .....	31
4.1.1	Система координат станка (G53).....	32
4.1.2	Система координат заготовки (G92).....	32
4.1.3	Перенастройка (возврат в исходное положение) системы координат инструмента (G92.1) .....	33
4.1.4	Выбор системы координат заготовки .....	33
4.1.5	Запись рабочего смещения/смещений инструмента (G10) .....	34
4.1.6	Локальная система координат (G52).....	36
4.1.7	Выбор плоскости (G17, G18, G19) .....	37
4.1.8	Параллельные оси (G17, G18, G19) .....	38
4.1.9	Поворот системы координат (G68, G69) .....	38
4.1.10	3D поворот G68/G69 .....	40

4.2	Определение режимов ввода для значений координат .....	41
4.2.1	"Измерение перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе" (G90, G91) .....	41
4.2.2	Ввод в дюйм/метр (G20, G21) .....	42
4.2.3	Масштабирование (G50, G51) .....	43
4.2.4	Программируемое зеркальное отображение (G50.1, G51.1) .....	46
4.3	Команды, регулируемые по времени .....	48
4.4	Функции коррекции на инструмент .....	48
4.4.1	Память данных коррекции на инструмент .....	48
4.4.2	Коррекция на длину инструмента (G43, G44, G49) .....	49
4.4.3	Коррекция на радиус вершины резца (G40, G41, G42) .....	51
4.4.4	Обнаружение столкновений .....	55
4.5	S-, T-, M- и В функции .....	58
4.5.1	Функция шпинделя (функция S) .....	58
4.5.2	Функция инструмента (резца) .....	58
4.5.3	Дополнительная функция (функция M) .....	58
4.5.4	Функции M управления шпинделя .....	60
4.5.5	Функции M для вызова подпрограммы .....	60
4.5.6	Макро вызов через функцию M .....	61
4.5.7	Функции M .....	62
4.6	Управление скоростью подачи .....	63
4.6.1	Система сжатия данных в режиме диалект ISO .....	63
4.6.2	Точный останов (G09, G61), режим контурной обработки (g64), нарезание резьбы (G63) .....	64
5	<b>Дополнительные функции .....</b>	<b>65</b>
5.1	Программа поддержки функций .....	65
5.1.1	Фиксированный цикл сверления .....	65
5.1.2	Цикл высокоскоростного сверления глубоких отверстий с измельчением стружки (G73) .....	70
5.1.3	Цикл чистового сверления (G76) .....	72
5.1.4	Цикл сверления отверстий, расточка (G81) .....	74
5.1.5	Цикл зенкования по цилиндуру (G82) .....	76
5.1.6	Цикл сверления глубоких отверстий с удалением стружки (G83) .....	77
5.1.7	Цикл расточки (G85) .....	80
5.1.8	Цикл расточки (G86) .....	82
5.1.9	Цикл расточки - обратное коническое зенкование (G87) .....	84
5.1.10	Цикл расточки (G89) .....	87
5.1.11	Цикл "Сверление правой резьбы без патрона с коррекцией "(G84) .....	89
5.1.12	Цикл "Сверление левой резьбы без патрона с коррекцией "(G74) .....	91
5.1.13	цикл нарезания левой или правой резьбы (G84/G74) .....	94
5.1.14	; Отмена фиксированного цикла (G80) .....	96
5.1.15	Пример программирования с коррекцией на длину инструмента и фиксированными циклами .....	96
5.2	Ввод программируемых данных (G10) .....	98
5.2.1	Изменение значения коррекции на инструмент .....	98
5.2.2	Функция M для вызова подпрограммы (M98, M99) .....	99
5.3	Восьмизначный номер программы .....	100
5.4	Полярные координаты (G15, G16) .....	102

5.5	Функции измерения .....	103
5.5.1	Быстрый отвод (подъем) с помощью G10.6 .....	103
5.5.2	Измерение с помощью "отмены заданного перемещения" (G31) .....	104
5.5.3	Измерение с помощью G31, P1 - P4 .....	106
5.5.4	Прерывание программы с помощью M96, M97 .....	107
5.5.5	Функция "Контроль ресурса стойкости инструмента" .....	109
5.6	Макропрограммы .....	109
5.6.1	Отличия подпрограмм .....	109
5.6.2	Вызов макропрограммы (G65, G66, G67) .....	109
5.6.3	Макро вызов через функцию M .....	117
5.7	Специальные функции .....	120
5.7.1	Повторение контура (G72.1, G72.2) .....	120
5.7.2	Режимы переключения для пробного прогона и уровней пропусков кадров .....	123
<b>Индекс .....</b>		<b>125</b>

## *Содержание*

---

# Основы программирования

## 1.1 Вводный комментарий

### 1.1.1 Режим Сименс

Следующие условия действительны для режима Сименс:

- По умолчанию можно определить команду G для каждого канала с помощью технических характеристик станка 20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES.
- В режиме Сименс нельзя запрограммировать команды языка в диалект ISO.

### 1.1.2 Режим диалект ISO

Следующие условия действительны для активного режима диалект ISO:

- Режим ISO-диалекта можно прописать в настройках управляющей системы станка как настройку по умолчанию. Управляющая система в последствии перезагружается по умолчанию в режиме диалект ISO.
- Можно запрограммировать только функцию G в диалект-ISO; в режиме ISO не возможно программирование функций G Сименс.
- Совмещение ISO диалекта и языка Сименс в одном кадре управляющей программы не представляется возможным.
- Переключение между ISO Диалект M и ISO диалект T при помощи команды G не представляется возможным.
  - Можно вызвать подпрограммы, запрограммированные в режиме Сименс.
  - Если функции Сименс не должны использоваться, можно переключиться на режим Сименс.

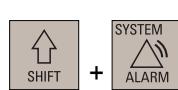
### 1.1.3 Переключение между режимами

SINUMERIK 808D поддерживает следующих два языка программирования:

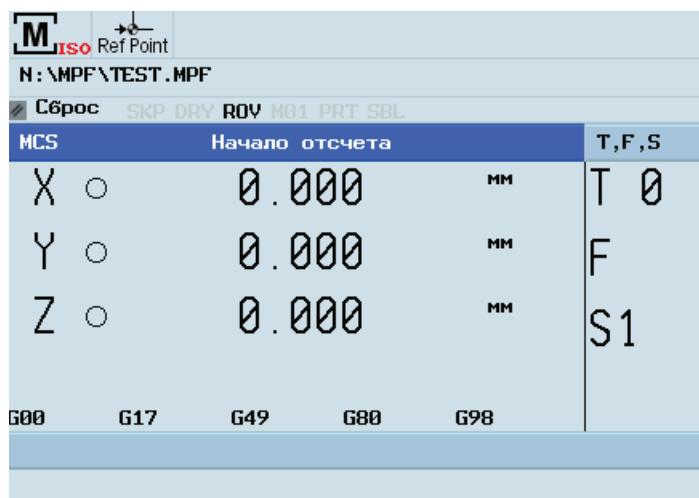
- Режим языка Siemens
- Режим диалект ISO

Помните, что переход в другой режим не влияет на активный инструмент, смещения инструмента и смещения детали.

#### Порядок действий



1. Выберите нужный рабочий диапазон и откройте его главное окно.



2. Нажмите указанную функциональную клавишу на вертикальной панели инструментов. Система управления автоматически переходит из режима Siemens на режим диалекта ISO. После изменения режима "ISO" отображается в левом верхнем углу дисплея.

Для возврата из режима ISO в режим Siemens нажмите еще раз эту же функциональную клавишу.

### 1.1.4 Отображение кода G

Код G отображается на том же языке (Сименс или диалект ISO), как соответствующий текущий кадр. Если отображение кадров отменяется с помощью DISPLOF, коды G продолжают отображаться на языке, в котором отображается активный кадр.

#### Пример

Функции G режима диалект ISO используются для вызова стандартных циклов Сименс. Для этого, DISPLOF программируется в начале соответствующего цикла; таким образом, функции G, которые запрограммированы на языке диалект ISO, продолжают отображаться.

```
PROC CYCLE328 SAVE DISPLOF
N10 ...
...
N99 RET
```

#### Порядок действий

Рабочие оболочки циклов Сименс вызываются с помощью главных программ. Режим Сименс выбирается автоматически с помощью вызова рабочей оболочки цикла.

При DISPLOF отображение кадра замораживается на вызове цикла; дисплей кода G продолжается в режиме ISO.

Коды G, которые изменились в оболочке цикла, сбрасываются в исходное положение в конце цикла и имеют атрибут "SAVE".

### 1.1.5 Максимальное количество осевых идентификаторов

Максимальное количество осей в режиме диалект ISO - 9. Все другие оси обозначаются буквами A, B, C, U, V и W.

### 1.1.6 Программирование десятичной точки

В режиме диалект ISO есть два обозначения для анализа запрограммированных значений без десятичной точки:

- **Система обозначения как в карманном калькуляторе:**

Значения без десятичной точки интерпретируются как миллиметры, дюймы или градусы.

- **Стандартная система обозначений:**

Значения без десятичной точки умножаются на коэффициент преобразования.

Установка выполняется с помощью MD10884 \$MN\_EXTERN\_FLOATINGPOINT\_PROG.

Есть два разных коэффициента преобразования, IS-B и IS-C. Эти данные весовой обработки относятся к адресам X Y Z U V W A B C I J K Q R и F.

Установка выполняется с помощью MD10886 EXTERN\_INCREMENT\_SYSTEM.

Пример:

Линейная ось в мм (линейное перемещение):

- X 100.5

соответствует значению с десятичной точкой: 100,5 мм

- X 1000

А Система обозначения как в карманном калькуляторе: 1000 мм

В Стандартная система обозначений:

IS-B:  $1000 * 0.001 = 1$  мм

IS-C:  $1000 * 0,0001 = 0,1$  мм

## Фрезерование в режиме диалект ISO

Таблица 1- 1 Разные коэффициенты преобразования для IS-B и IS-C

Адрес	Кадр	IS-B	IS-C
Линейная ось	мм дюйм	0,001 0,0001	0,0001 0,00001
Ось поворота	Градус	0,001	0,0001
F Механизм подачи G94 (мм/дюйм в минуту)	мм дюйм	1 0,01	1 0,01
F Механизм подачи G95 (мм/дюйм на поворот)	мм дюйм	0,01 0,0001	0,01 0,0001
Шаг резьбы F	мм дюйм	0,01 0,0001	0,01 0,0001
C Диагональное сопряжение (фаска)	мм дюйм	0,001 0,0001	0,0001 0,00001
Радиус R, поправка инструмента G10	мм дюйм	0,001 0,0001	0,0001 0,00001
Q	мм дюйм	0,001 0,0001	0,0001 0,00001
IPO-параметры I, J, K	мм дюйм	0,001 0,0001	0,0001 0,00001
G04 X или U	s	0,001	0,001
Задание контура угла A	Градус	0,001	0,0001
Цикл нарезания резьбы метчиком G74, G84 \$MC_EXTERN_FUNCTION_MASK Бит8 = 0 F подача как при G94, G95 Бит8 = 1 F как шаг резьбы			

### 1.1.7      Комментарии

В режиме диалект ISO скобки интерпретируются как знак комментария. В режиме Сименс скобки "," интерпретируются как комментарий. Для упрощения "," также понимается как комментарий в режиме диалект ISO.

Если используется первый знак "(" в комментарии снова, комментарий заканчивается, только когда все скобки закрываются снова.

Пример:

```
N5 (комментарий) X100 Y100  
N10 (комментарий (комментарий)) X100 Y100  
N15 (комментарий (комментарий) X100) Y100
```

X100 Y100 выполняются в кадре N5 и N10, и только Y100 - в кадре N15, т.к. первая скобка закрывается только после X100. Все до этой точки интерпретируется как комментарий.

### 1.1.8      Пропуск кадра

Символ пропуска или сброса кадра "/" можно использовать в любом удобном положении в кадре, т.е. даже в середине кадра. Если запрограммированный уровень пропуска кадра активирован на данных компиляции, кадр не компилируется от этой точки до конца кадра. Запрограммированный уровень пропуска кадра имеет тот же эффект, что окончание кадра.

Пример:

```
N5 G00 X100. /3 YY100 --> Alarm 12080 "Syntax error"  
N5 G00 X100. /3 YY100 --> нет аварийного сигнала, если уровень пропуска кадра 3 активен.
```

Знак пропуска кадра в комментарии не интерпретируется как знак пропуска кадра.

Пример:

```
N5 G00 X100. ( /3 Часть 1 ) Y100  
; ось Y перемещается, даже если уровень 3 пропуска кадра является активным
```

Можно активировать уровни /от1 до 9/ пропуска кадра. Значения пропуска кадра <1 and >9 дает аварийный сигнал 14060 "недопустимый уровень пропуска для дифференциальный пропуск кадра".

Функция предназначена для существующих уровней пропусков Сименс. В отличии от исходного диалект ISO "/" и "/1" являются отдельными уровнями пропуска, которые можно активировать отдельно.

---

#### Примечание

"0" в "/0" можно опустить.

---

## 1.2

## Необходимые условия для механизма подачи

Следующий раздел описывает функции механизма подачи, с помощью которых задается скорость подачи рабочего режущего инструмента (путь за минуту или оборот).

### 1.2.1

### Ускоренная подача

Ускоренное перемещение используется для позиционирования (G00), а также для ручного перемещения при ускоренной подаче (JOG). При形成的 продольной подачи каждая ось перемещается с быстрой скоростью, установленной для каждой оси. Скорость быстрого перемещения задается производителем станка и его техническими характеристиками для каждой отдельной оси. Т.к. эти скорости не зависят друг от друга, каждая ось попадает в заданную координату в разное время. Следовательно, полученная траектория инструмента в основном является не прямой линией.

### 1.2.2

### Траектория подачи (функция F)

---

#### Примечание

Если не указано иначе, всегда используется единица измерения "мм/мин" для ускоренной подачи режущего инструмента в данной документации.

Подача, с которой должен перемещаться инструмент в случае линейной (G01) или круговой интерполяции (G02, G03), программируется с адресным символом "F".

Подача режущего инструмента в "мм/мин" задается после адресного символа "F".

Допустимый диапазон значений F T указан в документации производителя станка.

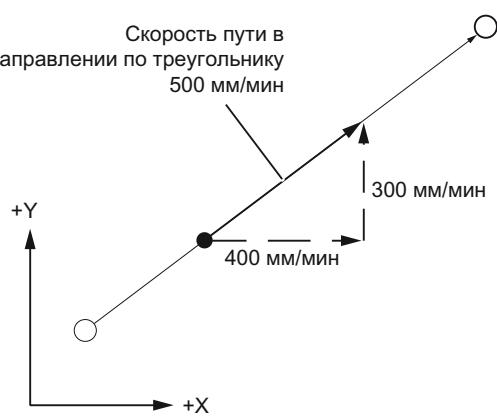
Возможно, подача ограничивается системой автоматического регулирования и механической системой в направлении вверх. Максимальная подача устанавливается в технических характеристиках станка и ограничивается значением, указанным здесь до перехода за заданную позицию.

Путевая подача в основном состоит из отдельных скоростных компонентов всех геометрических осей, участвующих в перемещении, и относится к острию центра (смотри следующие два рисунка).

Пример программирования следующей программы:

G91 (Измерения перемещений (рабочих органов) в относительной системе)  
G01 X40. Y30. F500.

Скорость пути в  
направлении по треугольнику  
500 мм/мин

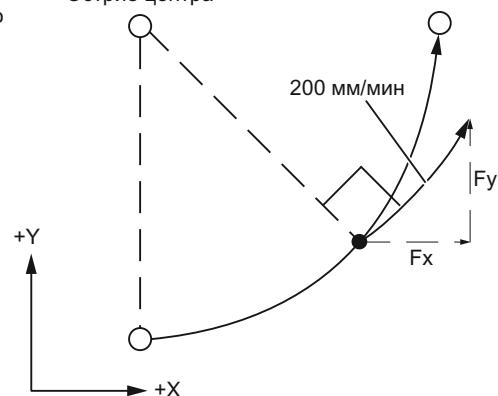


Изображение 1-1      Линейная интерполяция с двумя осями

Пример программирования следующей программы:

G91 (Измерения перемещений (рабочих органов) в относительной системе)  
G03 X... Y... I... F200;

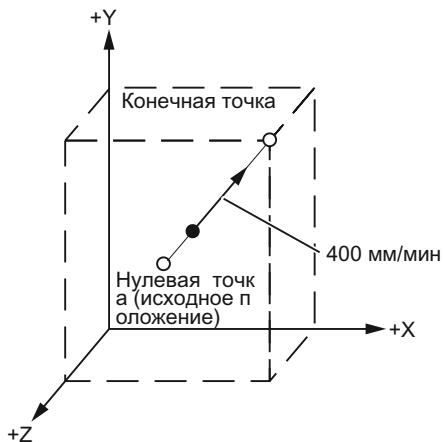
Острие центра



Изображение 1-2      Круговая интерполяция с 2 осями

В интерполяции 3D подача полученных прямых линий, запрограммированных с помощью F, обеспечивается в пространстве.

Пример программирования  
следующей программы:  
G01 X... Y... Z... F400



Изображение 1-3 Подача при 3D интерполяции

#### Примечание

Если запрограммировано "F0" , а функция "Fixed feedrates" (фиксированная скорость подачи) не активирована в кадре, то получаем аварийный сигнал 14800  
"Запрограммированная скорость перемещения по траектории меньше или равна нулю".

### 1.2.3 Линейная подача (G94)

По определению G94 подача, указанная после адресного символа F, считается в мм/мин, дюйм/мин или градус/мин.

### 1.2.4 Подача с обратнозависимой выдержкой времени (G93)

По определению G93 подача, указанная после адресного символа F, выполняется за кадр 1/мин. G93 - это модальная эффективная функция G.

#### Пример

N10 G93 G1 X100 F2 ;

т.е. запрограммированный путь проходится за половину минуты.

### 1.2.5 Оборотная скорость подачи (G95)

При вводе G95 подача выполняется в единицах измерения мм/оборот или дюйм/оборот по отношению к главному шпинделю.

#### Примечание

Все команды модальные. Если команда подачи G переключается между G93, G94 или G95, путевую подачу следует перепрограммировать. Подачу можно также измерять в градус/оборот для обработки с угловой ориентацией.

# Код G таблица

Таблица 2- 1 Код G таблица - фрезерование

Код G	Описание
<b>Группа 1</b>	
G00 <sup>1)</sup> 1	Ускоренная подача
G01 2	Линейное перемещение
G02 3	Цикл/виток в направлении по часовой стрелке
G03 4	Цикл/виток в направлении против часовой стрелки
<b>Группа 2</b>	
G17 <sup>1)</sup> 1	Плоскость XY
G18 2	Плоскость ZX
G19 3	Плоскость YZ
<b>Группа 3</b>	
G90 <sup>1)</sup> 1	Программирование в абсолютных координатах
G91 2	Программирование (перемещений) в приращениях; относительное программирование
<b>Группа 5</b>	
G93 3	Подача с обратнозависимой выдержкой времени (1/мин)
G94 <sup>1)</sup> 1	Скорость подачи в [мм/мин, дюйм/мин]
G95 2	Оборотная подача в [мм/оборот, дюйм/оборот]
<b>Группа 6</b>	
G20 <sup>1)</sup> 1	Система ввода в дюймах
G21 2	Метрическая система ввода
<b>Группа 7</b>	
G40 <sup>1)</sup> 1	Отмена коррекции на радиус режущего инструмента
G41 2	Коррекция слева от контура
G42 3	Коррекция справа от контура
<b>Группа 8</b>	
G43 1	Положительная коррекция на длину инструмента на
G44 2	Отрицательная коррекция на длину инструмента на
G49 <sup>1)</sup> 3	Коррекция на длину инструмента отключена
<b>Группа 9</b>	
G73 1	Цикл высокоскоростного сверления глубоких отверстий с измельчением стружки
G74 2	Цикл нарезания резьбы метчиком слева
G76 3	Цикл чистового сверления
G80 <sup>1)</sup> 4	Отключение цикла

Код G	Описание	
G81 5	Цикл сверления с цилиндрическое зенкование, растачивание, подрезка торцов	
G82 6	Цикл зенкования по цилиндуру	
G83 7	Цикл сверления глубоких отверстий с удалением стружки	
G84 8	Цикл нарезания резьбы метчиком справа	
G85 9	Цикл растачивания, отвод инструмента с помощью G01 после достижения конца оси Z, без останова шпинделя	
G86 10	Цикл растачивания, шпиндель останавливается и инструмент извлекается с помощью G00 после достижения конца оси Z	
G87 11	Обратное коническое зенкование	
G89 12	Цикл расточки, пока активен, а затем извлекается инструмент с помощью G01, без изменения направления вращения шпинделя	
<b>Группа 10</b>		
G98 <sup>1)</sup> 1	Возврат в исходную точку в фиксированных циклах	
G99 2	Возврат в точку R в фиксированных циклах	
<b>Группа 11</b>		
G50 <sup>1)2)</sup> 1	Масштабирование отключено	
G51 <sup>2)</sup> 2	Масштабирование включено	
<b>Группа 12</b>		
G66 <sup>2)</sup> 1	Вызов макро модуля	
G67 <sup>1)2)</sup> 2	Отмена вызова макро модуля	
<b>Группа 13</b>		
G96 1	Включение постоянной скорости нарезки	
G97 <sup>1)</sup> 2	Отключение постоянной скорости нарезки	
<b>Группа 14</b>		
G54 <sup>1)</sup> 1	Выбор рабочей коррекции	
G55 2	Выбор рабочей коррекции	
G56 3	Выбор рабочей коррекции	
G57 4	Выбор рабочей коррекции	
G58 5	Выбор рабочей коррекции	
G59 6	Выбор рабочей коррекции	
G54 P0 1	Внешняя рабочая коррекция	
<b>Группа 15</b>		
G61 1	Точный останов модуля	
G63 2	Режим нарезания резьбы метчиком	
G64 <sup>1)</sup> 3	Режим непрерывного фрезерования	
<b>Группа 16</b>		
G68 1	Включение вращения 2D/3D	
G69 <sup>1)</sup> 2	Отключение вращения	
<b>Группа 17</b>		
G15 <sup>1)</sup> 1	Отключение полярных координат	
G16 2	Включение полярных координат	
<b>Группа 18 (не модальная эффективная)</b>		

Код G	Описание
G04 1	Время запаздывания в [с] или обороты шпинделя
G05 18	Высокоскоростной цикл нарезки
G05.1 <sup>2)</sup> 22	Высокоскоростной цикл -> Вызов CYCLE305
G08 12	Предварительный контроль вкл/выкл
G09 2	Точный останов
G10 <sup>2)</sup> 3	Запись рабочего смещения/смещения инструмента
G10.6 17	Извлечение инструмента из контура (POLF)
G11 4	Точка ввода конечного параметра
G27 13	Проверка исходного положения
G28 5	1. Достижение исходной точки
G30 6	2./3./4. Достижение исходной точки
G30.1 19	Положения базовой точки
G31	Измерение с помощью "отмены заданного перемещения"
G52 8	Программируемая рабочая коррекция
G53 9	Дополнительное положение в координатной системе станка
G60 22	прямое позиционирование (координатное перемещение)
G65 <sup>2)</sup> 10	Макро вызов
G72.1 <sup>2)</sup> 14	Повторение контура с вращением (поворотом)
G72.2 <sup>2)</sup> 15	Повторение линейного контура
G92 11	Установка действительного значения
G92.1 21	Удаление действительного значения, переустановка WCS
<b>Группа 22</b>	
G50.1 1	Зеркальное отображение на запрограммированную ось ВЫКЛ
G51.1 2	Зеркальное отображение на запрограммированную ось ВКЛ
<b>Группа 31</b>	
G290 <sup>1)</sup> 1	Выбор режима Сименс
G291 2	Выбор режима диалект ISO

### Примечание

В основном, функции G, упомянутые в <sup>1)</sup> определяются с помощью ЧПУ во время активизации управляющей системы или во время RESET (возврат в исходное положение). Подробная информация о действующих установках указана в документации производителя станка.

Функции G, упомянутые в <sup>2)</sup> не обязательные. Доступна ли соответствующая функция в вашей управляющей системе можно найти в документации производителя станка.



# Команды для привода (подачи)

## 3.1 Команды интерполяции

Команды позиционирования и интерполяции, по которым инструмент проходит и отслеживается по запрограммированному контуру, например по прямой линии или дуге, описаны в следующем разделе.

### 3.1.1 Форсированная продольная подача (G00)

Вы можете использовать быстрое перемещение для быстрого позиционирования инструмента, прохода вокруг заготовки или перемещения в точки смены инструмента

Можно использовать следующие функции G для позиционирования (смотри таблицу ниже):

Таблица 3- 1 Функции G для позиционирования

G-функция	Функция	Группа G
G00	Ускоренная подача	01
G01	Линейное перемещение	01
G02	Цикл/виток в направлении по часовой стрелке	01
G03	Цикл/виток в направлении против часовой стрелки	01

#### Позиционирование (G00)

##### Формат

G00 X... Y... Z... ;

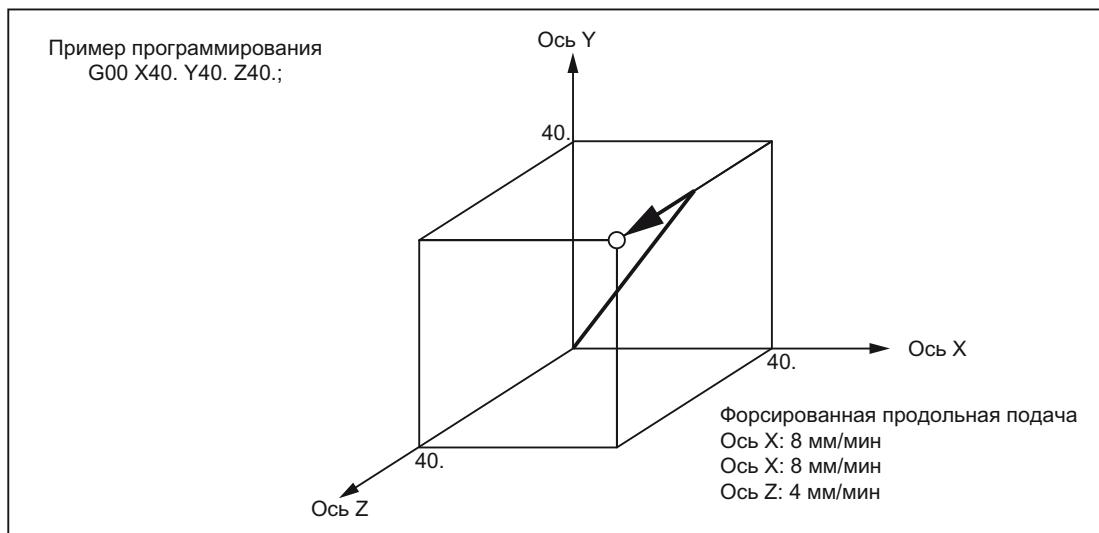
#### Объяснение

Перемещение инструмента, запрограммированное с G00, выполняется на самой высокой скорости (ускоренная подача). Скорость ускоренной подачи задается отдельно для каждой оси по характеристикам станка. Если перемещение при ускоренной подаче выполняется одновременно по нескольким осям, его скорость при линейной интерполяции задается по оси, которой нужно больше времени для прохождения ее части траектории.

Оси, не запрограммированные в кадре G00, не перемещаются. При позиционировании, каждая ось перемещается отдельно от других со скоростью ускоренной подачи, указанной для каждой оси. Информацию о точной скорости вашего станка можно найти в документации производителя.

## Команды для привода (подачи)

### 3.1 Команды интерполяции



Изображение 3-1

Позиционирование в состоянии выполнения одновременно по 3 управляемым координатам

#### **Примечание**

Т.к. при позиционировании с помощью G00 оси перемещаются независимо друг от друга (не интерполированные), каждая ось попадает в заданную координату в разное время. Следовательно, следует быть очень внимательными при позиционировании по нескольким осям, так что бы инструмент не сталкивался с заготовкой или устройством во время позиционирования.

## **Линейная интерполяция (G00)**

Линейная интерполяция G00 задается с помощью установки технических характеристик станка 20732 \$MC\_EXTERN\_GO\_LINEAR\_MODE. Следовательно, все запрограммированные оси перемещаются в режиме ускоренного перемещения при линейной интерполяции и достигают своего места назначения одновременно.

### 3.1.2 Линейная интерполяция (G01)

При G01 инструмент проходит параллельно осям, по наклонным или прямым линиям с произвольным размещением в пространстве. Линейная интерполяция обеспечивает обработку 3D плоскостей, пазов и пр.

#### Формат

G01 X... Y... Z... F... ;

В случае G01, линейная интерполяция выполняется по траектории подачи. Оси, не запрограммированные в кадре с помощью G01, не перемещаются. Линейная интерполяция программируется как указано в примере выше.

#### Подача F для осей траектории перемещения

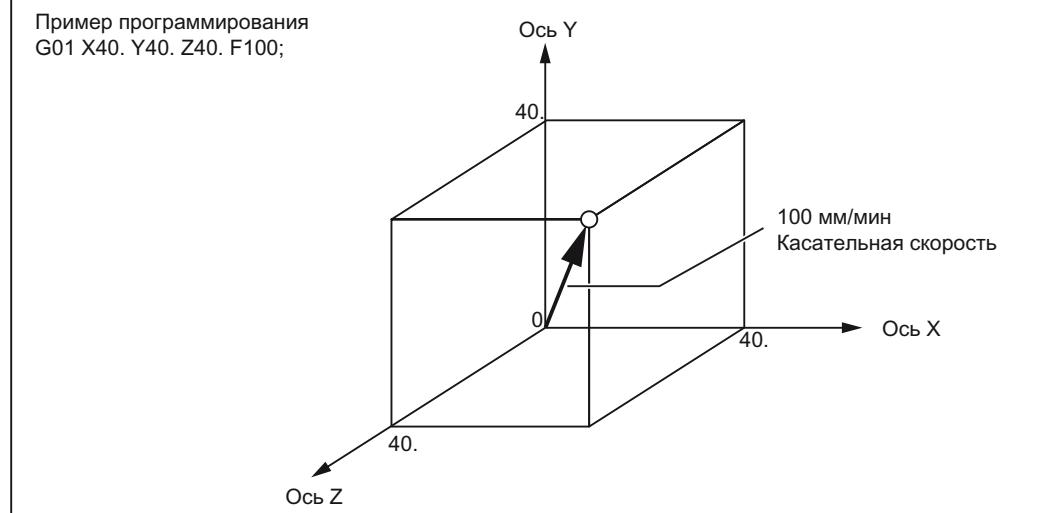
Скорость подачи задается по адресу F. В зависимости от уставок по умолчанию в технических характеристиках станка, единицы измерения в командах G (G93, G94, G95) - миллиметры или дюймы.

Одно значение F можно запрограммировать с помощью кадра управляющей программы станка с ЧПУ. Единица скорости подачи задается с помощью одной из вышеупомянутых команд G. Подача F действует по оси траектории и остается активной пока новое значение подачи не запрограммировано. Разделители ставятся после адреса F.

#### Примечание

Запускается аварийный сигнал при выполнении кадра G01, если подача не запрограммирована в кадре при помощи G01 или в предыдущих кадрах.

Конечное положение можно определить либо как абсолютное, либо как с приращением. Подробнее см. раздел ""Измерение перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе" (G90, G91) (Страница 41)".



Изображение 3-2      Линейная интерполяция

### **3.1.3 Круговая интерполяция (G02, G03)**

#### **Формат**

Чтобы запустить круговую интерполяцию, пожалуйста, выполните команды, указанные в следующей таблице.

Таблица 3- 2 Команды для выполнения круговой интерполяции

Элемент	Команда	Описание
Отмена плоскости	G17	Дуга окружности в плоскости X-Z
	G18	Дуга окружности в плоскости Z-X
	G19	Дуга окружности в плоскости Y-Z
Направление вращения	G02	По часовой стрелке
	G03	Против часовой стрелки
Дополюсное положение	Две оси от X, Y или Z	Дополюсное положение в координатной системе заготовки
	Две оси от X, Y или Z	Расстояние нулевой точки - конечной точки со знаком
Расстояние между нулевой точкой и центром	Две оси от I, J или K	Расстояние нулевая точка - центр окружности со знаком
Радиус дуги окружности	R	Радиус дуги окружности
Подача	F	Скорость по дуге окружности

#### **Отмена плоскости**

С помощью команд, указанных ниже, инструмент перемещается по назначеннй дуге окружности в плоскости X-Y, Z-X или Y-Z так, что на дуге окружности обеспечивается подача, определяемая "F".

– в плоскости X-Y:

G17 G02 (или G03) X... Y... R... (или I... J... ) F... ;

– в плоскости Z-X:

G18 G02 (или G03) Z... X... R... (или K... I... ) F... ;

– в плоскости Y-Z:

G19 G02 (или G03) Y... Z... R... (или J... K... ) F... ;

До программирования радиуса окружности (с помощью G02, G03) сначала следует выбрать желаемую плоскость интерполяции с помощью G17, G18 или G19. Круговая интерполяция не доступна для четвертой и пятой оси, если они являются линейными.

Используется также выбор плоскости для выбора плоскости, в которой выполняется коррекция на радиус резца (G41/G42). Плоскость X-Y (G17) устанавливается автоматически после активации управляемой системы.

G17	Плоскость X-Y
G18	Плоскость Z-X
G19	Плоскость Y-Z

Следует выбрать и рабочие плоскости.

Также можно создавать окружности вне выбранной рабочей плоскости. В этом случае, адрес оси (характеристика окружности и конечного положения) определяет плоскость окружности.

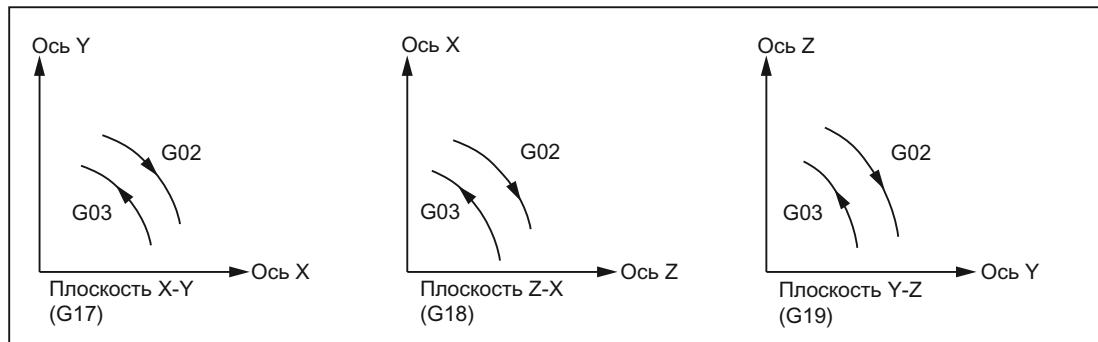
Круговая интерполяция возможна в плоскости  $X\beta$ ,  $Z\beta$  или  $Y\beta$  при выборе дополнительной пятой линейной оси, которая также содержит и пятую ось кроме плоскостей X-Y, Y-Z и Z-X ( $\beta=U$ ,  $V$  или  $W$ )

- Круговая интерполяция в плоскости  $X\beta$   
G17 G02 (или G03) X...  $\beta$ ... R... (или I... J...) F... ;
- Круговая интерполяция в плоскости  $Z\beta$   
G18 G02 (или G03) Z...  $\beta$ ... R... (или K... I...) F... ;
- Круговая интерполяция в плоскости  $Y\beta$   
G19 G02 (или G03) Y...  $\beta$ ... R... (или J... K...) F... ;
- Если пропущены адресные символы для 4-й и 5-й осей - например, в командах "G17 G02 X... R... (или I... J...) F... ;", то в качестве плоскости интерполяции автоматически выбирается плоскость X-Y. Круговая интерполяция по пятой и четвертой осям не доступна, если эти дополнительные оси являются осями вращения (поворота).

### Направление вращения

Направление вращения дуги окружности следует задавать как указано на рисунке ниже.

G02	По часовой стрелке
G03	Против часовой стрелки



Изображение 3-3

Направление вращения дуги окружности

## **Конечная точка**

Конечное положение можно определить в соответствии с назначением с помощью G90 или G91 либо как абсолютное, либо как с приращением.

Если назначенная конечная точка не лежит на дуге окружности, система подает аварийный сигнал 14040 "Ошибка конечной точки окружности".

## **Возможности программирования перемещения окружности**

Управляющая система предоставляет два варианта программирования перемещения окружности.

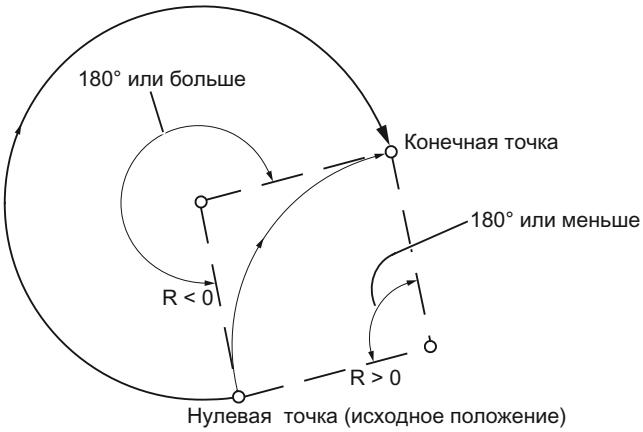
Перемещение окружности описывается:

- Остриём центра и конечным положением в измерении перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе
- Радиусом и конечным положением в декартовой системе координатах.

Для круговой интерполяция с центральным углом  $\leq 180$  градусов, следует запрограммировать "R > 0" (положительный).

Для круговой интерполяция с центральным углом  $> 180$  градусов, следует запрограммировать "R < 0" (положительный).

Пример программирования  
G17 G02 X... Y... R ± ... F... ;



Изображение 3-4 Круговая интерполяция с характеристикой радиуса R

## **Подача**

При круговой интерполяции, подачу можно определить таким же способом, что и линейную интерполяцию (смотри главу "Линейная интерполяция (G01)").

### 3.1.4 Программирование определения контура и ввод диагональных сопряжений (фасок, скосов) и радиусов

Диагональные сопряжения или радиусы можно ввести после каждого кадра перемещения между линейным и круговым контурами. Например, для снятия острых кромок на заготовках.

Во время ввода возможны следующие комбинации:

- между двумя прямыми линиями
- между двумя дугами
- между дугой и прямой линией
- между прямой линией и дугой

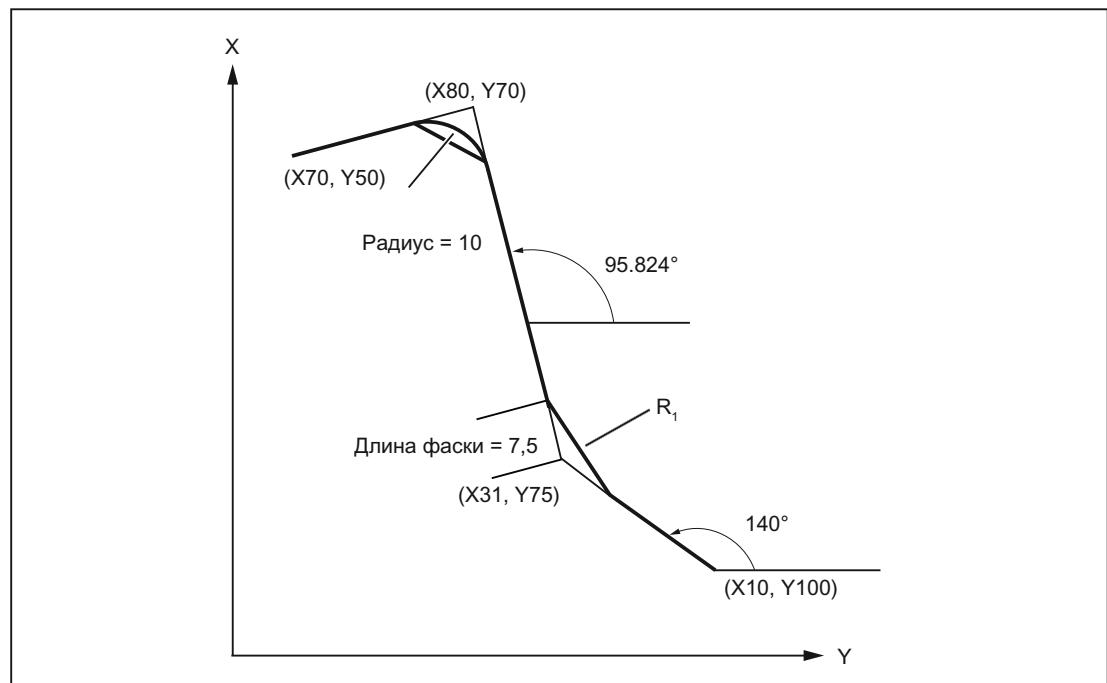
#### Формат

, С...; Диагональное сопряжение (фаска)

, R...; Закругление

#### Пример

```
N10 G1 X10. Y100. F1000 G17
N20, A140, C7.5
N30 X80. Y70., A95.824, R10
```



Изображение 3-5      3 прямые линии

## *Команды для привода (подачи)*

### *3.1 Команды интерполяции*

#### **Режим диалект ISO**

В исходном диалекте ISO, можно использовать адрес С как наименование оси, а также для наименования диагонального сопряжения (фаски) на контуре.

Адрес R может быть либо параметром цикла, либо идентификатором радиуса в контуре.

Адрес А - это угол в определении контура.

Для различия этих двух вариантов, следует использовать знак "," при программировании определения контура до адреса "A", "R" или "C".

#### **Режим Сименс**

Идентификаторы фасок и радиусов определяются в режиме Симмент с помощью технических характеристик станка. Конфликтов наименований можно избежать следующим образом. Не ставить точку до идентификатора радиуса или фаски.

#### **Выбор плоскости**

Фаска или скругление возможны только в плоскости, определенной через выбор плоскости (G17, G18 или G19). Эти функции не могут использоваться на параллельных осях.

---

#### **Примечание**

Фаска/ закругление не вставляются, если

- Если на плоскости не возможен прямой или круговой контур,
  - перемещение происходит вне плоскости,
  - Плоскость изменяется или превышен номер кадра, указанного в технических характеристиках станка, которые не содержат информацию о перемещении (например, только вывод команд).
- 

#### **Система координат**

После кадра, который изменяет систему координат (G92 или G52 до G59) или содержит команду достижения базовой точки (G28 до G30), не должен содержать какую-либо команду для снятия фасок и закругления углов.

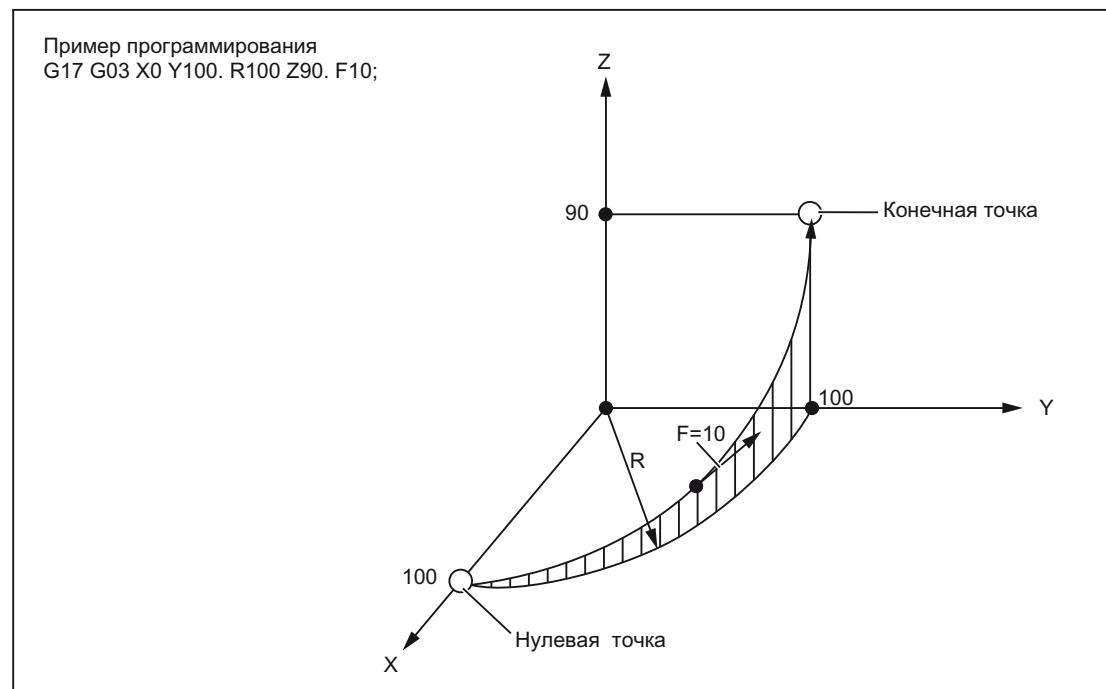
#### **Нарезание резьбы**

Запрещено задание скругления в кадре нарезки резьбы.

### 3.1.5 Винтовая интерполяция (G02, G03)

С помощью винтовой интерполяции можно наложить и выполнить параллельно два перемещения:

- Перемещение окружности в плоскости А, на которой
- Налагается вертикальное линейное перемещение.



Изображение 3-6 Винтовая интерполяция

#### Примечание

G02 и G03 - модальные. Перемещение окружности выполняется по тем осям, которые заданы с помощью определения рабочей плоскости.

## 3.2 Возврат в нуль станка с помощью функций G

### 3.2.1 Возврат в нуль станка с промежуточной точкой (G28)

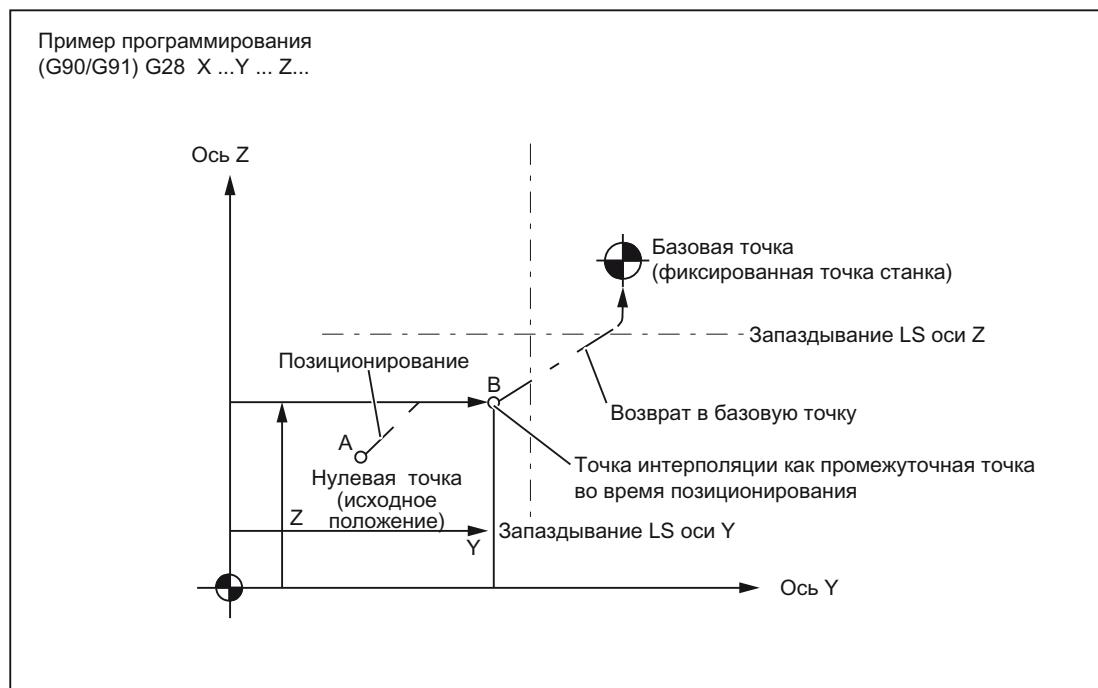
#### Формат

G28 X... Y... Z... ;

С командами "G28 X... Y... Z... ;" можно использовать для перемещения запрограммированных осей в их базовую точку. Здесь оси сначала перемещаются автоматически в определенное положение с быстрым перемещением и уже отсюда в базовую точку. Не запрограммированная ось в кадре с G28 не перемещается в свою базовую точку.

#### Исходное положение

При включении станка (при наличии инкрементальных измерительных систем), все оси должны быть отрефериорованы. Только затем можно программировать поперечное перемещение. Базовую точку можно встроить в управляющую программу станка с ЧПУ с помощью G28. Координаты базовой точки устанавливаются в технических характеристиках станка 34100 \$\_MA\_REFP\_SET\_POS[0] to [3]. Можно определить общее положение из четырех исходных положений.



Изображение 3-7

Автоматическое построение базовой точки

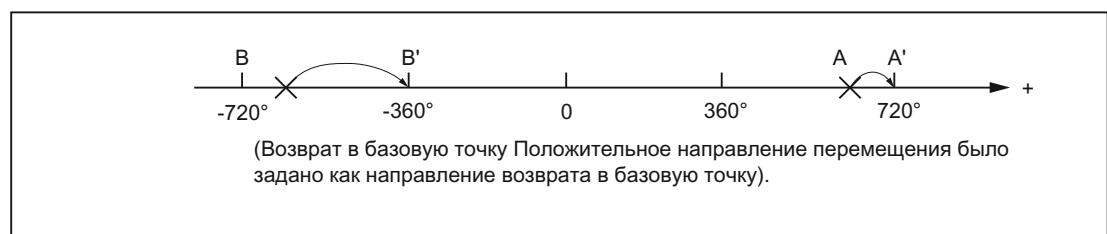
## Возврат в базовую точку

### Примечание

Функция G28 встраивается в оболочке цикла cycle328.spf. Не нужно программировать преобразование для оси, которая должна приближаться к базовой точке с помощью G28, должна встраивать базовую точку. Преобразование отменяется в cycle328.spf.

## Автоматическое построение базовой точки для оси вращения

Ось вращения можно использовать для автоматического построения базовой точки точки как линейную ось. Направления построения для перемещения базовой точки задается с помощью технических характеристик станка 34010 MD\_\$MA\_REFP\_CAM\_DIR\_IS\_MINUS.

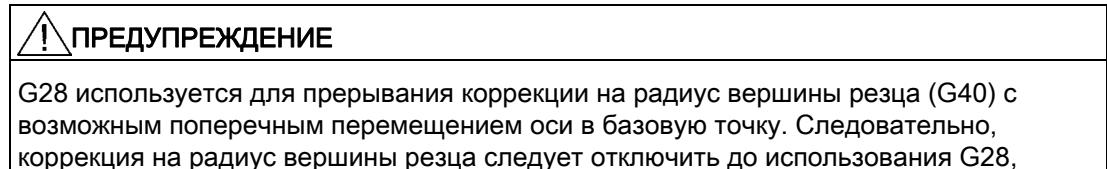


Изображение 3-8 Возврат в базовую точку - ось вращения

## Добавить к командам для автоматического построения базовой точки:

### Коррекцию на радиус вершины резца и назначенные циклы

G28 не следует использовать при работе с коррекцией на радиус вершины резца (G41, G42) или в назначенному цикле!



### Коррекция на инструмент в C28

В G28 точка интерполяции достигается с помощью текущей коррекции на инструмент. Коррекция на инструмент отменяется, когда достигается базовая точка.

### **3.2.2 Проверка исходного положения (G27)**

#### **Формат**

G27 X... Y... Z... ;

Эта функция используется для проверки , находятся ли оси в исходном положении.

#### **Процедуры тестирования**

Если проверка с помощью G27 успешна, обработка продолжается в следующей части программного кадра. Если одна из запрограммированных осей с G27 не является базовой точкой, аварийный сигнал Alarm 61816 "Axes not on reference point" (оси не находятся в исходном положении) запускается и автоматический режим прерывается.

---

#### **Примечание**

Функция G27 встраивается с помощью cycle 328.spf как и G28.

Чтобы избежать ошибок в позиционировании, следует отменить "мониторинг" до выполнения G27.

---

### **3.2.3 Возврат в нуль станка с выбором промежуточной точки (G30)**

#### **Формат**

G30 Pn X... Y... Z... ;

Для команд "G30 Pn X... Y... Z;" оси позиционируются на определенную промежуточную точку в режиме контурной обработки, и в конце переходят в базовую точку, выбранную P2 -P4. С "G30 P3 X30. Y50.;" ось X и Y возвращаются в третью базовую точку. Вторая базовая точка выбирается при пропускании "P". Оси, не запрограммированные в блоке G30, так же не перемещаются.

#### **Положения базовой точки**

Положение всех базовых точек всегда задается в соответствии с первой базовой точкой. Расстояние от первой базовой точки от всех последующих базовых точек устанавливается в следующих технических характеристиках станка:

Таблица 3- 3 Базовые точки

Элемент	MD
2. Базовая точка	\$_MA_REFP_SET_POS[1]
3. Базовая точка	\$_MA_REFP_SET_POS[2]
4. Базовая точка	\$_MA_REFP_SET_POS[3]

---

#### **Примечание**

Дополнительная информация по точкам, которые используются в программирования C30, дана в главе "Возврат в нуль станка с промежуточной точкой (G28)". Функция G30 встраивается с помощью cycle 328.spf как и G28.

---

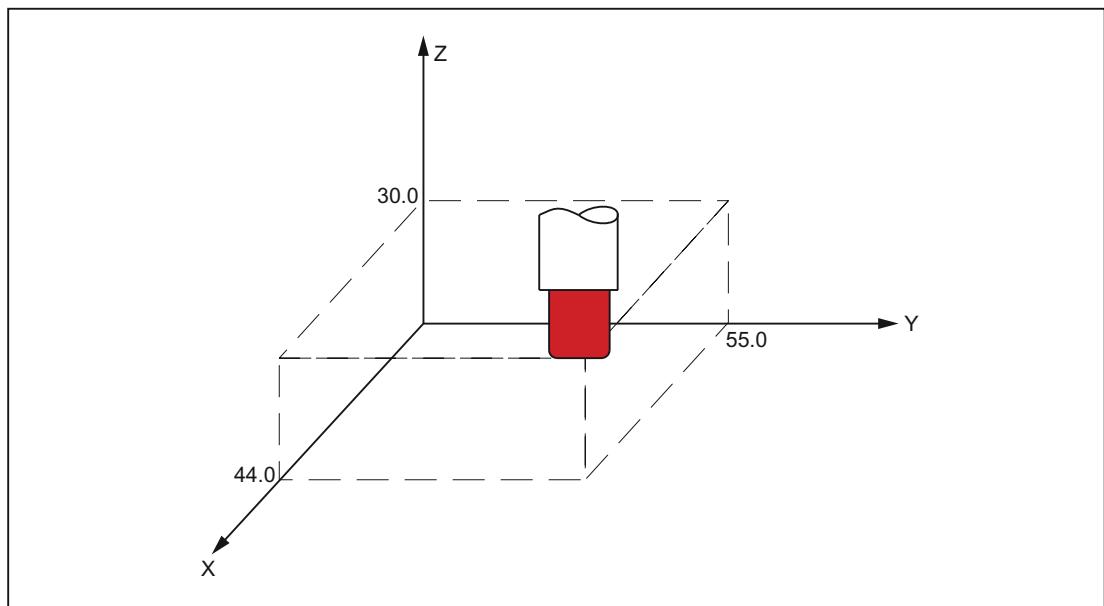
# 4

## Команды перемещения

### 4.1 Система координат

Положение инструмента задается исключительно по его координатам в системе координат. Эти координаты определяются по положению осей. Например, если три задействованные оси обозначаются X, Y и Z, то координаты определяются следующим образом:

X... Y... Z...



Изображение 4-1 Положения инструмента, определяемое по осям X... Y... Z...

Следующие системы координат используются для определения координат:

1. Система координат станка (G53)
2. Система координат заготовки (G92)
3. Локальная система координат (G52)

#### **4.1.1 Система координат станка (G53)**

##### **Определение системы координат станка**

Нуль станка определяет систему координат MCS (система управления станком). Все другие опорные точки относятся к нулю станка.

Нуль станка - это фиксированная точка инструмента станка, на которую могут ссылаться все (вторичные) измерительные системы.

##### **Формат**

(G90) G53 X... Y... Z... ;

X, Y, Z: отсчет координат перемещений от абсолютного нуля станка

##### **Выбор системы координат станка (G53)**

G53 подавляет не модальные программируемую и регулируемую рабочую коррекцию. Поперечные перемещения в системе координат станка на основе G53 всегда программируются, когда инструмент (фреза) должен перемещаться в определяемое станком положение

##### **Отмена коррекции**

Если MD10760 \$MN\_G53\_TOOLCORR = 0, то коррекция на действительную длину фрезы и на радиус вершины резца остается эффективной в кадре с G53

Если MD10760 \$MN\_G53\_TOOLCORR = 1, то коррекция на действительную длину фрезы и на радиус вершины резца отменяется с помощью G53

#### **4.1.2 Система координат заготовки (G92)**

До обработки вы должны создать систему координат для заготовки, так называемую систему координат заготовки. Этот раздел описывает разные методы установки, выбора и изменения системы координат заготовки.

##### **Установка системы координат инструмента**

Можно использовать следующие два способа для установки системы координат инструмента.

1. С помощь G92 в редакторе программы обработки.
2. вручную с помощью панели оператора

##### **Формат**

(G90) G92 X... Y... Z... ;

Перемещения базовой точки в назначенное положение при выводе абсолютной команды. Разница между режущей кромкой инструмента и базовой точкой корректируется с помощью коррекции на длину инструмента; таким образом, режущая кромка может перемещаться в назначенное положение в любом случае.

### 4.1.3 Перенастройка (возврат в исходное положение) системы координат инструмента (G92.1)

С помощью G92.1 можно вернуть сдвинутую систему координат в положение, в котором она была до сдвига. Система координат инструмента возвращается в систему координат, которая задается активными регулируемыми рабочими смещениями (G54 - G59). Система координат инструмента устанавливается в нулевое (базовое) положение, если регулируемая рабочая коррекция не активна. G92.1 возвращает сдвиги, выполненные с помощью G92 или G52. Однако, только оси, которые запрограммированы, возвращаются.

Пример 1:

N10 G0 X100 Y100	; Дисплей WCS: X100 Y100	MCS: X100 Y100
N20 G92 X10 Y10	; Дисплей WCS: X10 Y10	MCS: X100 Y100
N30 G0 X50 Y50	; Дисплей WCS: X50 Y50	MCS: X140 Y140
N40 G92.1 X0 Y0	; Дисплей WCS: X140 Y140	MCS: X140 Y140

Пример 2:

N10 G10 L2 P1 X10 Y10		
N20 G0 X100 Y100	; Дисплей WCS: X100 Y100	MCS: X100 Y100
N30 G54 X100 Y100	; Дисплей WCS: X100 Y100	MCS: X110 Y110
N40 G92 X50 Y50	; Дисплей WCS: X50 Y50	MCS: X110 Y110
N50 G0 X100 Y100	; Дисплей WCS: X100 Y100	MCS: X160 Y160
N60 G92.1 X0 Y0	; Дисплей WCS: X150 Y150	MCS: X160 Y160

### 4.1.4 Выбор системы координат заготовки

Как упоминалось выше, пользователь может выбрать одну из уже установленных систем координат заготовки.

#### 1. G92

Абсолютные функции команд работают в сочетании с системой координат заготовки, только если ранее была выбрана система координат заготовки.

#### 2. Выбор системы координат заготовки из ее определенных систем координат через панель оператора.

Можно выбрать систему координат заготовки с помощью определения функции G в области от G54 до G59.

Системы координат заготовки задаются после включения и реферирования станка. Закрытое положение системы координат устанавливается в MD20154[13].

#### **4.1.5 Запись рабочего смещения/смещений инструмента (G10)**

Системы координат заготовки, определенные от G54 до G59 или G54 P{1 ... 93} можно изменить с помощью следующих двух процессов.

1. Ввод данных на панели оператора
2. с помощью программных команд G10 или G92 (установка фактического значения)

#### **Формат**

Изменяется с помощью G10:

G10 L2 Pp X... Y... Z... ;

p=0: Внешняя рабочая коррекция заготовки

p= от 1 до 6: Значение рабочего смещения заготовки соответствует ее системе координат от G54 до G59 (1 = G54 до 6 = G59)

X, Z, Z: Рабочая коррекция заготовки для каждой оси во время абсолютной команды (G90). Значение, которое нужно прибавить во время команды с приращением (G91) для каждой оси, к указанной рабочей коррекции заготовки.

G10 L20 Pp X... Y... Z... ;

p= от 1 до 93: Значение рабочего смещения заготовки соответствует ее системе координат от G54 P1...до P93. Количество рабочих смещений (1 до 93) можно установить через MD18601  
\$MN\_MM\_NUM\_GLOBAL\_USER\_FRAMES или MD28080  
\$MC\_MM\_NUM\_USER\_FRAMES.

X, Z, Z: Рабочая коррекция заготовки для каждой оси во время абсолютной команды (G90). Значение, которое нужно прибавить во время команды с приращением (G91) для каждой оси, к указанной рабочей коррекции заготовки.

Изменяется с помощью G92:

G92 X... Y... Z... ;

#### **Объяснения**

Изменяется с помощью G10:

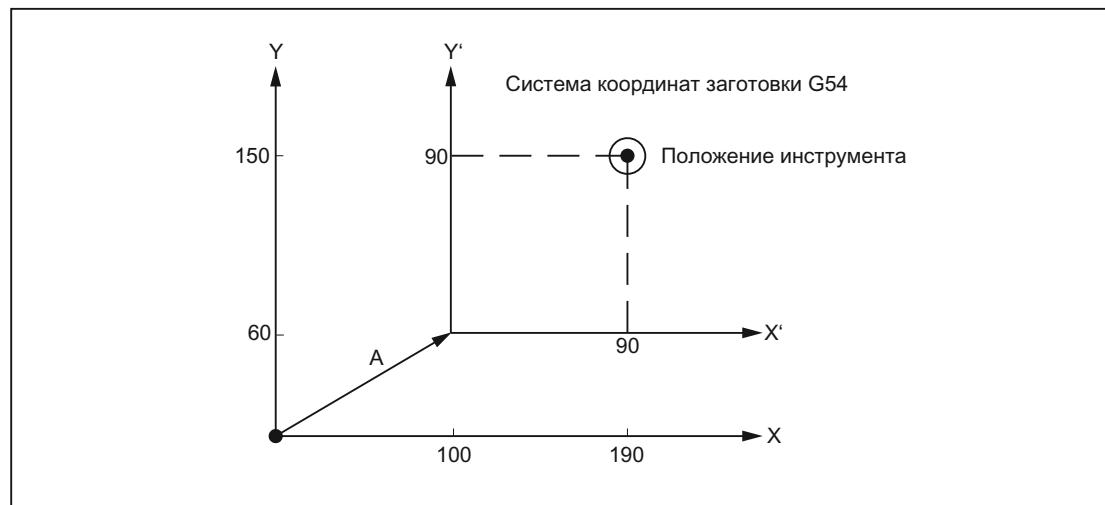
G10 можно использовать для изменения каждой системы координат заготовки отдельно. Если рабочую коррекцию с G10 нужно записать, только когда выполняется кадр G10 на станке (главный рабочий кадр), то следует установить MD20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Бит 13 . Внешняя команда STOPRE выполняется в том же случае с G10. Биты данных станка затрагивают все команды G10 в ISO-диалект Т и ISO-диалект М.

Изменяется с помощью G92:

Определив G92 X... Y... Z..., координатную систему заготовки, которая была выбрана ранее с помощью G G54 до G59 или G54 P{1 ...93}, можно сдвинуть и таким образом установить новую. Если X и Z запрограммированы с приращением, система координат заготовки задается таким способом, в котором текущее положение инструмента совпадает с общим значением определенного значения с приращением и соответствует предыдущему положению инструмента (сдвиг системы координат). И наконец, значение сдвига системы координат прибавляется к каждому отдельному значению рабочего смещения заготовки. Другой способ: Все системы координат заготовки сдвигаются автоматически на то же самое значение.

### Пример

Инструмент при работе с командой G54 позиционируется на (190, 150), создается система координат заготовки 1 ( $X'$  -  $Y'$ ) каждый раз в G92X90Y90 со сдвигом вектора A.



Изображение 4-2

Пример установки координат

#### 4.1.6 Локальная система координат (G52)

Для упрощения программирования можно установить тип системы координат заготовки, создав программу в системе координат заготовки. Эта частичная система координат также называется местной (локальной) системой координат.

#### Формат

G52 X... Y... Z... ; Установка локальной системы координат

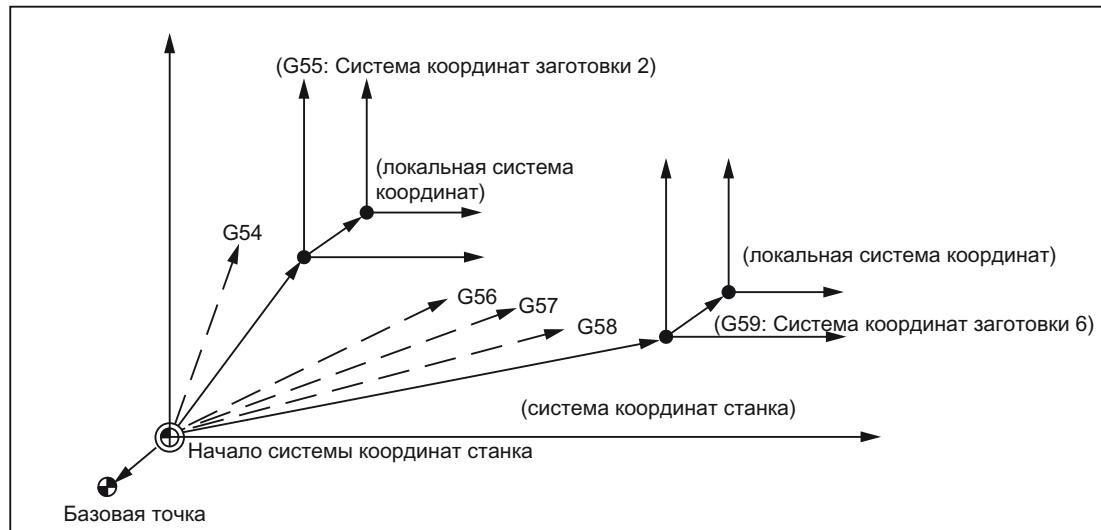
G52 X0 Y0 Z0 ; Отмена локальной системы координат

X, Z, Z: Адрес начала локальной системы координат

#### Объяснения

G52 можно использовать для программирования рабочих коррекций для всех путей (траекторий) и положения осей в направлении назначенной оси. Таким образом можно работать с изменяемыми нулевыми точками, т.е. во время повторных операций обработки в различных положениях заготовки.

G52 X... Y... Z... это рабочая коррекция вокруг значений коррекции, запрограммированные в направлениях соответствующих осей. Последняя назначенная регулируемая рабочая коррекция (G54 до G59, G54 P1 - P93) служит как база.



Изображение 4-3

Установка локальной системы координат

### 4.1.7 Выбор плоскости (G17, G18, G19)

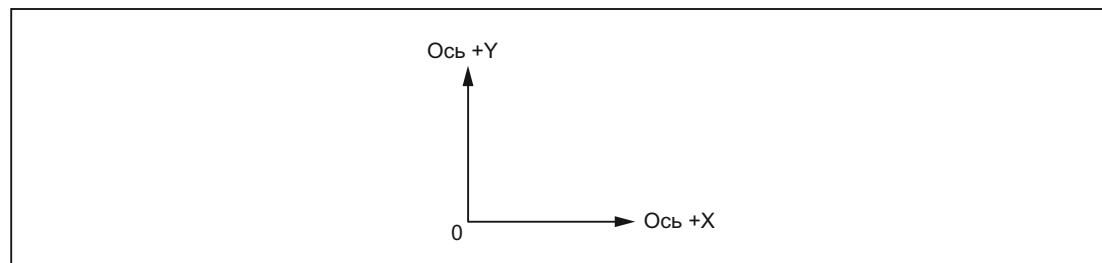
Выбор плоскости, в которой происходит круговая интерполяция, коррекция на радиус вершины резца и вращение системы координат, выполняется с помощью определения следующих функций G.

Таблица 4-1 Функции G для выбора плоскости

G-функция	Функция	Группа G
G17	Плоскость X-Y	02
G18	Плоскость Z-X	02
G19	Плоскость Y-Z	02

Плоскость задается, как указано ниже (с помощью примера Plane X-Y):

Горизонтальная ось в первом секторе - Axis +X,, а вертикальная ось в том же секторе - Y+..



Изображение 4-4 Выбор плоскости

- Плоскость X-Y (G17) устанавливается автоматически после активации управляющей системы.
- Команда на перемещение отдельной оси может задаваться независимо от выбора плоскости с помощью G17, G18 или G19. Например, ось Z можно сдвинуть с помощью назначения "G17 Z ....;".
- Плоскость, в которой выполняется коррекция на радиус вершины резца с помощью G41 и G42, задается с помощью назначения G17, G18 или G19.

#### 4.1.8 Параллельные оси (G17, G18, G19)

Ось, расположенная параллельно одной из трех главных осей можно активировать с помощью функции G17 (G18, G19) <Axis name> (наименование оси).

Три главные оси - это, например, X, Y и Z.

#### Пример

G17 U0 Y0

Параллельная ось U активируется, когда ось X в плоскости G17 заменяется.

#### Объяснения

- Соответствующую параллельную ось можно определить для каждой геометрической оси с помощью технических характеристик станка \$MC\_EXTERN\_PARALLEL\_GEOAX[ ].
- Только параллельную ось из плоскости, определенной с помощью (G17, G18, G19) можно заменить.
- При замене оси, обычно все сдвиги (кадры) - с исключением ручных и внешних сдвигов - удаляются. Следующие технические характеристики станка следует установить для предотвращения удаления значений:  
Shifts (frames) Сдвиги (кадры)  
\$MN\_FRAME\_GEOAX\_CHANGE\_MODE
  - Подробную информацию смотри описании технических характеристик станка.
  - Аварийный сигнал 12726 "Недопустимый выбор плоскости с параллельными осями" появляется, если главная ось запрограммирована по соответствующей параллельной оси с помощью команды для выбора плоскости.

#### 4.1.9 Поворот системы координат (G68, G69)

##### Свойства G68 и G69

Систему координат можно повернуть с помощью следующих функций G.

Таблица 4- 2 Функция G для поворота системы координат

G-функция	Функция	Группа G
G68	Поворот системы координат	16
G69	Отмена поворота системы координат	16

G68 и G69 представляют собой модальные G-функции G-группы 16. G69 выставляется автоматически при активизации системы управления и перенастройки NC.

Кадры, содержащие G68 и G69, не должны содержать любые другие функции G.

Поворот системы координат вызывается с помощью G68 и отменяется с помощью G69.

## Формат

G68 X\_ Y\_ R\_ ;

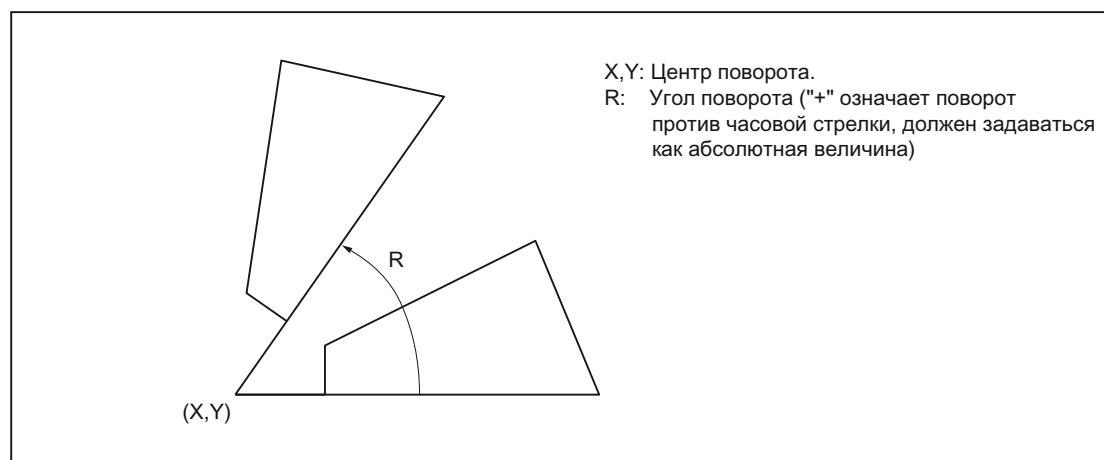
X\_, Y\_ :

Абсолютные значения координат от центра поворота. Действительное положение принимается как центр поворота, если они не указаны.

R\_ :

Угол поворота, как функция of G90/G91 абсолютная или с приращением. Если R не определен, значение установки определенного канала из данных установки 42150 \$SC\_DEFAULT\_ROT\_FACTOR\_R используется как угол поворота.

- При назначении G17 (или G18, G19) G68 X... Y... R... ; " команды, определенные в следующих кадрах, поворачиваются на угол, определенный R, вокруг точки (X, Y). Угол поворота можно определить в единицах измерения 0.001 градусов.



Изображение 4-5 Поворот системы координат

- Отмена поворота системы координат выполняется с помощью G69.
  - G68 выполняется в плоскости, которая была выбрана с помощью G68. Четвертая и пятая оси должны быть линейными.
- G17: Плоскость X-Y  
 G18: Плоскость Z-X  
 G19: Плоскость Y-Z

## Добавить к командам для поворота систем координат

- Если "X" и "Y" пропущены, текущее положение используется как центр для поворота координат.
- Данные позиционирования для поворота системы координат определяются в повернутой системе координат.
- Если вы программируете изменение плоскости (G17 до G19) после поворота, углы поворота, запрограммированные для оси, фиксируются и продолжают выполняться в новой рабочей плоскости. Поэтому советуем отключить поворот до изменения плоскости.

#### 4.1.10 3D поворот G68/G69

Код G G68 выполняется для поворота 3D.

G68 должна программироваться в одном кадре, а кадры, содержащие G68 и G69, не должны содержать любых иных функций G.

#### Формат

G68 X.. Y.. Z.. I... J... K... R...

X.. Y.. Z..: Координаты точки поворота по отношению к текущему нулю заготовки. Если координата не запрограммирована, точка поворота лежит в нуле заготовки. Значение всегда интерпретируются как абсолютное. Координаты точки поворота действуют как рабочая коррекция. G90/G91 в кадре не принадлежит команде G68.

I... J... K...: Вектор оси поворота Система координат поворачивается вокруг этого вектора на угол R.

R...: Угол поворота. Угол поворота всегда абсолютный.

Различие между поворотами 2D и 3D заключается только в векторе I, J, K. Если в кадре нет вектора, выбирается G68 2D поворот. Если вектор в кадре есть, выбирается G68 3D поворот. В случае поворотов 2D и 3D и незапрограммированного угла считается активным угол, указанный в установочных параметрах 42150 \$SC\_DEFAULT\_ROT\_FACTOR\_R.

Если вектор запрограммирован с длиной 0 (I0, Y0, K0), включается аварийный сигнал 12560 "Программируемое значение находится вне допустимых пределов".

Два поворота можно включить друг за другом с помощью G68. Если до настоящего времени G68 активен в блоке, содержащем G68, поворот записывается во второй кадр системы ISO. Если G68 уже активен, поворот записывается в третий кадр системы ISO. Таким образом, оба поворота следуют один за другим.

Поворот 3D заканчивается с помощью G69. Если два поворота активны, оба отменяются с помощью G69. G69 должна быть одна в кадре.

## 4.2 Определение режимов ввода для значений координат

### 4.2.1 "Измерение перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе" (G90, G91)

Какие измерения перемещений в абсолютной или относительной системе нужно использовать, задается в этих командах G.

#### Свойства G90, G91

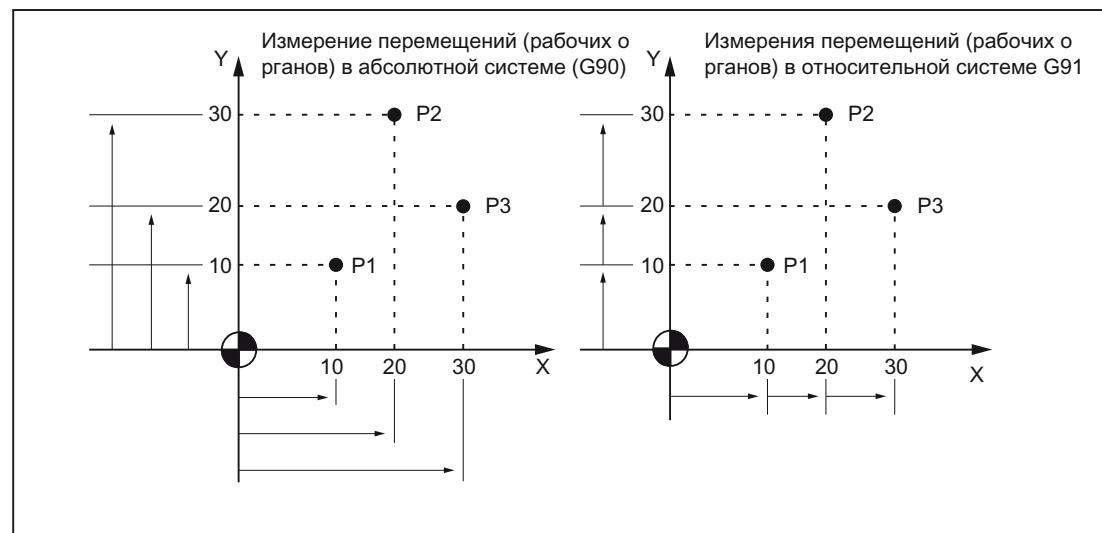
Таблица 4- 3 Команды G для определения "Измерения перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе"

Команда G	Функция	Группа G
G90	Измерение перемещений (рабочих органов) в абсолютной системе	03
G91	"Измерения перемещений (рабочих органов) в относительной системе"	03

- G90 и G91 - это модальные функции G группы G03. Если G90 или G91 программируются в одном кадре, последняя функция G в кадре эффективна.
- Закрытое положение G90 или G91 устанавливается в данных технических характеристиках станка MD20154 \$MC\_EXTERN\_GCODE\_RESET\_VALUES[2].

#### Формат

- Запрограммированные значения интерпретируются как абсолютное положение оси для всех положений оси, запрограммированных с G90, например, X, Y, Z.
- Запрограммированные значения интерпретируются как абсолютное положение оси для всех положений оси, запрограммированных с G91, например, X, Y, Z.



Изображение 4-6 "Измерение перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе" (G90, G91)

## *Команды перемещения*

### *4.2 Определение режимов ввода для значений координат*

#### **4.2.2 Ввод в дюйм/метр (G20, G21)**

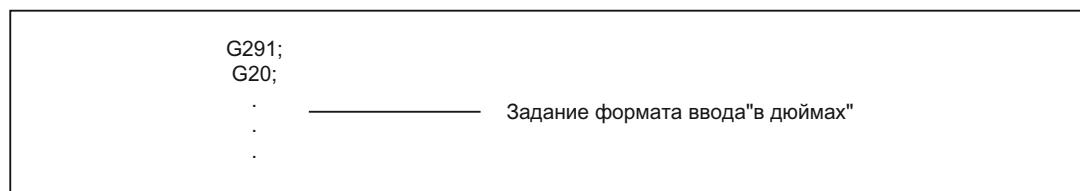
Оси для заготовки можно программировать в абсолютной или относительной системе в зависимости от системы измерений, используемой на рабочих чертежах. Входная измерительная единица выбирается со следующими функциями G:

Таблица 4- 4 Команда G для выбора единицы измерения

Команда G	Функция	Группа G
G20	Ввод в "дюймах"	06
G21	Ввод в "мм"	06

#### **Формат**

G20 и G21 всегда должны программироваться в начале кадра и не могут быть в кадре вместе с другими командами. Следующие значения обрабатываются в выбранной единице измерения при выполнении функции G для выбора единицы измерения. Значения коррекций, конкретные параметры, а также работу вручную и считывание показания прибора программируются следующим образом.



Изображение 4-7 Пример программирования

#### **Добавить команды для определения единицы измерения**

- Закрытое положение задается в технических характеристиках станка MD20154 \$MC\_EXTERN\_GCODE\_RESET\_VALUES[5].
- При изменении значения рабочих коррекций изменяются полностью.
- Если единица измерения изменяется во время выполнения программы, следует выполнить следующее заранее:

При использовании системы координат заготовки (G54 до G59), ее нужно вернуть в основную систему координат.

Все коррекции на инструмент следует отменить (G41 до G44 и G49).

- После переключения системы измерения с G20 на G21 следует выполнить следующее:

G92 следует выполнить до задания команд перемещения для осей (установить систему координат).

- G20 и G21 не используются для включения ручного управления и относительной весовой обработки. Это имеет место в программе контроллера с программируемой логикой. Технические характеристики станка, отвечающие за это, вызываются с \$MA\_JOGL\_INCR\_WEIGHT.

### 4.2.3 Масштабирование (G50, G51)

#### Свойства G50, G51

Форму, определяемую УП обработки деталей, можно увеличить или уменьшить в соответствии с требуемыми размерами. Желаемое масштабирование можно выбрать или отменить с помощью следующих функций:

Таблица 4- 5 Функции G для выбора масштабирования

Команда G	Функция	Группа G
G50	Масштабирование отключено	11
G51	Масштабирование включено	11

Выбор масштабирования и зеркального представления происходит с помощью G51. Следует различать два варианта масштабирования:

- Масштабирование осей с параметрами I, J, K

Если I, J, K не запрограммированы в кадре G51, то работает соответствующее значение по умолчанию из установленных данных 43120 \$A\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_AXIS.

Отрицательный коэффициент осевого масштабирования обеспечивает дополнительное и зеркальное представление.

- Масштабирование по всем осям с коэффициентом масштабирования P

Если P не запрограммирован в кадре G51, то работает соответствующее значение по умолчанию из установленных данных.

Не возможно отрицательные значения P.

#### Формат

Есть два разных типа масштабирования.

#### Масштабирование по всем осям с одинаковым коэффициентом масштабирования

G51 X... Y... Z... P... ; Начало масштабирования

G50; Отмена масштабирования

X, Z, Z: Значение центра координат для масштабирования (абсолютная команда)

P: Коэффициент масштабирования

## *Команды перемещения*

### *4.2 Определение режимов ввода для значений координат*

#### **Масштабирование по каждой отдельной оси с разными коэффициентами масштабирования**

G51 X... Y... Z... I... J... K... ; Начало масштабирования G50; отмена масштабирования

X, Z, Z: Базовая точка масштабирования (абсолютная команда)  
I, J, K: Коэффициент масштабирования для осей X, Z, Z

Тип коэффициента масштабирования зависит от MD22914  
\$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE.

\$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE = 0:

Коэффициент масштабирования задается с помощью "P". Если "I,J,K" запрограммировано в этой установке, то для коэффициента масштабирования используются данные установки 42140 \$SC\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_P.

\$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE = 1:

Коэффициент масштабирования задается с помощью "I,J,K". Если "P" запрограммировано в этом алгоритме, то для коэффициента масштабирования используются данные установки 43120 \$SA\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_AXIS.

#### **Весовая**

Коэффициент масштабирования умножается или на 0.001, или на 0.00001.

Коэффициенты выбираются с помощью MD22910

\$MC\_WEIGHTING\_FACTOR\_FOR\_SCALE=0, коэффициент масштабирования 0.001,  
\$MC\_WEIGHTING\_FACTOR\_FOR\_SCALE=1, коэффициент масштабирования 0.00001.

Нуль заготовки всегда является базовой точкой для масштабирования. Нельзя запрограммировать базовую точку.

#### **Программируемое зеркальное представление (отрицательное масштабирование)**

Зеркальное отображение можно создать с помощью отрицательного значения коэффициента масштабирования оси.

Для этого нужно активировать MD22914 \$MC\_AXES\_SCALE\_ENABLE = 1. Если I, или J. К опускается в кадре с помощью G51, активируются значения, присутствующие в данных установочных параметров, 43120 \$SA\_DEFAULT\_SCALE\_FACTOR\_AXIS.

#### **Пример**

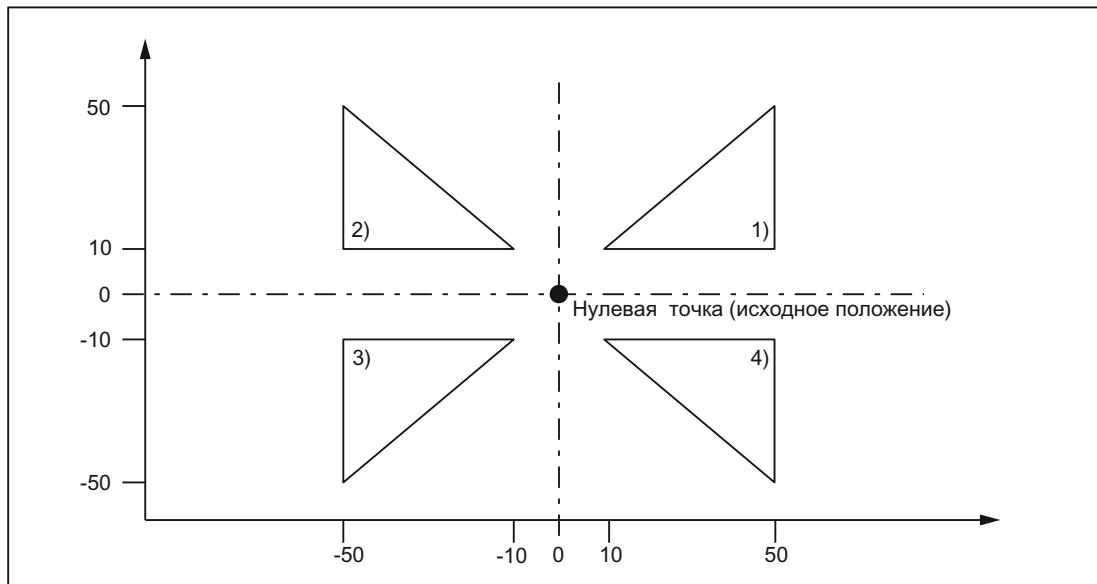
```
_N_0512_MPFI          ; (УП обработки)
N10 G17 G90 G00 X0 Y0      ; Начальное положение для движения подхода
N30 G90 G01 G94 F6000
N32 M98 P0513            ;1) Контура, программируемый как в подпрограмме
N34 G51 X0. Y0. I-1000 J1000 ;2) Контура, зеркальной отображеный на X
N36 M98 P0513
N38 G51 X0. Y0. I-1000 J-1000 ;3) Контура, зеркальной отображеный на X и Y
N40 M98 P0513
N42 G51 X0. Y0. I1000 J-1000 ;4) Контура, зеркальной отображеный на Y
```

```

N44 M98 P0513
N46 G50 ;Отмена масштабирования и зеркального
           представления
N50 G00 X0 Y0
N60 M30

_N_0513_MPF ; (Подпрограмма 00512)
N10 G90 X10. Y10.
N20 X50
N30 Y50
N40 X10. Y10.
N50 M99

```



Изображение 4-8 Масштабирование для каждой оси и программирование зеркального представления

### Коррекция на заготовку

Это масштабирование не нужно для коррекции на радиус вершины резца, коррекции на длину инструмента и значений коррекции на инструмент.

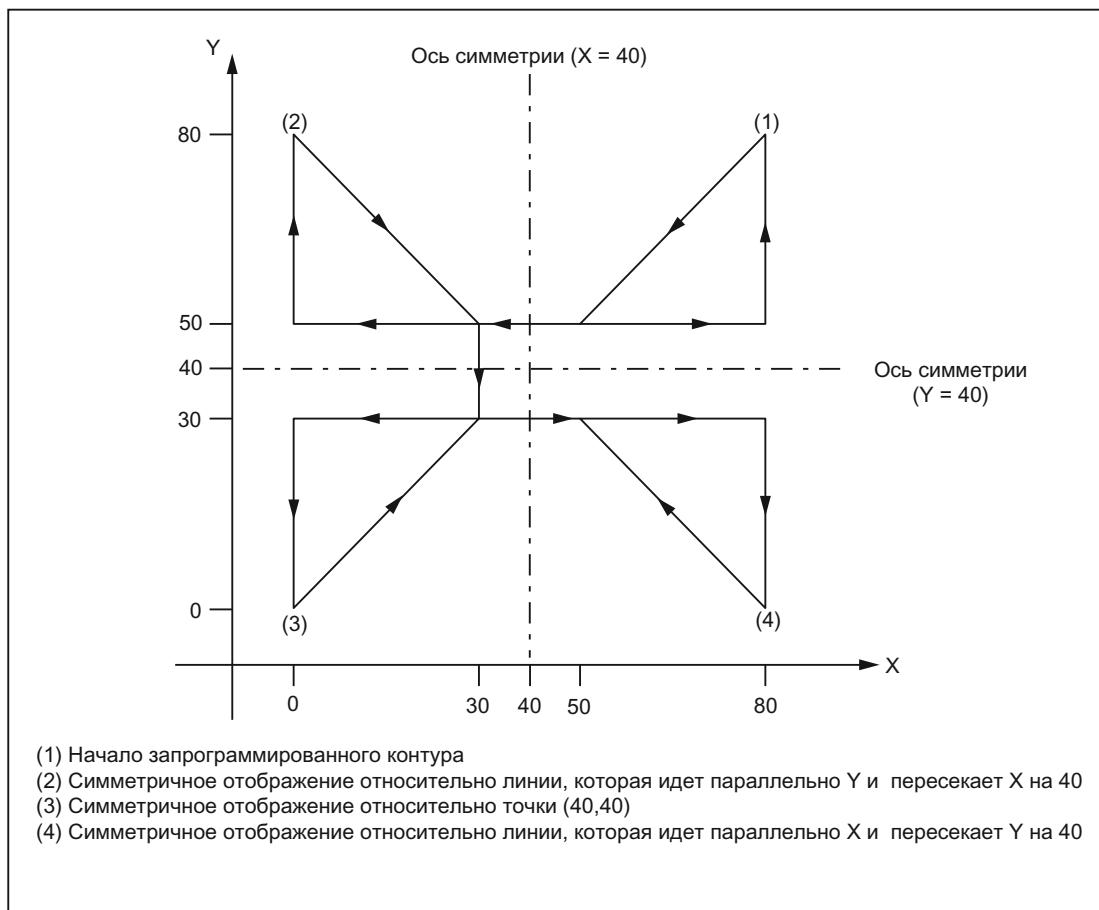
### Команды для получения базовой точки и для изменения системы координат

Функции G27, G28 и G30, а также команды, имеющие отношение в системе координат (G52 до G59, G92), не следует использовать при активном масштабировании.

#### 4.2.4

#### Программируемое зеркальное отображение (G50.1, G51.1)

G51.1 можно использовать для зеркального отображения формы заготовки на оси координат. Все запрограммированные поперечные перемещения затем выполняются в зеркальном отображении.



Изображение 4-9

Программируемое зеркальное представление

#### Формат

X, Z, Z: Оси позиционирования и зеркального отображения

G51.1: Команда для активации зеркального отображения

Зеркальное отображение происходит на зеркальных осях, которые параллельны X, Y или Z и чье положение запрограммировано с X, Y или Z. G51.1 X0 используется для зеркального отображения на ось X, G51.1 X10 - для зеркального отображения на зеркальной оси, которая идет в 10 мм параллельно оси X.

## Пример

```

N1000 G51.1 X... Y... Z... ; Активация зеркального отображения
...
; Все положения осей, зеркально отраженных в
; следующем кадре, зеркально отображаются на зеркальную
; ось, запрограммированную в N1000
;
;
;
G50.1 X... Y... Z.. ; Отмена запрограммированного зеркального отображения
N32 M98 P0513 ; 1) Контур, программируемый как в подпрограмме

```

### Зеркальное отображение с ссылкой на одну ось в заданной плоскости

Следующие команды можно изменить, если используется зеркальное отображение на одну из осей в заданной плоскости как описано ниже:

Таблица 4- 6 Отдельная ось в заданной плоскости

Команда	Объяснение
Круговая интерполяция	G02 и G03 - заменяются совместно.
Коррекция на радиус резца	G41 и G42 заменяются друг другом
Поворот координат	Поворот в направлении по часовой стрелке (CW) и против часовой стрелки (CCW) заменяются совместно.

### Команды для получения базовой точки и для изменения системы координат

Функции G27, G28 и G30, а также команды, имеющие отношение к системе координат (G52 до G59, G92 и т.д.), не следует использовать при активном масштабировании.

## **4.3**

### **Команды, регулируемые по времени**

При помощи G04 можно остановить обработку заготовки между двумя кадрами управляющей программы станка с ЧПУ для программирования времени или количества оборотов шпинделя, например при снятии кромок.

С помощью MD20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK можно установить, следует ли интерпретировать время запаздывания для Бита 2 как время (в секундах или минутах) или как обороты шпинделя. Если \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Бит 2=1 установлено, время запаздывания интерпретируется секундах, если активен G94; он задается в оборотах шпинделя (R), если G95 выбран.

#### **Формат**

G04 X\_ ; or G04 P\_ ;

X\_ : Отображение времени (возможны десятичные точки)

P\_ : Отображение времени (возможны десятичные точки)

– Время запаздывания (G04 ..) должно программироваться отдельно в кадре.

Если значения X и U запрограммированы в стандартной системе обозначений (без десятичной точки), они преобразуются в внутренние единицы измерения, в зависимости от IS B, IS C (для дискретного входного параметра, смотри главу "Программирование с десятичной точкой"). Р всегда интерпретируется во внутренних единицах измерения (встроенный узел).

N5 G95 G04 X1000

Стандартная система обозначений:  $1000 * 0.001 = 1$  оборот шпинделя

Система обозначения как в карманном калькуляторе: 1000 оборотов шпинделя

## **4.4**

### **Функции коррекции на инструмент**

#### **4.4.1**

#### **Память данных коррекции на инструмент**

Следует использовать память данных инструмента Сименс, как программы в режиме Сименс и прямой режим ISO следует запустить попаременно на управляющей системе. Следовательно, длина геометрия и износ есть в каждой памяти коррекции на инструмент. В режиме Сименс, память данных коррекции адресуется с помощью "T" (№ инструмента) и "D" (№ режущей кромки), сокращенно № T/D.

В программах, записанных в диалект ISO, номер смещения инструмента адресуется с помощью "D" (радиус) или H (длина), далее № D/H.

Для неповторяемого назначения номеров D и H или номера T/D следует добавить элемент \$TC\_DPH[t,d] к памяти данных коррекции инструмента. Номер D/H - это ввод в этот элемент в диалект ISO.

Таблица 4- 7 Пример: Установка данных коррекции инструмента

T	D/ режущая кромка	ISO_H \$TC_DPH	Радиус	Длина
1	1	10		
1	2	11		
1	3	12		
2	1	13		
2	2	14		
2	3	15		

Для назначения коррекций на длину инструмента геометрической оси, которая не зависит от выбора плоскости, установочные параметры \$SC\_TOOL\_LENGTH\_CONST должны содержать значение "17". Длина 1 всегда назначается для оси Z в этом случае.

#### 4.4.2 Коррекция на длину инструмента (G43, G44, G49)

При коррекции на длину инструмента, количество назначенных значений в программе, сохраненных в памяти параметров коррекции на инструмент, добавляется к оси Z или вычитается из нее для обеспечения коррекции запрограммированных путей (траекторий) в соответствии с длиной резца.

##### Команды

При выполнении коррекции на длину инструмента, добавление или вычитание параметров коррекции на инструмент задается с помощью функции G и направление коррекции задается с помощью функций H.

##### Функции G для коррекции на длину инструмента

Коррекция на длину инструмента вызывается с помощью следующих функций G:

Таблица 4- 8 Функции G для коррекции на длину инструмента

G-функция	Функция	Группа G
G43	Прибавление	08
G44	Вычитание	08
G49	Отмена	08

- G43 и G44 - модальные и остаются активными до тех пор пока они не отменяются с помощью G49. Коррекция на длину инструмента с помощью функций G49: H00 также можно использовать для коррекции на длину инструмента
- Определив "G43 (или G44) Z... H... ; " величина коррекции на инструмент, заданная с помощью функции H, прибавляется или вычитается из назначенной позиции оси Z, а ось Z затем перемещается в исправленную заданную позицию, т.е. заданная позиция оси Z, заданная в программе, сдвигается за счет значения (модуля) коррекции на инструмент.
- Определив "(G01) Z... ; G43 (or G44) H... ; " ось Z перемещается по траектории, которая соответствует значению коррекции на инструмент, указанную через функцию H.
- Определив "G43 (или G44) Z...H...H... ; " ось Z перемещается по траектории, которая соответствует разнице между предыдущим значением коррекции на инструмент и его новым значением.

## Команды перемещения

### 4.4 Функции коррекции на инструмент

#### Функция H для задания направления коррекции на инструмент

Направление коррекции на инструмент задается с помощью знака коррекции на длину инструмента, который активируется с помощью функции H и запрограммированной функцией G.

Таблица 4- 9 Знаки ставятся до показателя коррекции на инструмент и ее направления.

Знаки показателя коррекции на инструмент (функция H)	
	положительные
G43	Коррекция на инструмент в положительном направлении
G44	Коррекция на инструмент в отрицательном направлении

Пример программирования

H10 ..... Смещение -3.0

H11 ..... Коррекция 4,0

Датчик (индикатор) данных положения  
включая коррекцию  
(только ось Z):

N101 G92 Z0; 0.000  
N102 G90 G00 X1.0 Y2.0; 0.000  
N103 G43 Z-20. H10; -23.000  
N104 G01 Z-30. F1000; -33.000  
N105 G00 Z0 H00; 0.000

.

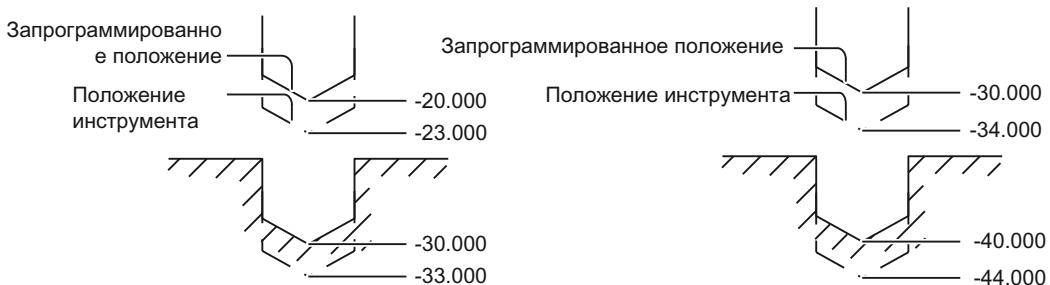
.

N201 G00 X-2.0 Y-2.0

N202 G44 Z-30 H11; -34.000

N203 G01 Z-40 F1000; -44.000

N204 G00 Z0 H00; 0.000



Изображение 4-10 Коррекция на положение инструмента

## Установки

- Технические характеристики \$MC\_TOOL\_CORR\_MOVE\_MODE определяют, нужно ли применять коррекцию на длину инструмента с выбором этой коррекции или только во время программирования перемещения осей.  
\$MC\_CUTTING\_EDGE\_DEFAULT = 0 определяет, что изначально коррекция на длину инструмента не активна во время смены инструмента.  
\$MC\_AUXFU\_T\_SYNC\_TYPE определяет, имеет ли место вывод функции T на контроллер с программируемой логикой или после поперечного перемещения.  
\$MC\_RESET\_MODE\_MASK, Бит 6, можно использовать для задания того, что действующая активная коррекция на длину инструмента останется активной даже после RESET (возврата в исходное положение).
- Коррекция на радиус вершины резца можно также вызвать для работы с коррекцией на длину инструмента.

## Коррекция на длину инструмента по нескольким осям

Коррекция на длину инструмента можно активировать по нескольким осям. Показание полученной коррекции на длину инструмента не возможно в таком случае.

### 4.4.3 Коррекция на радиус вершины резца (G40, G41, G42)

При коррекции на радиус вершины резца запрограммированные траектории инструмента автоматически сдвигаются на величину радиуса используемого режущего инструмента. Скорректированную траекторию (радиус режущего инструмента) можно сохранить в памяти параметров коррекции на инструмент с помощью панели оператора ЧПУ. Коррекции на инструмент можно также перезаписать с помощью команды G10 в УП обработки деталей; G10 нельзя использовать для создания новых инструментов.

Параметры коррекции на инструмент вызываются из программы с помощью задания номера памяти параметров коррекции на инструмент, используя функцию D.

## Команды

Коррекция на радиус резца вызывается с помощью следующих функций G:

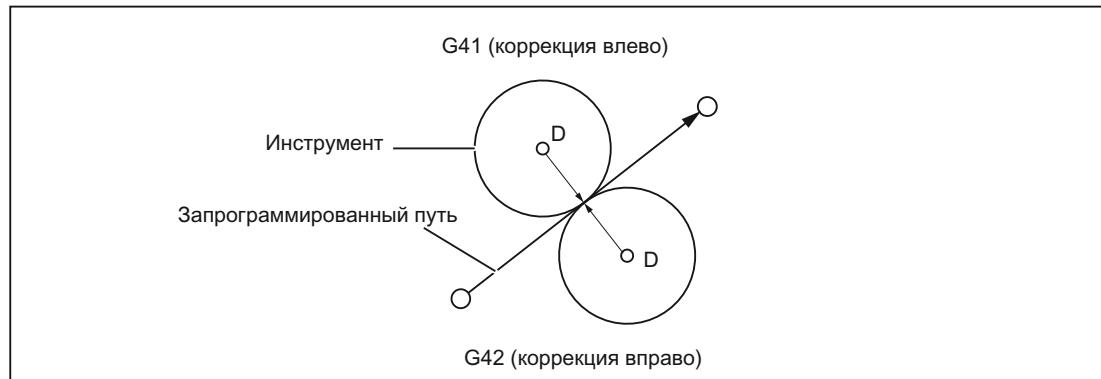
Таблица 4- 10Функции G для вызова коррекции на радиус резца

G-функция	Функция	Группа G
G40	Отмена коррекции на радиус режущего инструмента	07
G41	Коррекция на радиус инструмента (инструмент работает в направлении обработки слева от контура)	07
G42	Коррекция на радиус инструмента (инструмент работает в направлении обработки справа от контура)	07

## Команды перемещения

### 4.4 Функции коррекции на инструмент

Коррекция на радиус вершины резца вызывается либо с G41 или с G42 и отменяется с помощью G40. Направление коррекции задается через заданные функции G (G41, G42) и значение коррекции задается через функции D.



Изображение 4-11 Коррекция на радиус резца

- Отрицательное значение коррекции на радиус вершины резца эквивалентно изменению стороны коррекции (G41, G42). Функция D должна либо программироваться в том же кадре, что и G41 или G42, либо в предыдущем кадре. D00 означает, что радиус инструмента = "0".
- Выбор плоскости, в которой активен радиус инструмента, выполняется с помощью G17, G18 или G19. Функция G, используемая для выбора плоскости, должна программироваться в том же кадре, что и G41 или G42, или в кадре до G41 или G42.

Таблица 4- 11Функции G для выбора плоскости

G-функция	Функция	Группа G
G17	Выбор плоскости X-Y	02
G18	Выбор плоскости Z-X	02
G19	Выбор плоскости Y-Z	02

- Выбранную плоскость не следует изменять, если выбрана коррекция на инструмент, иначе будет выдано сообщение об ошибке.

### Активация/ отмена коррекции на радиус вершины резца

Следует запрограммировать команду передачи с помощью G0 или G1, если кадр ЧПУ содержит G40, G41 или G42. По крайней мере одна ось выбранной рабочей плоскости должна быть задана в этой команде передачи.

#### Примечание

#### Режим коррекции

Режим коррекции можно интерпретировать только за счет назначенного номера кадра коррекции или функций M, которые не содержат команды передачи или данные позиционирования в плоскости коррекции: Стандарт 3

**Примечание****Производитель станка**

Количество кадров успешных прерываний или функции M можно установить через технические характеристики станка 20250 CUTCOM\_MAXNUM\_DUMMY\_BLOCKS (смотри данные производителя станка).

**Примечание**

Кадр с нулем траектории также учитывается как прерывание!

**Смена G41 и G42 при работе с коррекцией на радиус вершины резца**

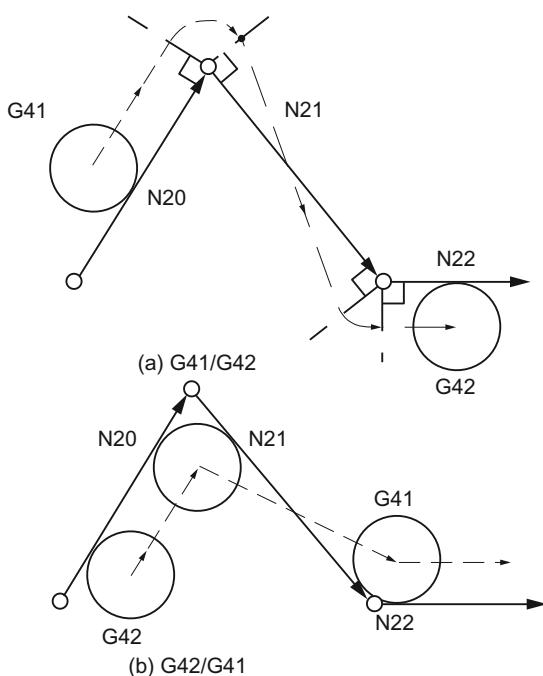
Направление коррекции (влево или вправо) можно изменить напрямую без необходимости покидать режим коррекции.

Новое направление коррекции встраивается в следующий кадр через перемещение оси.

Пример программирования  
N10 G17 G01 F... ;  
N11 G41 (G42) X... Y... ;  
.  
.

N20 G01 X... Y... F... ;  
N21 G42 (G41) X... Y... ;  
N22 X... ;

Установить для переключения направления коррекции



Примечание: Если содержимое кадра N21 воспроизводится в двух кадрах как указано ниже,  
G42 (or G41);  
X Y;  
направление коррекции также переключается таким же образом.

Изображение 4-12 Смена направления коррекции на инструмент в начале кадра и в его конце.

### Отмена коррекции на инструмент

Есть два способа отмены коррекции на инструмент, которые можно установить через установочные параметры 42494 \$SC\_CUTCOM\_ACT\_DEACT\_CTRL.

#### 1. Способ А:

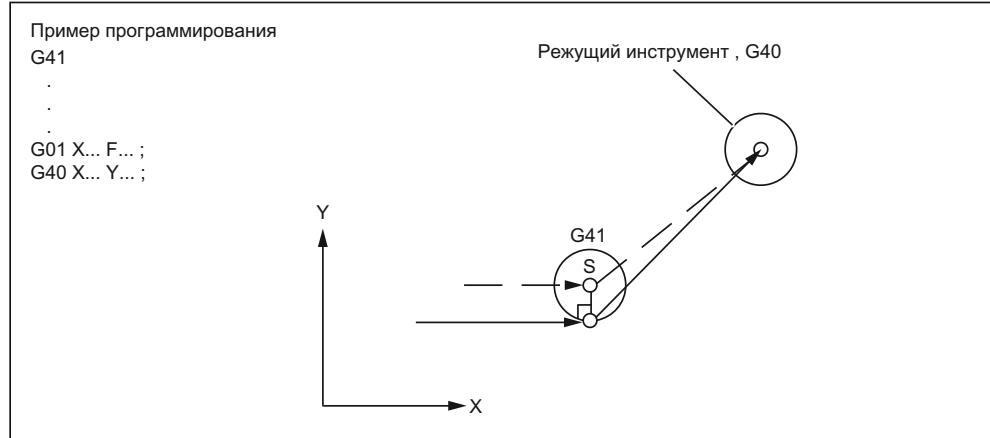
Если G40 запрограммировано в кадре без перемещения оси, то коррекция на радиус вершины резца отменяется только в следующем кадре с помощью перемещения оси.

#### 2. Способ В:

Если G40 запрограммировано в кадре без перемещения оси, то коррекция на радиус вершины резца отменяется немедленно. Т.е. линейная интерполяция (G00 или G01) должна быть активна в кадре, т.к. коррекцию на радиус вершины резца можно отменить только линейным перемещением. Подается аварийный сигнал, если линейная интерполяция активизируется во время выбора коррекции на радиус вершины резца.

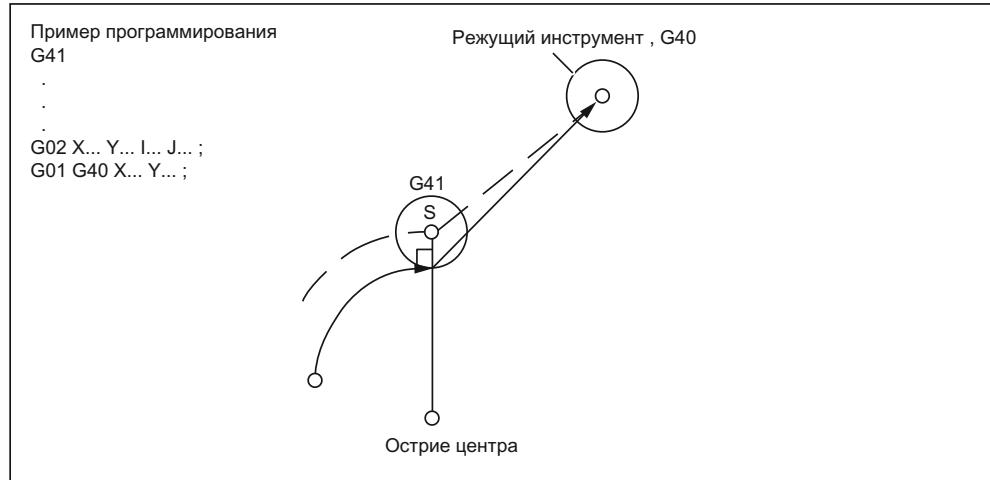
### Отмена режима коррекции на внутреннем угле (меньше 180°):

#### Прямая линия - прямая линия



Изображение 4-13 Отмена режима коррекции на внутреннем угле (прямая линия - прямая линия)

#### Дуга окружности - прямая линия



Изображение 4-14 Отмена режима коррекции на внутреннем угле (дуга окружности - прямая линия)

#### 4.4.4 Обнаружение столкновений

##### Активация через программу ЧПУ

Хотя функция "Обнаружение столкновений" доступна только в режиме Сименс, ее также можно использовать и в режиме диалект ISO. Активация и отмена должны выполняться только в режиме Сименс.

G290	;Активация режима Сименс
CDON	;Активация обнаружения мест схождения путей
G291	;Активация режима диалект ISO
...	
...	
G290	;Активация режима Сименс
CDOF	; Отмена обнаружения мест схождения путей
G291	;Активация режима диалект ISO

##### Активация заданных данных станка

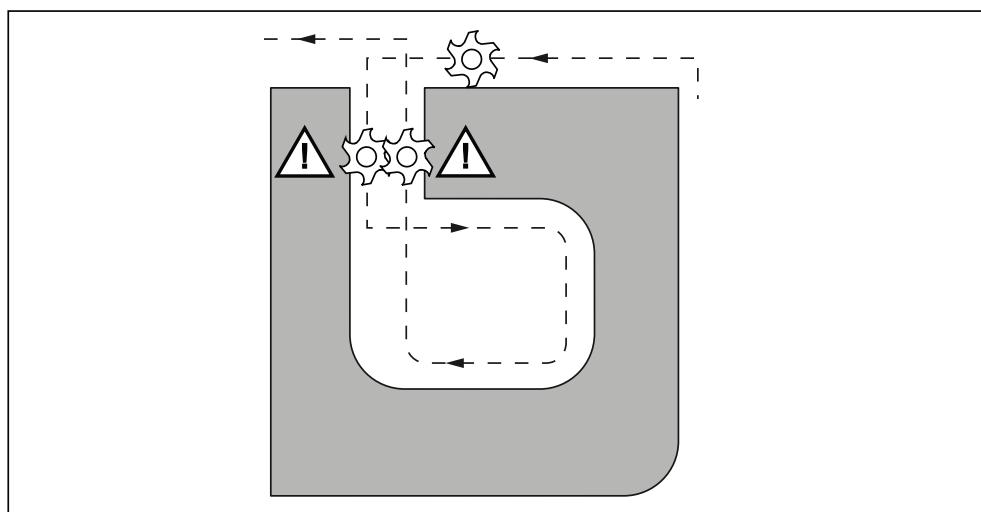
MD20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES[22] = 2: CDON (эффективный модальный)

MD20150 \$MC\_GCODE\_RESET\_VALUES[22] = 1: CDON (не эффективный модальный)

##### Функция

При активном режиме CDON (Обнаружение столкновений ВКЛ) и активной коррекции на радиус вершины резца, управляющая система отслеживает траектории инструмента через опережающее вычисление контура. Эта функция опережения обеспечивает обнаружение возможных столкновений заранее, а также контроль для их избежания.

При отключенном задании мест схождения путей (CDOF) поиск осуществляется по предыдущему кадру перемещения (на угловом резце для отверстий) десятичной точки пересечения для текущего кадра; если необходимо, поиск выполняется даже в более ранних кадрах. Сообщение об ошибке появляется, если не обнаружена точка пересечения путей с помощью этого способа.



Изображение 4-15      Обнаружение столкновений

CDOF можно использовать для избежания неверного обнаружения мест пересечения путей, полученного, например, из данных о пропуске отверстия, которые не доступны в программе ЧПУ.

---

**Примечание**

**Производитель станка**

Количество кадров ЧПУ, которые включены в контроль, можно установить через технические характеристики станка (смотри данные производителя станка).

---

**Примеры**

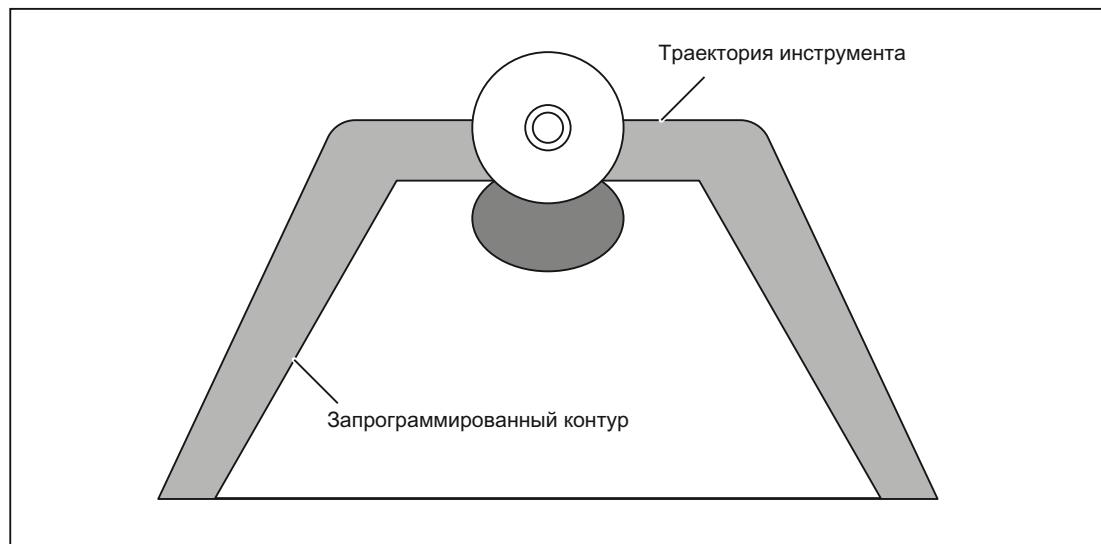
На следующих страницах дано несколько примеров критических ситуаций при обработке, которые можно обнаружить с помощью системы управления и скорректировать через изменения траектории инструмента.

Что избежать прерываний программы, во время окончательного утверждения программы следует выбирать только те инструменты, которые имеют наибольший радиус из всех.

В каждом следующем примере, для обработки контура выбирался инструмент с постепенным увеличением его радиуса.

**Обнаружение мест схождения путей**

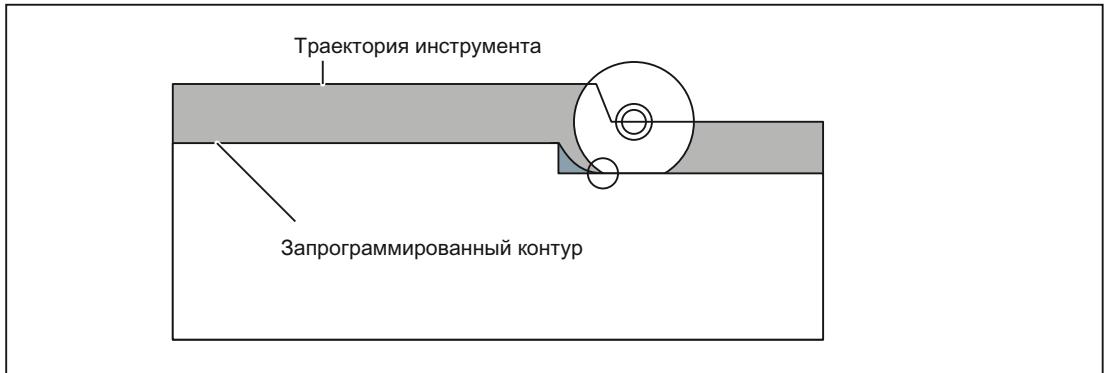
Т.к. выбранный радиус инструмента для обработки этого внутреннего контура слишком велик, места схождения путей обходятся. Получаем аварийный сигнал.



Изображение 4-16      Обнаружение мест схождения путей

**Обнаруженный контур короче, чем радиус инструмента.**

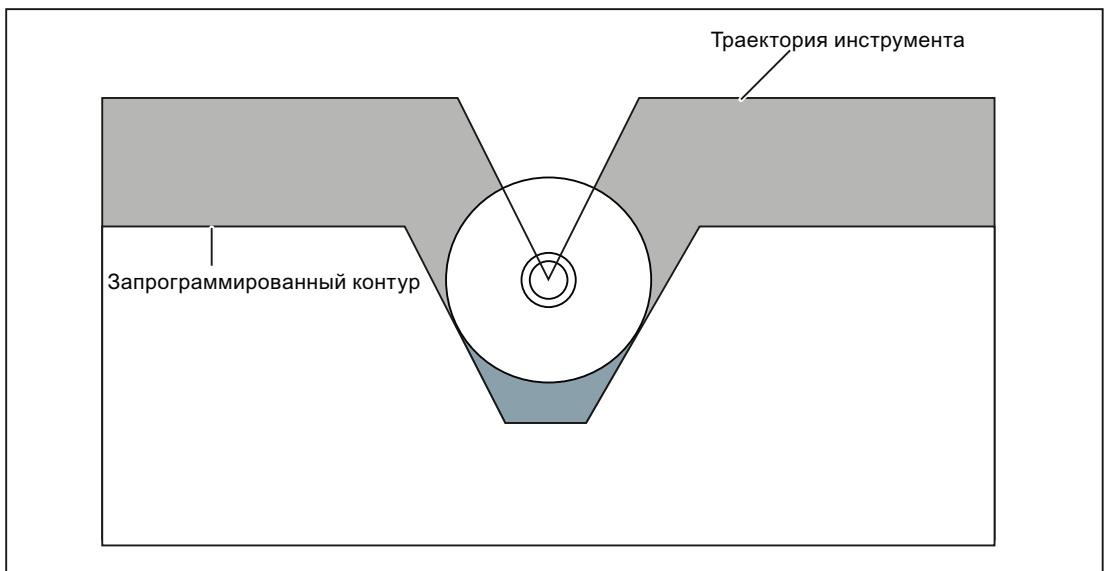
Инструмент (резец) перемещает его угол на переходную (сопряженную) окружность и затем точно следует по запрограммированному контуру.



Изображение 4-17     Обнаруженный контур короче, чем радиус инструмента.

**Радиус резца слишком большой для внутренней обработки**

В таких случаях обработка контура имеет место только до заданного момента без повреждения контура.



Изображение 4-18     Радиус резца слишком большой для внутренней обработки

## **4.5 S-, T-, M- и B функции**

### **4.5.1 Функция шпинделя (функция S)**

Скорость шпинделя задается в rpm (обороты в минуту) в адресе S. Направление вращения шпинделя выбирается с M3 и M4. M3= направление вращения шпинделя вправо, M4= направление вращения шпинделя влево. Шпиндель останавливается при помощи M5. Подробная информация указана в документации производителя.

- Команды S - модельные, т.е. они остаются активными до следующей команды S в запрограммированном режиме. Команда S выполняется, если шпиндель останавливается с M05. Если M03 или M04 программируются затем без задания команды S, то шпиндель начинает работу с первоначально запрограммированной скоростью.
- Если скорость шпинделя изменяется, пожалуйста обратите внимание , какая ступень зубчатого редуктора установлена в данное время для шпинделя. Подробная информация указана в документации производителя.
- Нижний предел команды S (S0 или команда S около S0) зависит от приводного двигателя или приводной системы шпинделя и отличается у разных станков. Отрицательные значения не допустимы для S! Подробная информация указана в документации производителя.

### **4.5.2 Функция инструмента (резца)**

Есть два варианта вывода команды для функции инструмента (резца). Подробная информация указана в документации производителя.

### **4.5.3 Дополнительная функция (функция M)**

Функции M инициируют операции переключения, такие как "Coolant ON/OFF" и другие функции станка. Различным функциям M уже назначены фиксированные функциональные возможности производителем станка с ЧПУ (смотри следующий раздел).

#### **Программирование**

M... Возможные значения: от 0 до 9999 9999 (максимальное значение прерывания), целое число

Все свободные номера функции M могут назначаться производителем, например для функций переключения , чтобы контролировать зажимные устройства или для включения/отключения других функций станка. Смотри информацию производителя станка.

Ниже описаны функции M по техническим характеристикам станка.

## Функции M для остановки работы (M00, M01, M02, M30)

Остановка программы выполняется с помощью функции M, обработка прерывается или заканчивается. Остановка шпинделя зависит от технических характеристик станка, указанных производителем. Подробная информация указана в документации производителя.

### M00 (остановка программы)

Обработка заканчивается в кадре технических характеристик станка с помощью M00. Сейчас, например, можно удалить зажимы, выполнить повторное измерение и т.д. Сигнал A - это выходной сигнал на контроллер с программируемой логикой. Программу можно продолжить с помощью <CYCLE START>.

### M01 (останов по дополнительному заданию)

M01 можно установить с помощью

- Блок связи оператора и станка "Управление программы" или
- интерфейс видеоустройства

Выполнение программы ЧПУ поддерживается с помощью M01, только если соответствующий сигнал интерфейса видеоустройств установлен или "Управление программы", что выбирается в диалоговом окне или через ЧМИ.

### M30 или M02 (завершение программы)

Программа завершается с помощью M30 или M02.

---

#### Примечание

Сигнал A - это выходной сигнал контроллера с программируемой логикой с M00, M01, M02 или M30.

---

---

#### Примечание

Информация о том, остановился шпиндель с помощью M00, M01, M02 или M30 или подача СОЖ прервана, доступна в документации производителя вашего станка.

---

#### **4.5.4      Функции M управления шпинделя**

Таблица 4- 12Функции M управления шпинделя

Функция M	Функция
M19	Позиционирование шпинделя
M29	Замена шпинделя в режиме регулирования по обратной связи/оси

Шпиндель перемещается в положение, заданное в установочных данных 43240 \$SA\_M19\_SPOS[номер шпинделя] с помощью M19. Режим позиционирования сохраняется в \$SA\_M19\_SPOS.

Можно также установить номер функции M для замены режима шпинделя (M29) с помощью изменения технических характеристик станка. MD20095 \$MC\_EXTERN\_RIGID\_TAPPING\_N\_NR используется для предварительной установки номера функции M. Только номера функции M, которые используются как стандартные функции M, можно назначать. Например M0, M5, M30, M98, M99 и т.д. запрещены.

#### **4.5.5      Функции M для вызова подпрограммы**

Таблица 4- 13Функции M для вызова подпрограммы

Функция M	Функция
M98	Вызов подпрограммы
M99	Окончание подпрограммы

В режиме ISO шпиндель переключается в осевой режим с помощью M29.

## 4.5.6 Макро вызов через функцию M

С помощью номеров M можно вызвать подпрограмму (макро) как для G65.

Конфигурация максимум 10 замещений функций M выполняется с помощью технических характеристик станка 10814 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE и 10815 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME.

Программирование идентично G65. Повторы можно программировать с помощью адреса L.

### Ограничения

Только одно замещение функции M (или только один вызов подпрограммы) можно сделать на строке программы обработки деталей. Конфликт из-за других вызовов подпрограммы осуществляется аварийным сигналом 12722. Нет еще замещения функции M в замещенной подпрограмме.

Во все остальном те же самые ограничения действительны как в G65.

Конфликты из-за предварительно заданными и другими заданными номерами M отклоняются аварийным сигналом.

### Пример конфигурации

Вызвать подпрограмму M101\_MAKRO с помощью функции M101 M:

```
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE[0] = 101
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE_NAME[0] = "M101_MAKRO"
```

Вызвать подпрограмму M6\_MAKRO с помощью функции M6 функции M:

```
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE[1] = 6
$MN_EXTERN_M_NO_MAC_CYCLE_NAME[1] = "M6_MAKRO"
```

Пример программирования замены инструмента с помощью функции M:

```
PROC MAIN
...
N10          M6 X10 V20                      ; Вызов программы M6_MAKRO
...
N90          M30
PROC M6_MAKRO
...
N0010        R10 = R10 + 11.11
N0020        IF $C_X_PROG == 1 GOTO N40      ; ($C_X_PROG)
N0030        SETAL(61000)                     ; запрограммированное значение
                                                ; не
                                                ; передается правильно
N0040        IF $C_V == 20 GTO N60            ; ($C_V)
N0050        SETAL(61001)
N0060        M17
```

#### **4.5.7           Функции M**

##### **Основные функции M**

Не конкретные функции M определяются производителем станка. Типичный пример использования основных функций M показан ниже. Подробная информация указана в документации производителя. Если команда M запрограммирована по осевому перемещению в одном кадре, то, что функция M должна выполнять в начале или конце кадра по достижении осевого положения, зависит от технических характеристик станка, установленных производителем. Подробная информация указана в документации производителя.

Таблица 4- 14 Другие основные функции M

Функция M	Функция	Примечания
M08	Режим СОЖ ON (включен)	Эти функции M определяются производителем станка.
M09	Режим СОЖ OFF (отключен)	

##### **Характеристики некоторых функций M в одном кадре**

Максимум пять функций M можно запрограммировать в кадре. Возможные сочетания функций M и возможные ограничения указаны в документации производителя станка.

##### **Дополнительные вспомогательные функции (функции B)**

Если B не используется как идентификатор оси, B можно использовать как расширенную вспомогательную функцию. Функции B - это выходные сигналы контроллеру с программируемой логикой как вспомогательные функции (функции H с адресным расширением H1=).

Пример: B1234 -это выходной сигнал как H1=1234.

## 4.6 Управление скоростью подачи

### 4.6.1 Система сжатия данных в режиме диалект ISO

Команды COMPOS, COMPCURV, COMPCAD являются командами на языке Сименс и они активируют функцию компрессора, которая сочетает несколько линейных кадров в одном секторе обработки. Если эта функция активирована в режиме Сименс, даже линейные кадры в режиме ISO можно сжать при помощи этой функции.

Кадры могут главным образом состоять из следующих команд:

- Номер кадра
- G01, модальный или в кадре
- Назначения осей
- Скорость подачи
- Комментарии

Если кадр содержит другие команды (например вспомогательные функции, другие коды G и т.п.), сжатие не происходит.

Значение определяет \$x для G, возможны оси и скорость рабочей подачи как при функции пропуска кадра.

Пример: Эти кадры сжимаются

```

N5      G290
N10    COMPOS
N15    G291
N20    G01 X100. Y100. F1000
N25    X100 Y100 F$3
N30    X$3 /1 Y100
N35    X100 (Ось 1)

```

Эти кадры не сжимаются

```

N5      G290
N10    COMPOS
N20    G291
N25    G01 X100 G17          ; G17
N30    X100 M22              ; ; Дополнительная функция в кадре
N35    X100 S200             ; Скорость шпинделя в кадре

```

#### **4.6.2 Точный останов (G09, G61), режим контурной обработки (g64), нарезание резьбы (G63)**

Путь ускоренной подачи контролируется как указано в таблице ниже.

Таблица 4- 15 Контроль пути ускоренной подачи

Идентификатор	G-функция	Эффективность кода G	Описание
Точный останов	G09	эффективен только в кадре, в котором соответствующая функция G запрограммирована.	Торможение и останов в конце кадра и положение контролируется до перехода в следующий кадр.
Точный останов	G61	Модальная функция G; остается эффективной до ее отмены через G63 или G64.	Торможение и останов в конце кадра и положение контролируется до перехода в следующий кадр.
Режим непрерывного фрезерования	G64	Модальная функция G; остается эффективной до ее отмены через G61 или G63.	Нет торможения и останова в конце кадра и положение до перехода в следующий кадр.
Режим нарезания резьбы	G63	Модальная функция G; остается эффективной до ее отмены через G61 или G64.	Нет торможения и останова в конце кадра и положение до перехода в следующий кадр; ручная коррекция скорости подачи не эффективна.

#### **Формат**

G09 X... Y... Z...	;	Точный останов, не модальный
G61	;	Точный останов, модальный
G64	;	Режим непрерывного фрезерования
G63	;	Режим нарезания резьбы

# Дополнительные функции

## 5.1 Программа поддержки функций

### 5.1.1 Фиксированный цикл сверления

Фиксированные циклы сверления упрощают написание программ для программистов. Часто выполняемые шаги обработки можно выполнить с помощью функции G; без фиксированных циклов следует запрограммировать несколько кадров УП станка с ЧПУ. Таким образом фиксированные циклы укорачивают программу обработки и экономят пространство памяти.

В диалект ISO вызывается оболочка цикла, которая использует функциональность стандартных циклов Сименс. Так алреса, запрограммированные в кадре ЧПУ передаются на оболочку цикла через системные переменные. Оболочка цикла регулирует эти данные и вызывает стандартный цикл Сименс.

Фиксированный цикл можно отменить только при помощи G80 или кода G из группы 1 кодов G до того как программа сможет продолжиться при помощи обратного цикла.

Фиксированные циклы сверления вызываются с помощью следующих функций G:

Таблица 5- 1 Обзор циклов сверления

G-функция	Сверление (направление -Z)	Обработка на базе сверления	Возврат (направления +Z )	Применения
G73	Прерванная ускоренная рабочая подача (задержка возможна при каждой подаче)	—	Ускоренная подача	Цикл высокоскоростного сверления глубоких отверстий
G74	Скорость рабочей подачи при нарезке	Останов шпинделя → Вращение шпинделя после запаздывания в противоположном направлении	Скорость подачи при нарезке → время запаздывания → Шпиндель поворачивается в противоположном направлении	Расточка левой резьбы
G76	Скорость рабочей подачи при нарезке	Позиционирование шпинделя → обратный путь извлечения	Ускоренная подача → Возврат пути извлечения, пуск шпинделя	Точное сверление расточки
G80	—	—	—	Отмена
G81	Скорость рабочей подачи при нарезке	—	Ускоренная подача	Сверление, предварительная расточка
G82	Скорость рабочей подачи при нарезке	Запазд.	Ускоренная подача	Сверление, коническое зенкование

## *Дополнительные функции*

### *5.1 Программа поддержки функций*

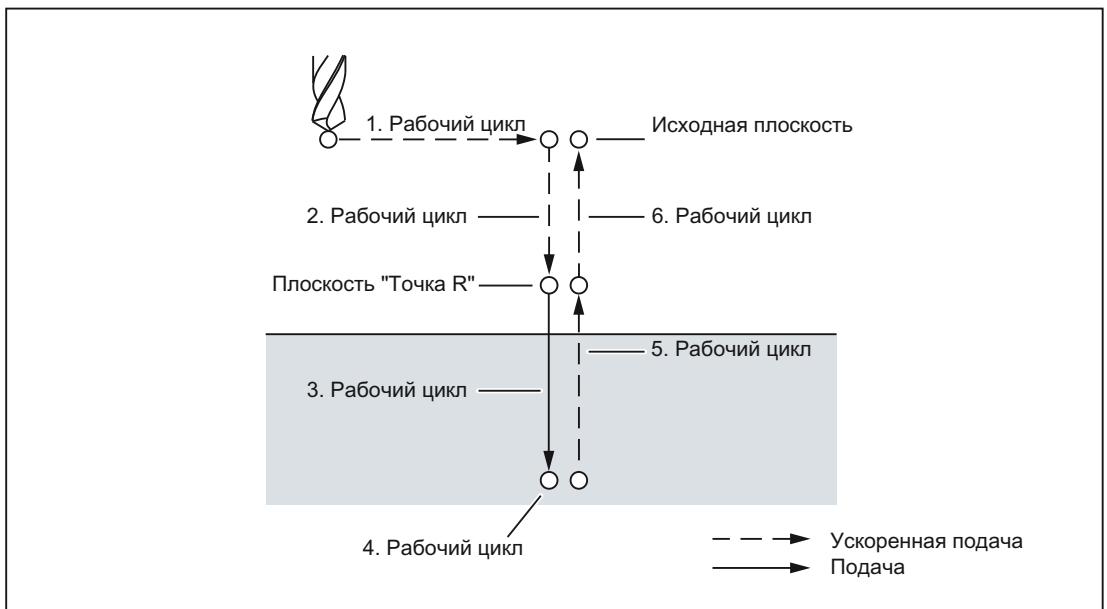
G-функция	Сверление (направление -Z)	Обработка на базе сверления	Возврат (направления +Z )	Применения
G83	Прерванная рабочая скорость подачи	—	Ускоренная подача	Сверление глубокого отверстия
G84	Скорость рабочей подачи при нарезке	Останов шпинделя → Пуск шпинделя после запаздывания в противоположном направлении	Скорость подачи при нарезке → время запаздывания → Шпиндель поворачивается в противоположном направлении	Режим нарезания резьбы
G85	Скорость рабочей подачи при нарезке	—	Скорость рабочей подачи при нарезке	Сверление
G86	Скорость рабочей подачи при нарезке	Останов шпинделя	Ускоренная подача → пуск шпинделя	Сверление
G87	Позиционирование шпинделя → обратный путь извлечения → быстрое перемещение → возврат пути извлечения → работа шпинделя вправо → скорость подачи при нарезке	Позиционирование шпинделя после запаздывания → обратный путь извлечения	Ускоренная подача → Возврат пути извлечения → пуск шпинделя	Сверление
G89	Скорость рабочей подачи при нарезке	Запазд.	Скорость рабочей подачи при нарезке	Сверление

### **Объяснения**

При использовании фиксированных циклов, последовательность работы в основном всегда такая, как указано ниже:

- 1. Рабочий цикл  
Позиционирование в плоскости X-Y со скоростью подачи при нарезке или скорости ускоренного перемещения
- 2. Рабочий цикл  
Быстрое перемещение к плоскости R
- 3. Рабочий цикл  
Обработка до глубины сверления Z
- 4. Рабочий цикл  
Обработка на базе сверления
- 5. Рабочий цикл  
Возврат в плоскость X-Y со скоростью подачи при нарезке или скорости ускоренного перемещения
- 6. Рабочий цикл

Быстрый отвод к плоскости позиционирования X-Y с ускоренным перемещением



Изображение 5-1 Последовательность операций в цикле сверления

В этой главе используется термин "сверлить", если он относится только к рабочему циклу, который выполняется с помощью фиксированных циклов, даже если следует ожидать, что есть фиксированные циклы для циклов сверления, расточки и нарезания резьбы.

### Определение текущей плоскости

В циклах сверления в основном предполагается, что текущая система координат, в которой должна выполняться операция по обработке, определяются через выбор плоскости G17, G18 или G19 и активации запрограммированной рабочей коррекции. Ось сверления затем всегда используется для этой системы координат.

До вызова цикла следует всегда выбрать коррекцию на длину резца. Она всегда перпендикулярна выбранной плоскости и остается активной даже после окончания цикла.

Таблица 5- 2 Плоскость позиционирования и ось сверления

G-функция	Плоскость позиционирования	Ось сверления
G17	Плоскость Xp-Yp	Zp
G18	Плоскость Zp-Xp	Yp
G19	Плоскость Yp-Zp	Xp

Xp: Ось X или оси параллельные оси X

Yp: Ось Y или оси параллельные оси Y

Zp: Ось Z или оси параллельные оси Z

### Примечание

Следует ли использовать ось Z всегда как ось сверления, можно определить с помощью USER DATA, \_ZSF[0]. Ось Z затем всегда будет осью сверления, если \_ZSF[0] равен "1".

### Выполнение фиксированного цикла

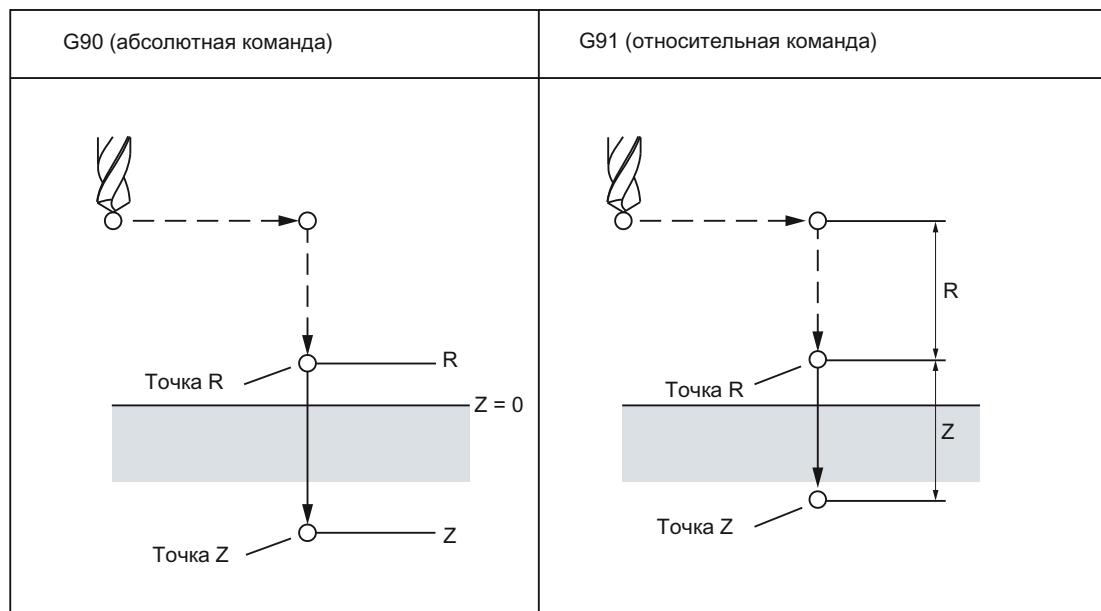
Для выполнения фиксированного цикла необходимо следующее:

1. Вызвать цикл

G73, 74, 76, 81 до 87 и 89

как функцию желаемой обработки

2. Формат данных G90/91



Изображение 5-2

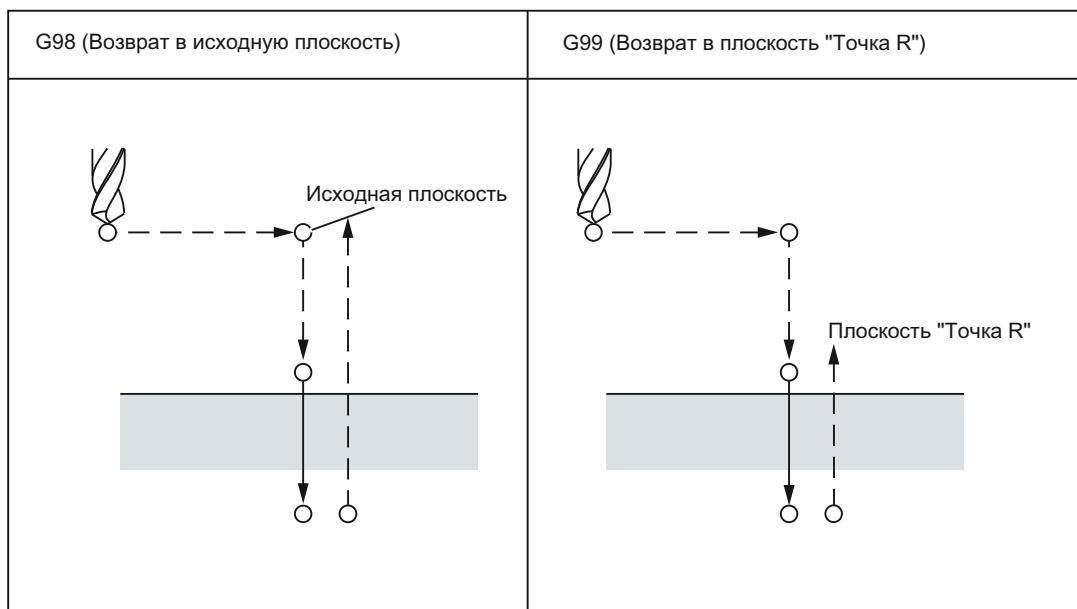
Абсолютная/ относительная команда G90/G91

3. Режим сверления

G73, G74, G76 и G81 до G87 и G89 - это модальные функции G и они остаются активными до их отмены. Выбранный цикл сверления указывается в каждом кадре. Полное назначение параметров циклов сверления следует программировать только во время выбора (например, G81). Только параметры, которые разрешено изменять, должны программироваться в следующем кадре.

4. Плоскость позиционирования/ базовая (G98/G99)

Используя фиксированные циклы, плоскость отвода для оси Z задается с помощью G98/99. G98/G99 - модальные функции G. Закрытое положение - нормально для G98.



Изображение 5-3 Плоскость для точки возврата (G98/G99)

## Повтор

Если вы хотите сделать несколько одинаковых по форме отверстий, количество повторов задается с помощью "K". "K" эффективен только в кадре, в котором он запрограммирован. Если положение просверленного отверстия запрограммировано как абсолютное (G90), сверление выполняется в том же самом положении снова; т.е. положение просверленного отверстия следует задавать как (G91). с приращением.

## Комментарии

Вызов цикла остается активным до его отмены снова с помощью функций G G80, G00, G01, G02 или G03 или другого вызова цикла.

## Символы и цифры

Некоторые фиксированные циклы сверления объясняются в следующих разделах. Следующие символы используются в номерах, встречающихся в этих объяснениях:

— — →	Позиционирование (ускоренная подача G00)
— →	Рабочая подача (линейная интерполяция G01)
~~~→	Ручная подача
M19	Ориентированный останов шпинделя
➡	(Шпиндель останавливается в заданном повернутом положении)
P	Перемещение (ускоренная подача G00)
	Запаздывание

Изображение 5-4 Иконки в номерах

### 5.1.2 Цикл высокоскоростного сверления глубоких отверстий с измельчением стружки (G73)

Резец работает на запрограммированной скорости шпинделя и ускоренной подаче до получения назначеннной глубины. Сверление глубоких отверстий выполняется с подачей на максимальную назначенную глубину, выполняемую несколько раз, постепенно увеличивающуюся до получения заданной глубины сверления. По выбору спиральное сверло можно извлекать после каждой подачи на глубину либо в базовую плоскость + припуск на безопасное удаление зажимов или на длину запрограммированного пути извлечения измельченной стружки.

#### Формат

G73 X... Y... R... Q... F... K... ;

X, Y: Положение просверливаемого отверстия

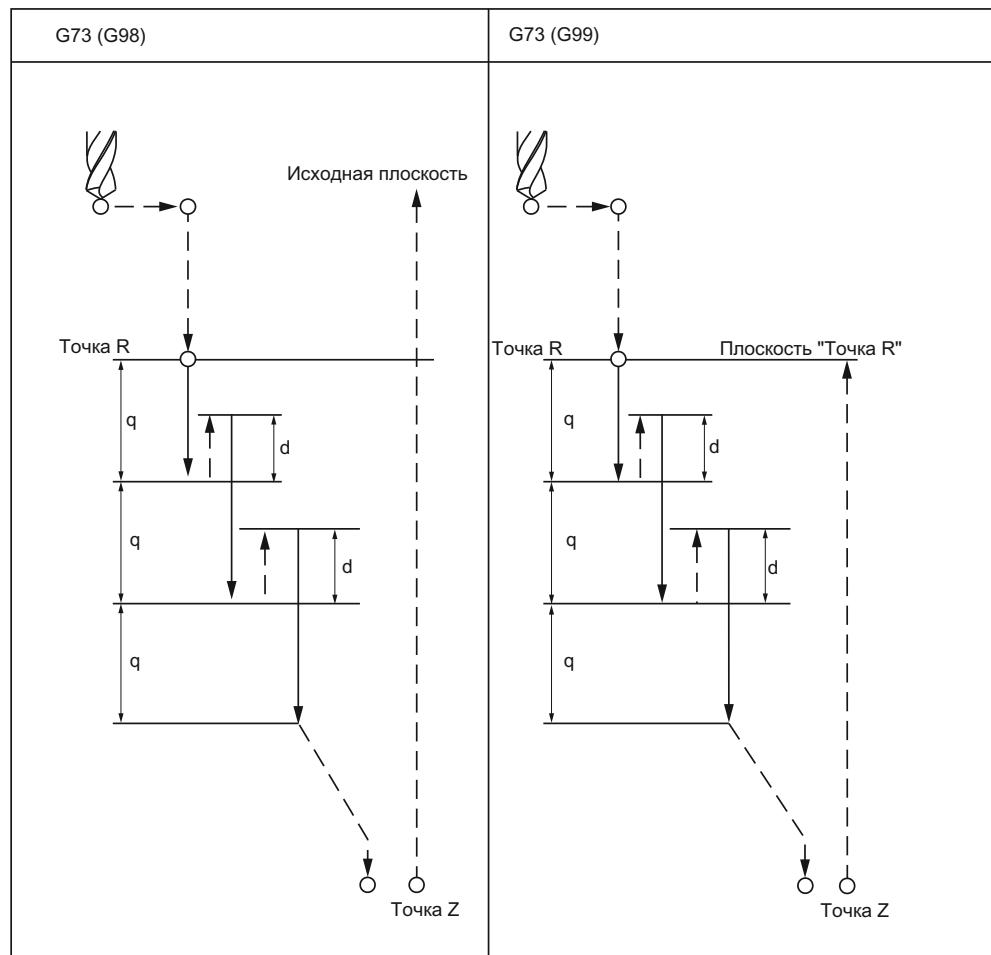
Z: Расстояние от точки до базы просверленного отверстия

R: Расстояние от исходной плоскости до плоскости R

Q: Глубина сверления шпинделя

F: Скорость подачи

K: Количество повторов



Изображение 5-5 Цикл высокоскоростного сверления глубоких отверстий с измельчением стружки (G73)

## Объяснения

Используя цикл G73 действия по извлечению инструмента происходят после сверления с ускоренной подачей. Припуск на безопасность можно определить с помощью GUD\_ZSFR[0]. Количество извлечений из измельченной стружки (d) задается с помощью GUD\_ZSFR[1]:

\_ZSFR[1] > 0 Величина извлечения как при вводе

\_ZSFR[1] = 0 Величина извлечения при удалении стружки всегда равна 1 мм.

Если подача осуществляется при помощи глубины нарезки для каждого реза Q, которая является относительной, с величиной извлечения d как вторая подача.

Ускоренная подача при сверлении завершается этим циклом сверления. Удаление стружки осуществляется через перемещение при извлечении.

## Ограничения

### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

### Сверление глубокого отверстия

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

### Q/R

Всегда программируйте Q и R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

### Отмена

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G73 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отменится функция G73.

### Пример

M3 S1500	; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.	
G90 G99 G73 X200. Y-150. Z-100.	;Позиционирование, сверление отверстия 1,
R50. Q10. F150.	;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 2,
	;затем возврат в точку R
Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 3,
	;затем возврат в точку R
X950.	;Позиционирование, сверление отверстия 4,
	;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 5,
	;затем возврат в точку R
G98 Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 6,
	;затем возврат в исходную плоскость
G80	; Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0	;Возврат в базовую точку
M5	; Останов шпинделя

## Дополнительные функции

### 5.1 Программа поддержки функций

#### 5.1.3 Цикл чистового сверления (G76)

Точное сверление выполняется в цикле чистового сверления.

##### Формат

G76 X... Y... R... Q... P... F... K... ;

X, Y: Положение просверливаемого отверстия

Z\_: Расстояние от точки R до дна отверстия

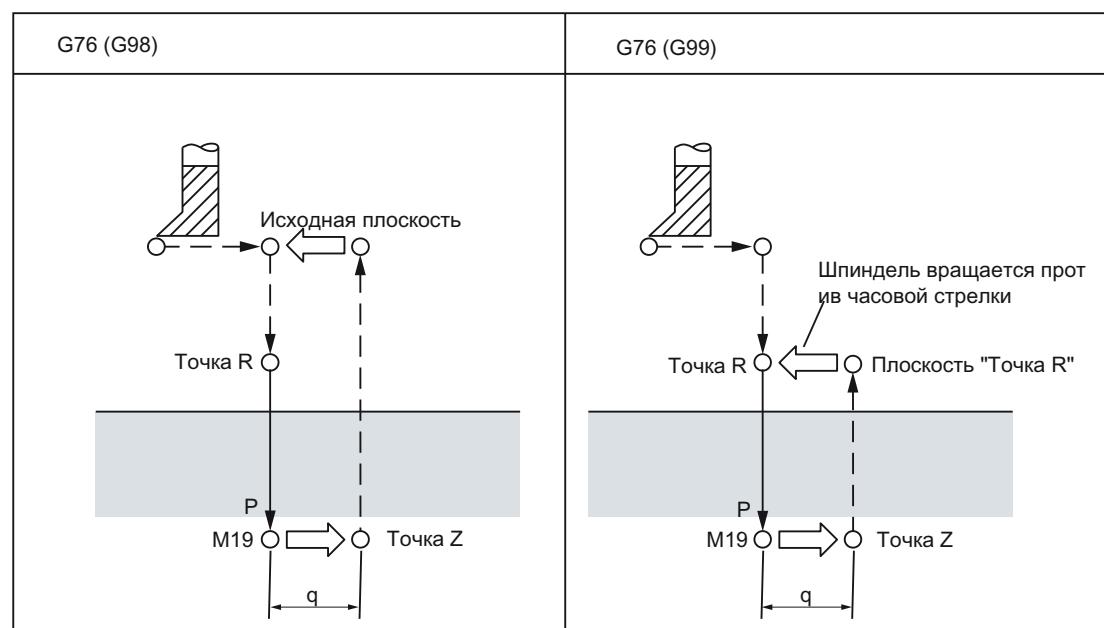
R\_: Расстояние от исходной плоскости до плоскости точки R

Q\_: Значение коррекции на нижней части отверстия

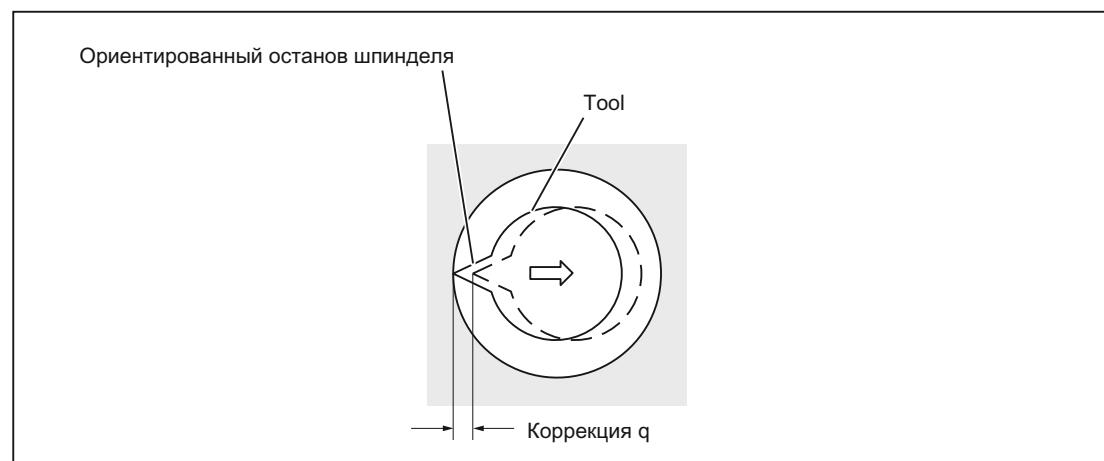
P\_: Время запаздывания на нижней части отверстия

F\_: Скорость подачи

K\_: Количество повторов



Изображение 5-6 Цикл чистового сверления (G76)



**!ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Адрес Q - модальная величина, которая сохраняется в фиксированном цикле. Пожалуйста, убедитесь, что этот адрес также используется, как интерфейс для циклов G73 и G83!

## Объяснения

Шпиндель останавливается в фиксированном положении после того, как достигается дно отверстия. Инструмент (резец) возвращается напротив режущей кромки.

Припуск на безопасность можно определить с помощью GUD \_ZSFR[0]. Путь отрыва можно определить с помощью \_ZSFR[5].

	G17	G18	G19
_ZSFI[5] = 1	+X	+Z	+Y
_ZSFI[5] = 0 или 2	-X	-Z	-Y
_ZSFI[5] = 3	+Y	+X	+Z
_ZSFI[5] = 4	-Y	-X	-Z

Следовательно нужно определить угол в USER DATA, \_ZSFR[2] таким образом, чтобы режущая кромка указывала на противоположное направление после остановки шпинделя, для пути отрыва.

## Ограничения

### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

### Сверление

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

### Q/R

Всегда программируйте Q и R в одном кадре с движением извлечения, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

Только одно положительное значение следует определить в каждом случае для величины адреса Q. Если задается отрицательное значение для Q, знак игнорируется. Q устанавливается равным "0", если путь отхода не программируется. В этом случае, цикл выполняется без отхода.

### Отмена

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G76 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отнимется функция G76.

## Пример

```

M3 S300 ; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.
G90 G99 G76 X200. Y-150. Z-100. ;Позиционирование, сверление отверстия 1,
R50. Q10. P1000 F150. ;затем возврат в точку R и
; для остановки на 1 с на дне отверстия
Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 2,
;затем возврат в точку R
Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 3,
;затем возврат в точку R
X950. ;Позиционирование, сверление отверстия 4,
;затем возврат в точку R
Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 5,
;затем возврат в точку R
G98 Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 6,
;затем возврат в исходную плоскость
G80 ;Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0 ;Возврат в базовую точку
M5 ;Останов шпинделя

```

### 5.1.4

### Цикл сверления отверстий, расточка (G81)

Этот цикл можно использовать для центровки и предварительной расточки. Движение отвода начинается немедленно с быстрой скоростью при достижении глубины сверления Z.

#### Формат

G81 X... Y... R... F... K... ;

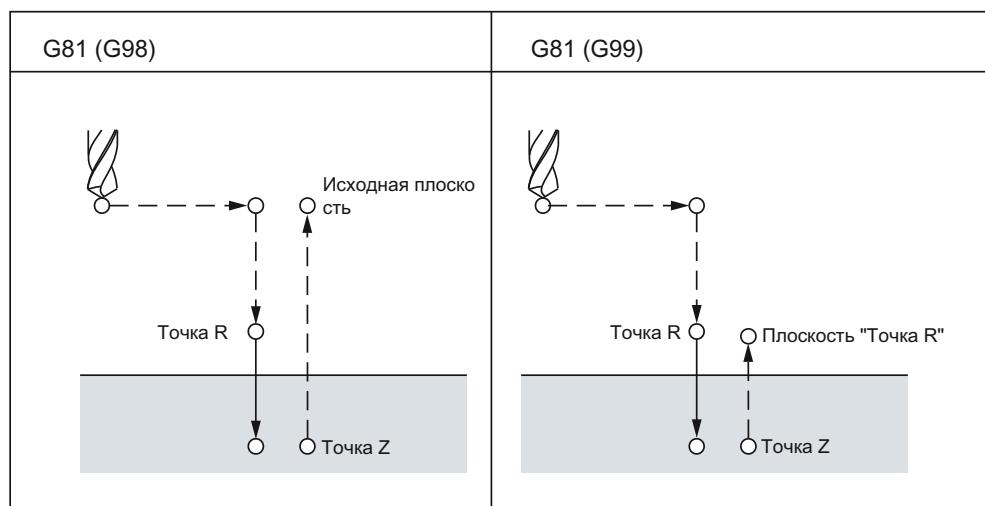
**X,Y:** Положение просверливаемого отверстия

**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

**R:** Расстояние от исходной плоскости до плоскости R

**F:** Скорость рабочей подачи при нарезке

**K:** Количество повторов



Изображение 5-7

Цикл сверления отверстий, расточка (G81)

## Ограничения

### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

### Сверление

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

### R

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

### Отмена

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G76 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отменится функция G76.

### Пример

M3 S1500	; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.	
G90 G99 G81 X200. Y-150. Z-100. R50. F150.	;Позиционирование, сверление отверстия 1, ;затем возврат в точку R и ;для остановки на 1 с на дне отверстия
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 2, ;затем возврат в точку R
Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 3, ;затем возврат в точку R
X950.	;Позиционирование, сверление отверстия 4, ;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 5, ;затем возврат в точку R
G98 Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 6, ;затем возврат в исходную плоскость
G80	;Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0	;Возврат в базовую точку
M5	;Останов шпинделя

### 5.1.5 Цикл зенкования по цилиндуру (G82)

Этот цикл можно использовать для обычного сверления. Запрограммированное время запаздывания можно активировать при достижении глубины сверления Z; затем выполняется отход с быстрым перемещением.

#### Формат

G82 X... Y... R... P... F... K... ;

**X, Y:** Положение просверливаемого отверстия

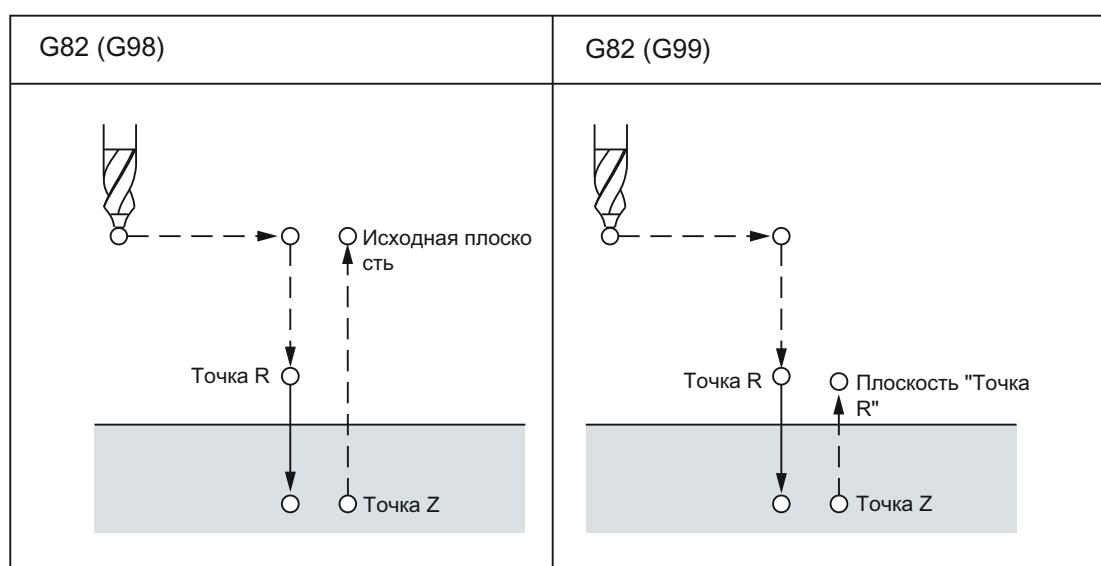
**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

**R:** Расстояние от исходной плоскости до плоскости R

**P:** Время запаздывания на нижней части отверстия

**F:** Скорость подачи

**K:** Количество повторов



Изображение 5-8

Цикл зенкования по цилиндуру (G82)

#### Ограничения

#### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

#### Сверление

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

**R**

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

**Отмена**

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G82 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отменится функция G82.

**Пример**

M3 S2000	; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.	
G90 G99 G82 X200. Y-150. Z-100. R50. P1000 F150.	;Позиционирование, сверление отверстия 1, ;остановка на дне отверстия на 1 с ;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 2, ;затем возврат в точку R
Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 3, ;затем возврат в точку R
X950.	;Позиционирование, сверление отверстия 4, ;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 5, ;затем возврат в точку R
G98 Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 6, ;затем возврат в исходную плоскость
G80	;Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0	;Возврат в базовую точку
M5	;Останов шпинделя

**5.1.6 Цикл сверления глубоких отверстий с удалением стружки (G83)**

Цикл "Сверление глубоких отверстий с удалением стружки" можно использовать, например, для сверления глубоких отверстий с вторичным нарезанием.

**Формат**

G83 X... Y... R... Q... F... K... ;

**X,Y:** Положение просверливаемого отверстия

**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

**R:** Расстояние от исходной плоскости до плоскости R

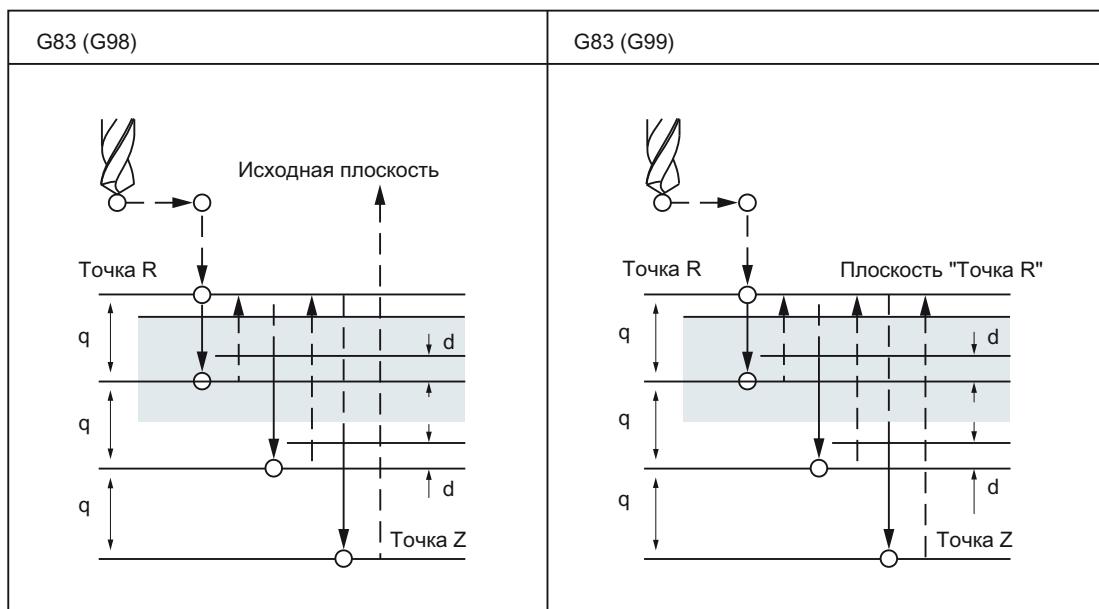
**Q:** Глубина нарезки для каждого подхода

**F:** Скорость подачи

**K:** Количество повторов

## Дополнительные функции

### 5.1 Программа поддержки функций



Изображение 5-9

Цикл сверления глубоких отверстий с удалением стружки (G83)

## Ограничения

## Объяснения

После того как запрограммированная глубина нарезания будет достигнута для каждой скорости рабочей подачи Q, будет выполнено обратное перемещение к базовой плоскости R с быстрым перемещением. Движение подхода к новому резу также выполняется снова с быстрым перемещением и по траектории (d), которую можно установить в USER DATA, \_ZSFR[10]. Траектория и глубина нарезки для каждой скорости рабочей подачи Q перемещается со скоростью рабочей подачи. Q - относительное без необходимости задавать знаки.

## Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

## Сверление

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, X, Y, Z или R., запрограммированы.

## Q/R

Всегда программируйте Q и R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

## Отмена

Функции G из группы 01 (G00 до G03) и G83 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. отменяется G83.

## Пример

```

M3 S2000 ; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.

G90 G99 G83 X200. Y-150. Z-100. ;Позиционирование, сверление отверстия 1,
R50. Q10. F150. ;затем возврат в точку R

Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 2,
;затем возврат в точку R

Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 3,
;затем возврат в точку R

X950. ;Позиционирование, сверление отверстия 4,
;затем возврат в точку R

Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 5,
;затем возврат в точку R

G98 Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 6,
;затем возврат в исходную плоскость

G80 ;Отмена фиксированного цикла

G28 G91 X0 Y0 Z0 ;Возврат в базовую точку

M5 ;Останов шпинделя

```

## Примечание

### If \_ZSFR[10]

- > 0 = значение используется для производной траектории "d" (минимум 0.001)
- = 0 = Произвольная траектория 30 мм и значение произвольной траектории всегда 0.6 мм. Глубина сверления/ формула 50 всегда используется для более глубокого сверления (максимальное значение 7 мм).

### 5.1.7 Цикл расточки (G85)

#### Формат

G85 X... Y... R... F... K... ;

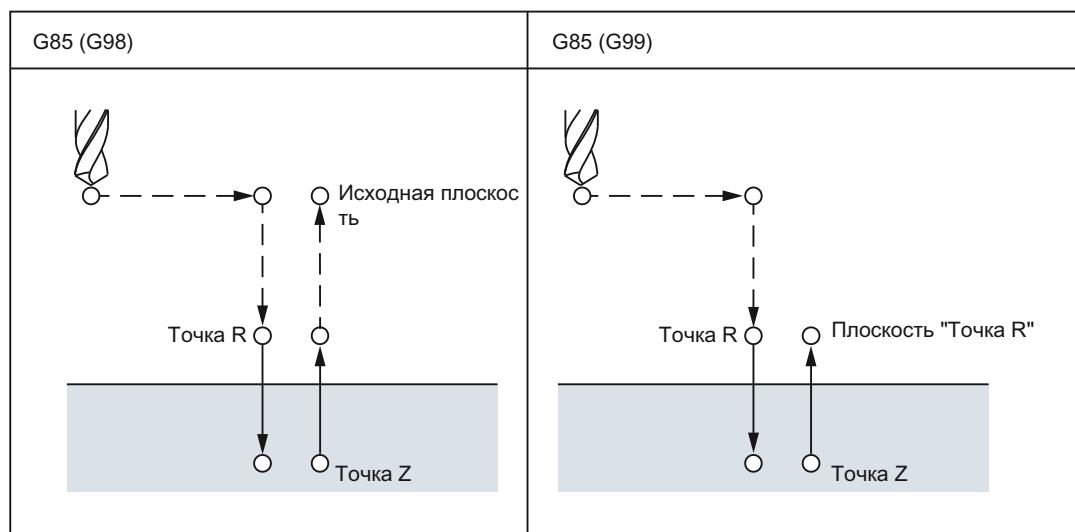
X, Y: Положение просверливаемого отверстия

Z: Расстояние от точки R до дна отверстия

R: Расстояние от исходной плоскости до плоскости R

F: Скорость подачи

K: Количество повторов



Изображение 5-10 Цикл расточки (G85)

#### Объяснения

Поперечное перемещение выполняется в точке R с быстрой подачей после позиционирования по осям X и Y. Сверление выполняется из точки R к точке Z. При достижении точки Z, движение отхода в точку R выполняется со скоростью подачи для нарезки.

#### Ограничения

##### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

##### Сверление

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

**R**

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

**Отмена**

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G85 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отнимется функция G85.

**Пример**

M3 S150	; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.	
G90 G99 G85 X200. Y-150. Z-100.	;Позиционирование, сверление отверстия 1,
R50. F150.	;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 2,
	;затем возврат в точку R
Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 3,
	;затем возврат в точку R
X950.	;Позиционирование, сверление отверстия 4,
	;затем возврат в точку R
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 5,
	;затем возврат в точку R
G98 Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 6,
	;затем возврат в исходную плоскость
G80	;Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0	;Возврат в базовую точку
M5	;Останов шпинделя

### 5.1.8 Цикл расточки (G86)

#### Формат

G86 X... Y... R... F... K... ;

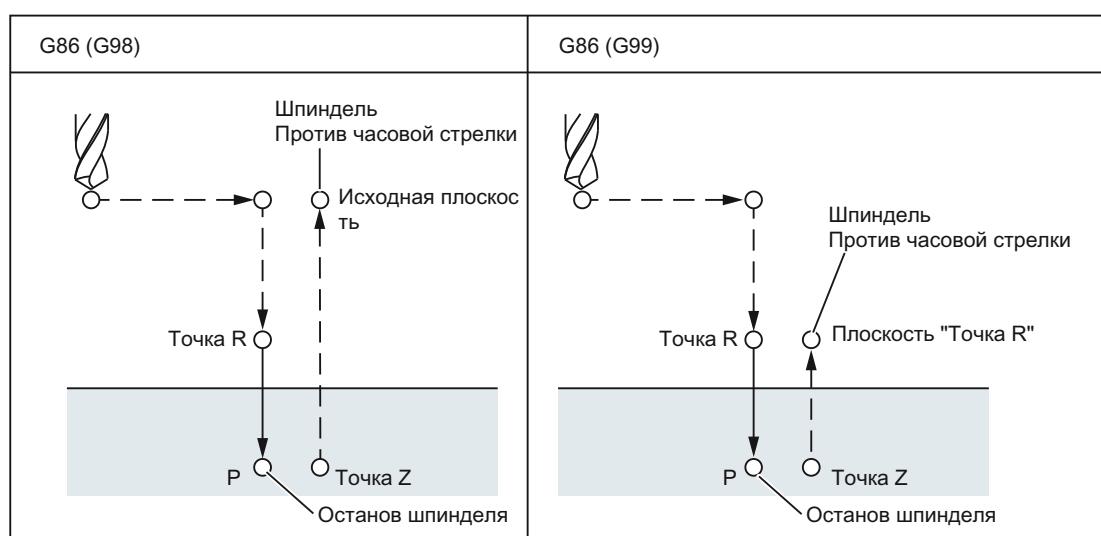
X, Y: Положение просверливаемого отверстия

Z: Расстояние от точки R до дна отверстия

R: Расстояние от исходной плоскости до точки R

F: Скорость подачи

K: Количество повторов



Изображение 5-11 Цикл расточки (G86)

#### Объяснения

Точка R достигается с быстрым перемещением после позиционирования осей X и Y. Сверление выполняется от точки R до точки Z. Инструмент возвращается в режиме быстрого перемещения после того, как останавливается шпиндель на дне отверстия.

#### Ограничения

#### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

## Сверление

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

### R

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

## Отмена

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G86 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отменится функция G86.

## Пример

```

M3 S150 ; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.
G90 G99 G86 X200. Y-150. Z-100. ;Позиционирование, сверление отверстия 1,
R50. F150. ;затем возврат в точку R
Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 2,
;затем возврат в точку R
Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 3,
;затем возврат в точку R
X950. ;Позиционирование, сверление отверстия 4,
;затем возврат в точку R
Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 5,
;затем возврат в точку R
G98 Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 6,
;затем возврат в исходную плоскость
G80 ; Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0 ;Возврат в базовую точку
M5 ; Останов шпинделя

```

### 5.1.9 Цикл расточки - обратное коническое зенковование (G87)

Этот цикл можно использовать для точного сверления.

#### Формат

G87 X... Y... R... Q... P... F... K... ;

**X, Y:** Положение просверливаемого отверстия

**Z:** Расстояние от дна отверстия до плоскости точки Z

**R:** Расстояние от исходной плоскости до плоскости точки R (дно отверстия)

**Q:** Величина коррекции на инструмент

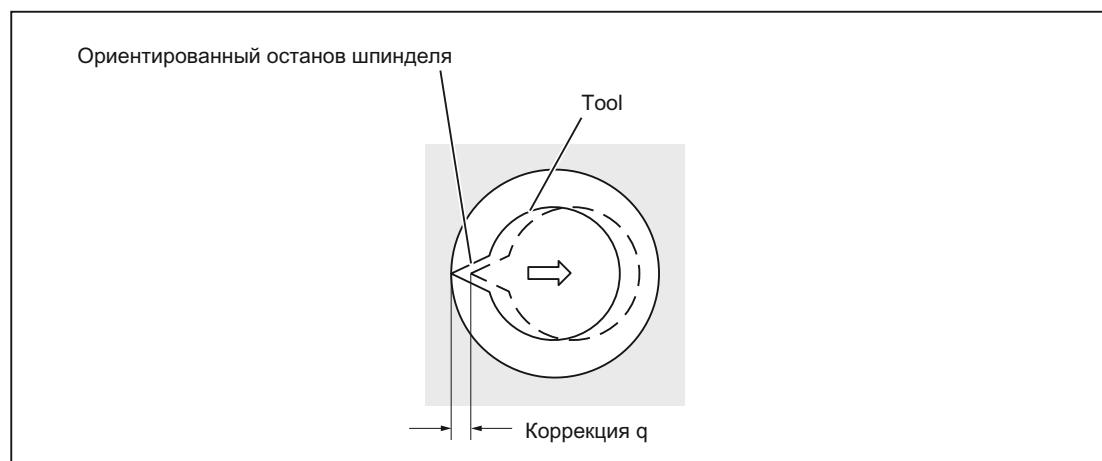
**P:** Время запаздывания

**F:** Скорость подачи

**K:** Количество повторов

G87 (G98)	G87 (G99)
 Не используется	

Изображение 5-12 Цикл расточки, обратное коническое зенкование (G87)



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Адресс Q (изменение скоростей на базе просверленного отверстия) - это модальная величина, которая сохраняется в фиксированных циклах. Пожалуйста, убедитесь, что этот адрес также используется, как интерфейс для циклов G73 и G83!

## Объяснения

Шпиндель останавливается в фиксированном положении поворота после позиционирования по осям X и Y. Инструмент (резец) возвращается в обратном направлении к направлению режущей кромки. Он позиционируется на дне отверстия (точка R) при быстром перемещении.

И наконец, инструмент сдвигается в направлении режущей кромки и шпиндель начинает вращаться по часовой стрелке. Сверление выполняется по оси Z в положительном направлении до точки Z.

Шпиндель останавливается в фиксированном положении после того, как достигается дно отверстия. Инструмент (резец) возвращается напротив режущей кромки.

Припуск на безопасность можно определить с помощью GUD \_ZSFR[0].

Путь отрыва можно определить с помощью \_ZSFR[5].

	G17	G18	G19
_ZSFR[5] = 1	+X	+Z	+Y
_ZSFII[5] = 0 или 2	-X	-Z	-Y
_ZSFII[5] = 3	+Y	+X	+Z
_ZSFII[5] = 4	-Y	-X	-Z

Следовательно нужно определить угол в USER DATA, \_ZSFR[2] таким образом, чтобы режущая кромка указывала на противоположное направление после остановки шпинделя, для пути отрыва.

Пример:

Если активна G17, режущая кромка должна указывать в направлении +X.

## Ограничения

### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

## *Дополнительные функции*

### *5.1 Программа поддержки функций*

#### **Сверление**

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

#### **Q/R**

Всегда программируйте Q и R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

Только одно положительное значение следует определить в каждом случае для величины адреса Q. Если определяется отрицательное значение для Q, знак игнорируется. Q устанавливается равным "0", если путь отхода не программируется. В этом случае, цикл выполняется без отхода.

#### **Отмена**

Функции G из группы 01 (G00 до G03) и G87 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. отменяется G87.

#### **Пример**

M3 S400	; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.	
G90 G87 X200. Y-150. Z-100.	;Позиционирование, сверление отверстия1,
R50. Q3. P1000 F150.	;ориентация к исходной плоскости,
	;затем проходит 3мм,
Y-500.	;половину за 1 с на точку Z
Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 2
X950.	;Позиционирование, сверление отверстия 3
Y-500.	;Позиционирование, сверление отверстия 4
G98 Y-700.	;Позиционирование, сверление отверстия 5
G80	;Позиционирование, сверление отверстия 6
G28 G91 X0 Y0 Z0	;Отмена фиксированного цикла
M5	;Возврат в базовую точку
	;Останов шпинделя

### 5.1.10 Цикл расточки (G89)

#### Формат

G89 X... Y... R... P... F... K... ;

**X,Y:** Положение просверливаемого отверстия

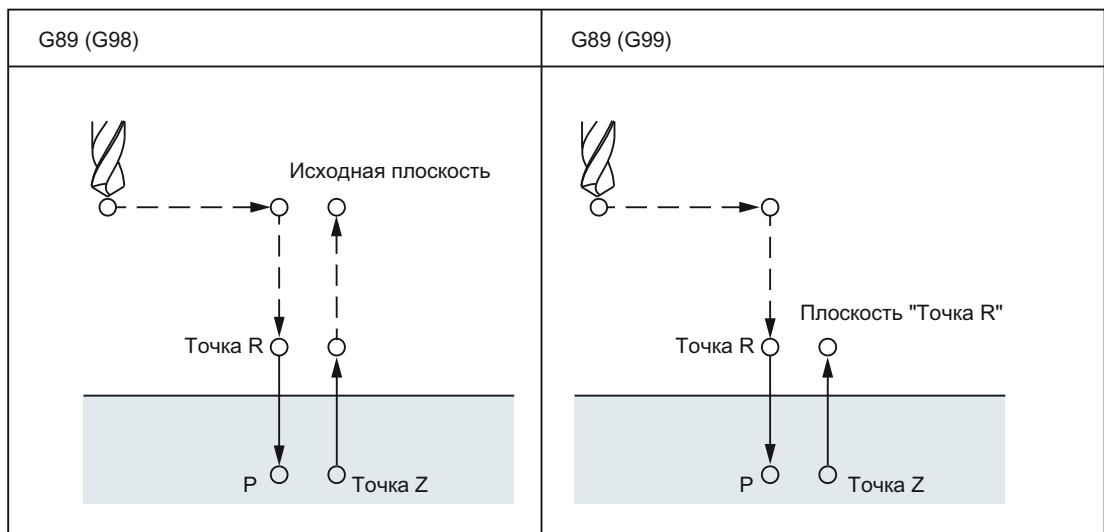
**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

**R:** Расстояние от исходной плоскости до точки R

**P:** Время запаздывания на нижней части отверстия

**F:** Скорость подачи

**K:** Количество повторов



Изображение 5-13 Цикл расточки (G89)

#### Объяснения

Этот цикл похож на G86 с одним лишь отличием - время запаздывания на дне отверстия еще доступно.

До программирования G89, шпиндель должен начинаться с функции M.

#### Ограничения

#### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл.

## **Сверление**

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

## **R**

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

## **Отмена**

Функции G из группы 01 (G00 до G03) и G89 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. отменяется G89.

## **Пример**

```
M3 S150 ; Круговое перемещение хвостовика
G90 G0 Z100.
G90 G99 G89 X200. Y-150. Z-100. ;Позиционирование, сверление отверстия 1,
R50. P1000 F150. ;затем остановка на 1 с на дне отверстия
Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 2,
;затем возврат в точку R
Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 3,
;затем возврат в точку R
X950. ;Позиционирование, сверление отверстия 4,
;затем возврат в точку R
Y-500. ;Позиционирование, сверление отверстия 5,
;затем возврат в точку R
G98 Y-700. ;Позиционирование, сверление отверстия 6,
;затем возврат в исходную плоскость
G80 ; Отмена фиксированного цикла
G28 G91 X0 Y0 Z0 ;Возврат в базовую точку
M5 ; Останов шпинделя
```

### 5.1.11 Цикл "Сверление правой резьбы без патрона с коррекцией "(G84)

Резец работает на запрограммированной скорости шпинделя и ускоренной подаче до получения назначеннной глубины. С помощью G84 можно выполнить жесткое нарезание.

#### Примечание

G84 можно использовать, если используемый шпиндель для операции сверления технически подходит для работы в режиме с позиционным управлением шпинделя.

#### Формат

G84 X... Y... Z... R... P... F... K... ;

**X,Y:** Положение просверливаемого отверстия

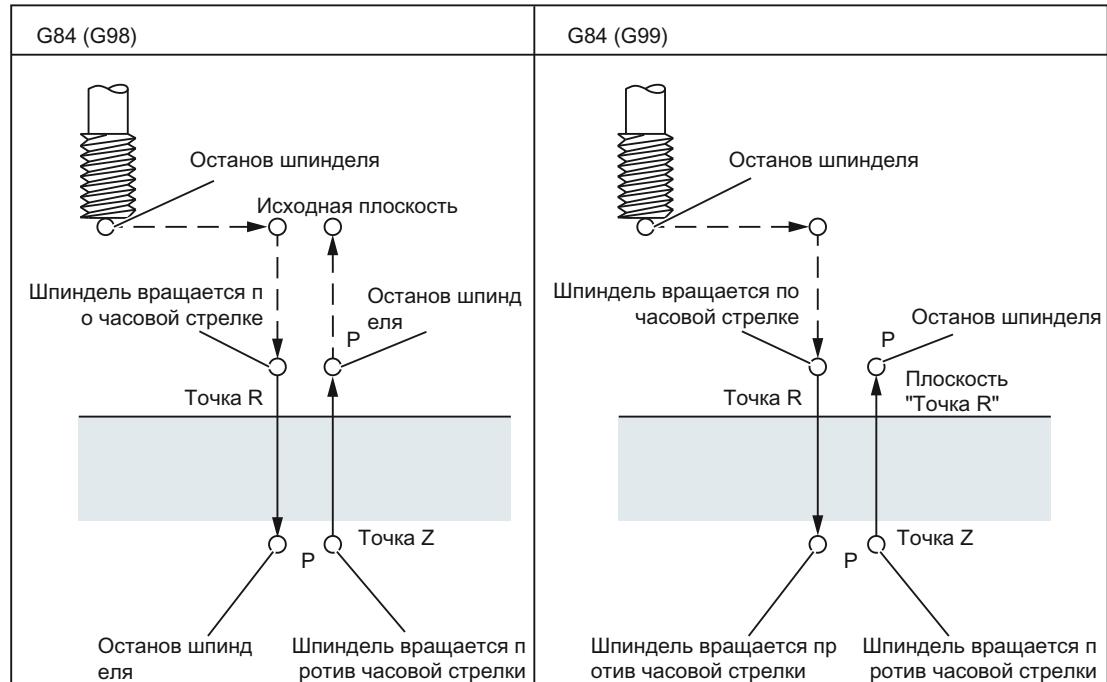
**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

**R:** Расстояние от исходной плоскости до плоскости R

**P:** Время запаздывания на дне отверстия и в точке R при возврате

**F:** Скорость рабочей подачи при нарезке

**K:** Количество повторов (по требованию)



Изображение 5-14 Цикл "Сверление правой резьбы без патрона с коррекцией "(G84)

## Объяснения

В цикле выполняется следующая последовательность перемещений:

- Подход базовой плоскости, сдвинутой на значение безопасного припуска с помощью G0.
- Ориентированный останов шпинделя и его переход в осевой режим.
- Нарезание резьбы при чистовой сверлении
- Выполнение времени запаздывания на глубине резьбы.
- Отвод в базовую плоскость и смена направления вращения, выдвинутому за счет безопасного припуска.
- Отвод в плоскость отвода с помощью G0.

Во время нарезания резьбы замена быстрого перемещения и шпинделя доступна на 100%.

Скорость вращения можно определить во время отвода с помощью GUD \_ZSFI[2].  
Пример: \_ZSFI[2]=120; отвод осуществляется на 120% скорости во время нарезания резьбы.

## Ограничения

### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл. Подается аварийный сигнал, если ось сверления в режиме "Сверление без патрона с коррекцией" изменяется.

### Режим нарезания резьбы

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

### R

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

### Отмена

Функции G из группы 01 (G00 до G03) и G84 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. отменяется G84.

### Команда S

Появляется сообщение ошибке, если заданная ступень ЗК на одну ступень выше, чем максимально допустимая.

### Функция F

Появляется сообщение ошибке, если значение, заданное для скорости подачи при нарезке превышает максимально допустимую.

## Единица (кадр) команды F

	Ввод в метрической системе	Ввод в "дюймах"	Примечания
G94	1 мм/мин	0.01 дюйм/мин	Программирование десятичной точки разрешено.
G95	0.01 мм/оборот	0.0001 дюйм/оборот	Программирование десятичной точки разрешено.

### Пример

Скорость подачи для оси Z 1000 мм/мин

Скорость шпинделя 1000 оборотов в минуту

Шаг резьбы 1.0 мм

```
<Программирование как скорость подачи в минуту>
S100 M03S1000
G94 ; Скорость подачи в минуту
G00 X100.0 Y100.0 ; Позиционирование
G84 Z-50.0 R-10.0 F1000 ; Нарезание резьбы без патрона с коррекцией

<Программирование как круговая скорость подачи>
G95 ; Круговая скорость подачи
G00 X100.0 Y100.0 ; Позиционирование
G84 Z-50.0 R-10.0 F1.0 ; Нарезание резьбы без патрона с коррекцией
```

### 5.1.12 Цикл "Сверление левой резьбы без патрона с коррекцией "(G74)

Резец работает на запрограммированной скорости шпинделя и ускоренной подаче до получения назначеннной глубины. С помощью G74 можно выполнить жесткое нарезание левой резьбы.

#### Примечание

G74 можно использовать, если используемый шпиндель для операции сверления технически подходит для работы в режиме с позиционным управлением шпинделя.

#### Формат

G74 X... Y... Z... R... P... F... K... ;

**X,Y:** Положение просверливаемого отверстия

**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

**R:** Расстояние от исходной плоскости до точки R

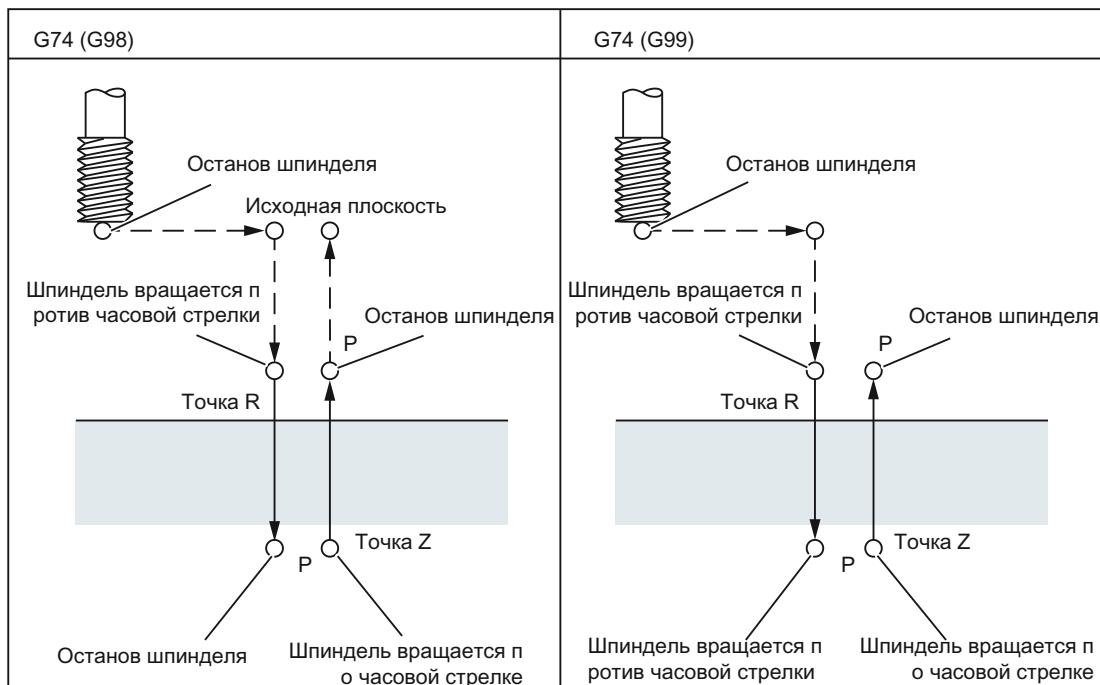
**P:** Время запаздывания на дне отверстия и в точке R при возврате

**F:** Скорость рабочей подачи при нарезке

**K:** Количество повторов (по требованию)

## Дополнительные функции

### 5.1 Программа поддержки функций



Изображение 5-15 Цикл "Сверление левой резьбы без патрона с коррекцией" (G74)

### Объяснения

В цикле выполняется следующая последовательность перемещений:

- Подход базовой плоскости, сдвинутой на значение безопасного припуска с помощью G0.
- Ориентированный останов шпинделя и его переход в осевой режим.
- Нарезание резьбы при чистовой сверлении
- Выполнение времени запаздывания на глубине резьбы.
- Отвод в базовую плоскость и смена направления вращения, выдвинутому за счет безопасного припуска.
- Отвод в плоскость отвода с помощью G0.

Во время нарезания резьбы замена быстрого перемещения и шпинделя доступна на 100%.

Скорость вращения можно определить во время отвода с помощью GUD\_ZSFI[2].  
Пример: \_ZSFI[2]=120; отвод осуществляется на 120% скорости во время нарезания резьбы.

### Ограничения

#### Смена осей

До замены осей сверления, следует сначала отменить фиксированный цикл. Подается аварийный сигнал, если ось сверления в режиме "Сверление без патрона с коррекцией" изменяется.

## Режим нарезания резьбы

Цикл сверления выполняется, если только перемещение оси, например, запрограммировано с помощью X, Y, Z or R.

### R

Всегда программируйте R в одном кадре с перемещением оси, иначе запрограммированные значения не сохраняются по модулю.

### Отмена

Функции G из группы 01 (с G00 по G03) и G74 не следует использовать вместе в одном кадре, т.к. в противном случае отнимается функция G74.

### Команда S

Появляется сообщение ошибке, если заданная ступень ЗК на одну ступень выше, чем максимально допустимая.

### Функция F

Появляется сообщение ошибке, если значение, заданное для скорости подачи при нарезке превышает максимально допустимую.

### Единица (кадр) команды F

	Ввод в метрической системе	Ввод в "дюймах"	Примечания
G94	1 мм/мин	0.01 дюйм/мин	Программирование десятичной точки разрешено.
G95	0.01 мм/оборот	0.0001 дюйм/оборот	Программирование десятичной точки разрешено.

### Пример

Скорость подачи для оси Z 1000 мм/мин

Скорость шпинделя 1000 оборотов в минуту

Шаг резьбы 1.0 мм

```

<Программирование как скорость подачи в минуту>
S100 M03S1000
G94 ; Скорость подачи в минуту
G00 X100.0 Y100.0 ; Позиционирование
G74 Z-50.0 R-10.0 F1000 ; Нарезание резьбы без патрона с коррекцией
<Программирование как круговая скорость подачи>
G95 ; Круговая скорость подачи
G00 X100.0 Y100.0 ; Позиционирование
G74 Z-50.0 R-10.0 F1.0 ; Нарезание резьбы без патрона с коррекцией

```

## 5.1 Программа поддержки функций

### 5.1.13 цикл нарезания левой или правой резьбы (G84/G74)

Из-за образования стружки на инструменте и повышенного сопротивления, связанного с этим, можно быть трудно выполнить нарезку резьбы в глубоких отверстиях без патрона коррекции. В таких случаях цикл нарезания резьбы с измельчением или удалением стружки полезен.

Перемещение при нарезке выполняется в этом цикле пока не будет достигнута впадина профиля. Для этого есть цикл, состоящий из двух циклов нарезки: Нарезка в глубоких отверстиях с измельчением стружки и нарезка в глубоких отверстиях с удалением стружки.

Циклы G84 и G74 можно выбрать с помощью GUD \_ZSFI[1] следующим образом:

\_ZSFI[1] = 2: Цикл нарезки в глубоких отверстиях с измельчением стружки

\_ZSFI[1] = 3: Цикл нарезки в глубоких отверстиях с удалением стружки

#### Формат

G84 (или G74) X... Y... Z... R... P... Q... F... K... ;

**X, Y:** Положение просверливаемого отверстия

**Z:** Расстояние от точки R до дна отверстия

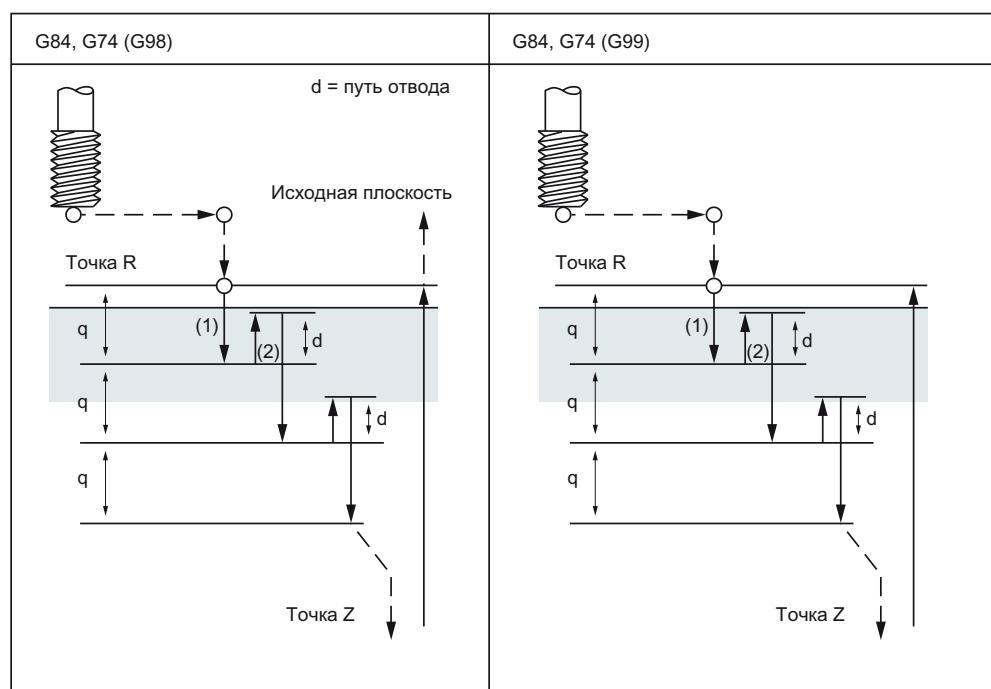
**R:** Расстояние от исходной плоскости до точки R

**P:** Время запаздывания на дне отверстия и в точке R при возврате

**Q:** Глубина нарезки для каждого подхода

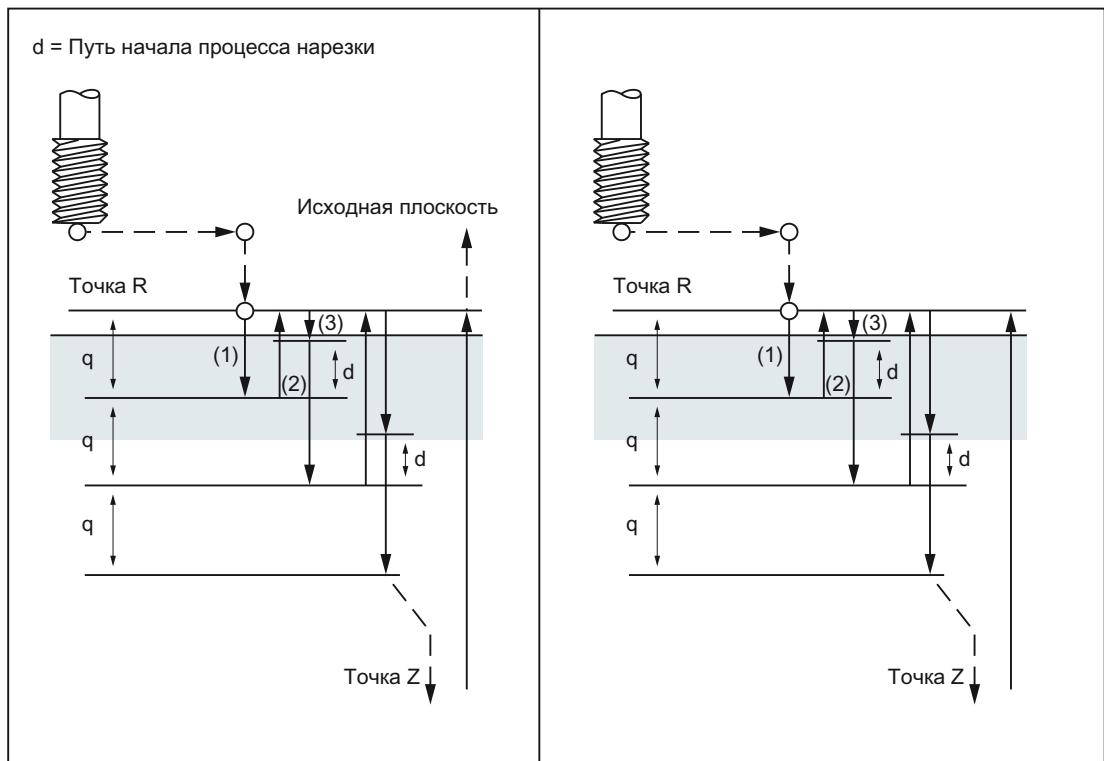
**F:** Скорость подачи

**K:** Количество повторов



Изображение 5-16 Цикл нарезки в глубоких отверстиях с измельчением стружки (USER DATA, \_ZSFI[1] = 2)

1. Инструмент перемещается с запрограммированной скоростью подачи.
2. Скорость отвода можно определить с помощью USER DATA, \_ZSFI[2].



Изображение 5-17 Цикл нарезки в глубоких отверстиях с измельчением стружки (USER DATA, \_ZSFI[1] = 3)

### Цикл нарезки в глубоких отверстиях с удалением/измельчением стружки

После позиционирования по осям X и Y, есть поперечное перемещение на быстрой скорости к точке R. Обработка выполняется от точки R по направлению к глубине нарезки Q (глубина нарезки на скорость нарезки). И наконец, инструмент отводится на расстояние d. Если назначается значение не равное 100% в USER DATA, \_ZSFI[2], можно определить выполнен отвод или нет. Шпиндель останавливается, как только достигается точка Z; направление вращения меняется на обратное и выполняется отвод. Путь отвода d устанавливается в USER DATA, \_ZSFR[1].

#### Примечание

Если в \_ZSFR[1] задан 0, установки по умолчанию 1 мм или 1 дюйм действительны для расстояния отвода.

Если задано 0 мм или 0 дюймов, значение, меньшее чем для пуска перемещения, следует установить.

### 5.1.14 ; Отмена фиксированного цикла (G80)

Фиксированные циклы можно отменить при помощи G80.

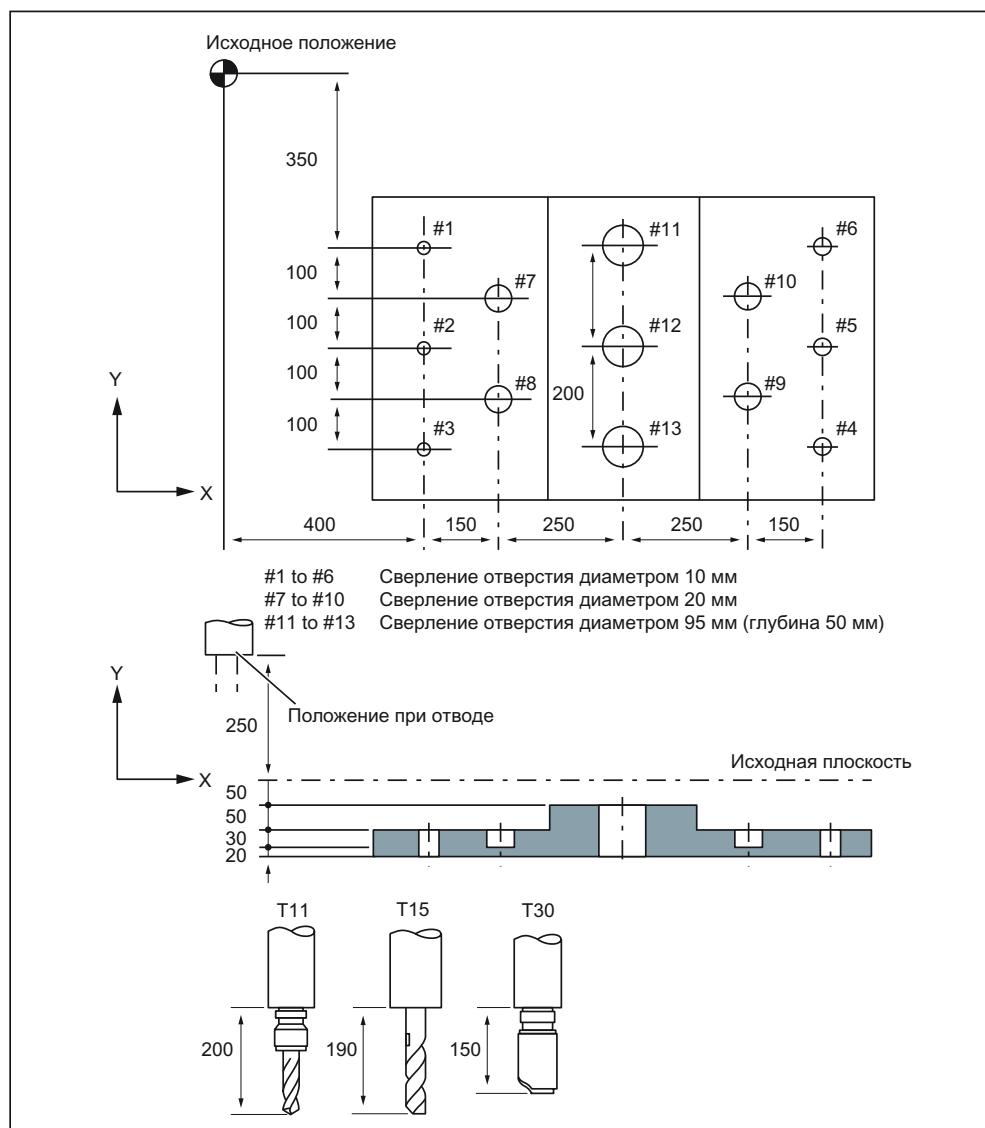
#### Формат

G80;

#### Объяснения

Все модальные циклы отменяются в режиме ISO с помощью G80 или функции G первой группы (G00, G03,...).

### 5.1.15 Пример программирования с коррекцией на длину инструмента и фиксированными циклами.



Изображение 5-18 Пример программы (цикл сверления)

Значение сдвига +200.0 устанавливается в ТО №11, +190.0 устанавливается в ТО №15 и +150.0 устанавливается для смещения инструмента №30.

### Простая программа

```

;
N001 G49 ; Отмена коррекции на длину инструмента
N002 G10 L10 P11 R200. ; Установка значения коррекции на инструмент 11
; до +200.
N003 G10 L10 P15 R190. ; Установка значения коррекции на инструмент 15
; до +190.
N004 G10 L10 P30 R150. ; Установка значения коррекции на инструмент 30
; до +150.
N005 G92 X0 Y0 Z0 ; Установка координат на исходной позиции
;
N006 G90 G00 Z250.0 T11 M6 ; Смена инструмента
N007 G43 Z0 H11 ; Исходная плоскость, коррекция на длину
; инструмента
N008 S30 M3 ; Пуск шпинделья
N009 g99 G81 X400.0 Y-350.0 Z-153.0 ; Позиционирование, сверло #1
R-97.0 F1200
N010 Y-550.0 ; Позиционирование, сверление #2 и возврат в
; точку R
N011 G98 Y-750.0 ; Позиционирование, сверление #3 и возврат в
; исходную плоскость
N012 G99 X1200.0 ; Позиционирование, сверление #4 и возврат в
; точку плоскости R
N013 Y-550.0 ; Позиционирование, сверление #5 и возврат в
; точку плоскости R
N014 G98 Y-350.0 ; Позиционирование, сверление #6 и возврат в
; исходную плоскость
N015 G00 X0 Y0 M5 ; Возврат в базовую точку,
; останов шпинделья
N016 G49 Z250.0 T15 M6 ; Отмена коррекции на длину инструмента, смена
; инструмента
N017 G43 Z0 H15 ; Исходная плоскость, коррекция на длину
; инструмента
N018 S20 M3 ; Пуск шпинделья
N019 G99 G82 X550.0 Y-450.0 Z-130.0 ; Позиционирование, сверление #7 и возврат в
R-97.0 P300 F700 ; точку плоскости R
N020 G98 Y-650.0 ; Позиционирование, сверление #8 и возврат в
; исходную плоскость
N021 G99 X1050.0 ; Позиционирование, сверление #9 и возврат в
; точку плоскости R
N022 G98 Y-450.0 ; Позиционирование, сверление #10 и возврат в
; исходную плоскость
N023 G00 X0 Y0 M5 ; Возврат в базовую точку,
; останов шпинделья

```

N024 G49 Z250.0 T30 M6	; Отмена коррекции на длину инструмента, смена ; инструмента
N025 G43 Z0 H30	; Исходная плоскость, коррекция на длину инструмента
N026 S10 M3	; Пуск шпинделя
N027 G85 G99 X800.0 Y-350.0 Z-153.0 R47.0 F500	; Позиционирование, сверление #11 и возврат в точку плоскости R
N028 G91 Y-200.0 K2	; Позиционирование, сверление #12 и #13 и возврат в точку плоскости R
G80	; Отмена фиксированного цикла
N029 G28 X0 Y0 M5	; Возврат в базовую точку, ; останов шпинделя
N030 G49 Z0	; Отмена коррекции на длину инструмента
N031 M30	; Окончание программы

## **5.2 Ввод программируемых данных (G10)**

### **5.2.1 Изменение значения коррекции на инструмент**

Существующую коррекцию на инструмент можно перезаписать с помощью G10. Не возможно создать новые коррекции на инструмент.

#### **Формат**

G10 L10 P... R... ; Коррекция на длину инструмента, геометрия  
G10 L11 P... R... ; Коррекция на длину инструмента, износ и задиры  
G10 L12 P... R... ; Коррекция на вершину радиуса резца, геометрия  
G10 L13 P... R... ; Коррекция на вершину радиуса резца, износ и задиры  
P: Номер памяти коррекции на инструмент  
R: Оператор значения  
L1 можно запрограммировать вместо L11.

## 5.2.2 Функция M для вызова подпрограммы (M98, M99)

Эту функцию можно использовать, если подпрограмма хранится в памяти УП обработки деталей. Подпрограммы, которые зарегистрированы в памяти и чьи программные номера назначены, можно вызвать и выполнить любое количество раз.

### Команды

Следующие функции M используются для вызова подпрограмм.

Таблица 5- 3 Функции M для вызова подпрограмм

Функция M	Функция
M98	Вызов подпрограммы
M99	Окончание подпрограммы

### Вызов подпрограммы (M98)

- M98 Pnnnnmmmm

М: Номер программы (максимум четыре цифры)  
н: Номер повторов (максимум четыре цифры)

Перед использованием программы M98 Pnnnnmmmm: для вызова программы правильно назовите программу, то есть, обязательно дополните номер программы нулями до 4 цифр.

- Если например , M98 P21 программируется, память УП обработки деталей загружается с помощью названия программы 21.mpf и подпрограмма сразу выполняется. Для вызова подпрограммы три раза, нужно запрограммировать M98 P30021. Будет аварийный сигнал, если указанный номер программы не найден.
- Возможно вложение подпрограмм, допускается 16 подпрограмм. Будет аварийный сигнал, если назначено больше уровней подпрограммы, чем допустимо.

### Окончание подпрограммы (M99)

Подпрограмма оканчивается командой M99 Rxxxx, а выполнение программы продолжается в кадре № Nxxxx. Система управления сначала выполняет поиск номера кадра в направлении вперед (от вызова подпрограммы до окончания программы). Если найден указанный номер кадра, УП обработки деталей далее осуществляет поиск в обратном направлении (в направлении к началу программы).

Если в основной программе M99 без номера кадра (Rxxxx), управление идет к началу главной программы и главная программа обрабатывается снова. В случае M99 с навигацией к номеру кадра в главной программе (M99xxxx), поиск номера кадра всегда осуществляется с начала программы.

## **5.3 Восьмизначный номер программы**

Выбор восьмизначного номера программы активируется с помощью технических характеристик станка 20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 6=1. Функция оказывает влияние на M98 и G65/66.

Y... Номер программы запускает  
x: Номер программы

### **Вызов подпрограммы**

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 6 = 0

M98 Руууухххх или

M98 Рхххх Lуууу

Максимально четырехзначный номер программы

Добавлять номеру программы всегда к 4 цифрам с 0.

Пример:

M98 P20012: вызовы 0012.mpf 2 потоки

M98 P123 L2: выходы 0123.mpf 2 потоки

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 6 = 1

M98 Рххххххх Lуууу

0 как расширение не используется, даже если номер программы содержит менее четырех цифр.

Программирование количества проходов и номера программы в Р(Руууухххх) не возможно, количество проходов всегда программируется с помощью L!

Пример:

M98 P123: вызовы 123.mpf 1 проход

M98 P20012: вызовы 20012.mpf 1 проход

**Внимание: Это больше не совместимо с исходным диалект ISO**

M98 P12345 L2: вызывает 12345.mpf 2 прохода

## **Модальный и по кадровый режим макрокоманд G65/G66**

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 6 = 0

G65 Pxxxx Lyyyy

Добавлять номер программы всегда к 4 цифрам с 0. Номер программы, имеющий более четырех цифр, приводит появлению предупредительного сигнала.

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 6 = 1

G65 Pxxxx Lyyyy

0 как расширение не используется, даже если номер программы содержит менее четырех цифр. Номер программы, имеющий более восьми цифр, приводит к появлению предупредительного сигнала.

## **Прерывание M96**

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit6 = 0

M96 Pxxxx

Добавлять номеру программы всегда к 4 цифрам с 0.

\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit6 = 1

M96 Pxxxx

0 как расширение не используется, даже если номер программы содержит менее четырех цифр. Номер программы , имеющий более восьми цифр, приводит к ошибкам и подается аварийный сигнал.

## 5.4

## Полярные координаты (G15, G16)

При программировании в полярных координатах положения в системе координат назначаются с помощью радиуса и/или угла. Программирование полярных координат назначается с помощью G16. Она отменяется снова с помощью G15. Первая ось интерпретируется как полярный радиус, а вторая - как полярный угол.

### Формат

G17 (G18, G19) G90 (G91) G16	; Команды полярных координат ВКЛ
G90 (G91) X... Y... Z...	; Команды полярных координат
...	
...	
G15	; Команды полярных координат ВЫКЛ

G16: Команды полярных координат

G15: Отмена команды полярных координат

G17, G18, G19: Выбор плоскости

G90: Полюс размещается в нуле заготовки.

G91: Полюс размещается в текущем положении.

X, Z, Z: Первая ось: Радиус полярной координаты, вторая ось: Угол полярной координаты

---

### Примечание

Если полюс смещается из текущего положения в нуль заготовки, радиус вычисляется как расстояние от текущего положения до нуля заготовки.

---

### Пример

```
N5 G17 G90 X0 Y0
N10 G16 X100. Y45.      ;Полярные координаты ВКЛ,
                           ;полюс - это нуль заготовки
                           ;Положение X 70,711 Y 70,711
                           ; в прямоугольной системе координат
N15 G91 X100 Y0          ;полюс в текущей позиции,
                           ;т.е. позиция X 141.421 Y 141.421
N20 G90 Y90.              ;№ X в кадре
                           ;Полюс в нуле заготовки,
                           ;Радиус = SORT(X*X +Y*Y) = 184.776
G15
```

Полярный радиус всегда учитывается как абсолютная величина, а полярный угол можно интерпретировать как абсолютную величину, и как величину с приращением.

## 5.5      **Функции измерения**

### 5.5.1      **Быстрый отвод (подъем) с помощью G10.6**

#### **Резюме**

Положение при отводе рабочего органа для быстрого подъема инструмента можно активировать с помощью G10.6 <Axis position> (т.е. в случае поломки инструмента). Движение при отводе начинается с цифрового сигнала. Второй быстрый ввод УП используется как стартовый сигнал. Другой быстрый ввод (1-3) можно также выбрать в настройках станка 10820 \$MN\_EXTERN\_INTERRUPT\_NUM\_RETRAC (1 - 3).

Программа прерывания (ASUP) CYCLE3106.spf должна быть доступна постоянно, чтобы обеспечить быстрое извлечение с функцией G10.6. Если CYCLE3106.spf отсутствует в памяти УП обработки деталей, функция G10.6 выводит в кадр УП обработки деталей аварийный сигнал 14011 "Программа CYCLE3106 недоступна или не допущена к обработке".

Реакция управляющей системы после быстрого извлечения определяется в ASUP CYCLE3106.spf. Если оси или шпиндель остановились после быстрого извлечения инструмента, M0 и M5 следует запрограммировать в CYCLE3106.spf. Если CYCLE3106.spf. - формальная программа, которая содержит только M17, УП обработки деталей продолжается без прерывания после быстрого извлечения инструмента.

Если быстрое извлечение инструмента активировано с помощью G10.6 <Axis position>, то изменение входного сигнала второго быстрого НЗ входа с 0 на 1 отменяет текущее перемещение и положение, запрограммированное в кадре G10.6, заменяется быстрым перемещением. В данном случае положения достигаются как абсолютные или с приращением, как запрограммировано в кадре G10.6.

Функция деактивируется с помощью G10.6 (без задания положения). Быстрое перемещение с помощью входного сигнала второй быстрой УП обработки деталей блокируется.

#### **Ограничения**

Только одну ось можно запрограммировать для быстрого извлечения инструмента.

### **5.5.2 Измерение с помощью "отмены заданного перемещения" (G31)**

Измерение с помощью "Отмена заданного перемещения" активируется назначением "G31 X... Y... Z... F... ;". Линейная интерполяция прерывается, и заданное перемещение оси отменяется, если во время линейной интерполяции ввод измерения первой пробы является активным. Программа продолжается с помощью следующего кадра.

#### **Формат**

G31 X... Y... Z... F... ;

G31: Не модальная функция G (активна только в кадре, в котором запрограммирована)

#### **Сигнал контроллера с программированной логикой "ввод измерения = 1"**

При увеличении режущей кромки для ввода измерения 1, текущие положения осей сохраняются в осевых системных параметрах или \$AA\_MM[<Axis>] \$AA\_MW[<Axis>]. Эти параметры можно читать в режиме Сименс.

br></br>X:	Сохранение координатного значения для оси X в системе координат заготовки
\$AA_MW[Y]	Сохранение координатного значения для оси Y в системе координат заготовки
\$AA_MW[Z]	Сохранение координатного значения для оси Z в системе координат заготовки
\$AA_MM[X]	Сохранение координатного значения для оси X в системе координат станка
\$AA_MM[Y]	Сохранение координатного значения для оси Y в системе координат станка
\$AA_MM[Z]	Сохранение координатного значения для оси Z в системе координат станка

---

#### **Примечание**

Подается аварийный сигнал 21700, если G31 активируется, когда измерительный сигнал еще активен.

---

#### **Продолжение программы после измерительного сигнала**

Если положение относительных осей запрограммировано в следующем кадре, их положение связано с точкой измерения, т.е. базовая точка относительного положения - это положение оси, на которой выполняется отмена заданного перемещения с помощью измерительного сигнала.

Если положения осей в следующем кадре запрограммировано в следующем кадре как абсолютные, то запрограммированные положения достижимы.

---

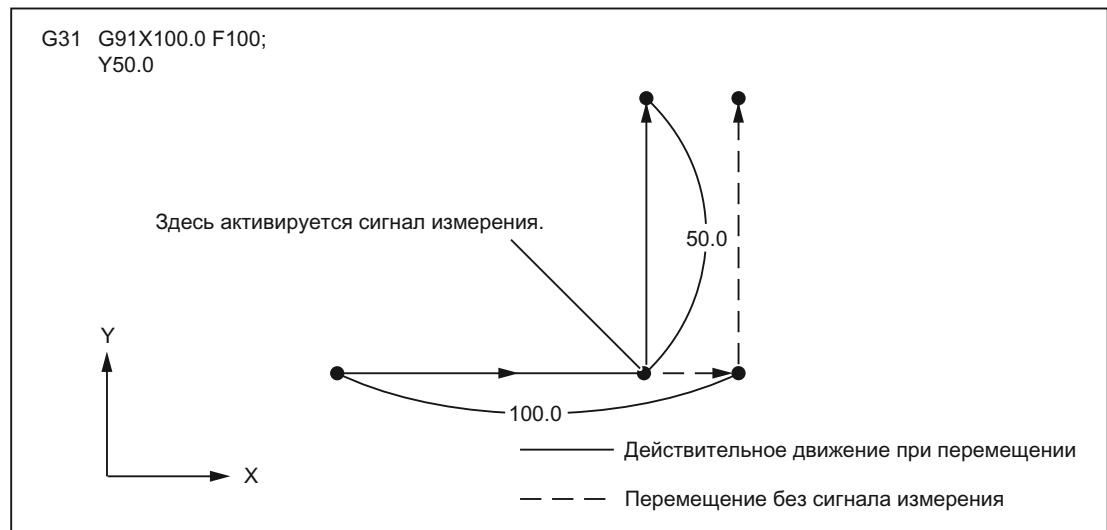
#### **Примечание**

Коррекция на радиус вершины резца не должна быть активна в кадре, содержащем G31. Следовательно, коррекцию на радиус вершины резца следует отключить до использования G31, с помощью G40.

---

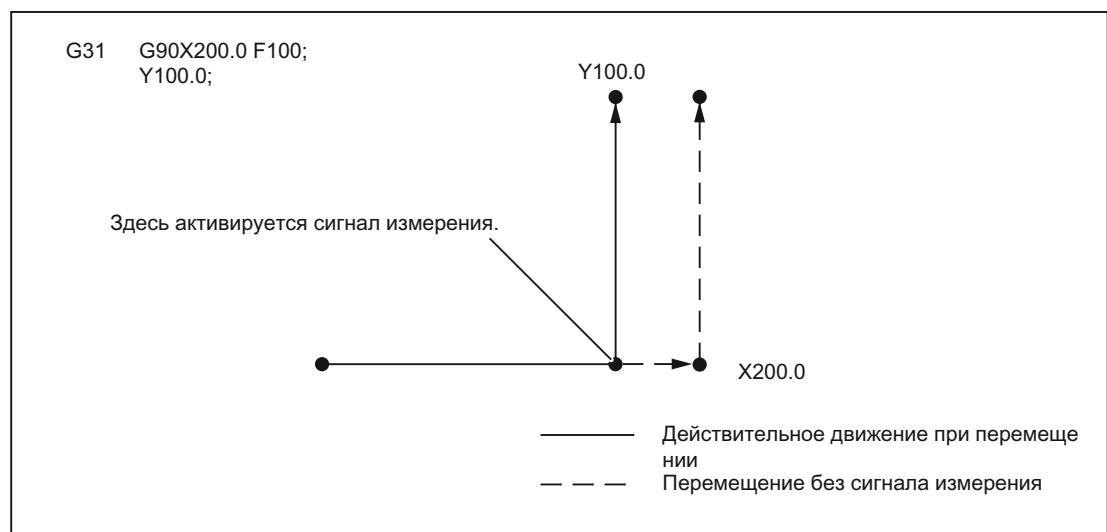
**Пример**

G31 с инкрементальным заданием положения



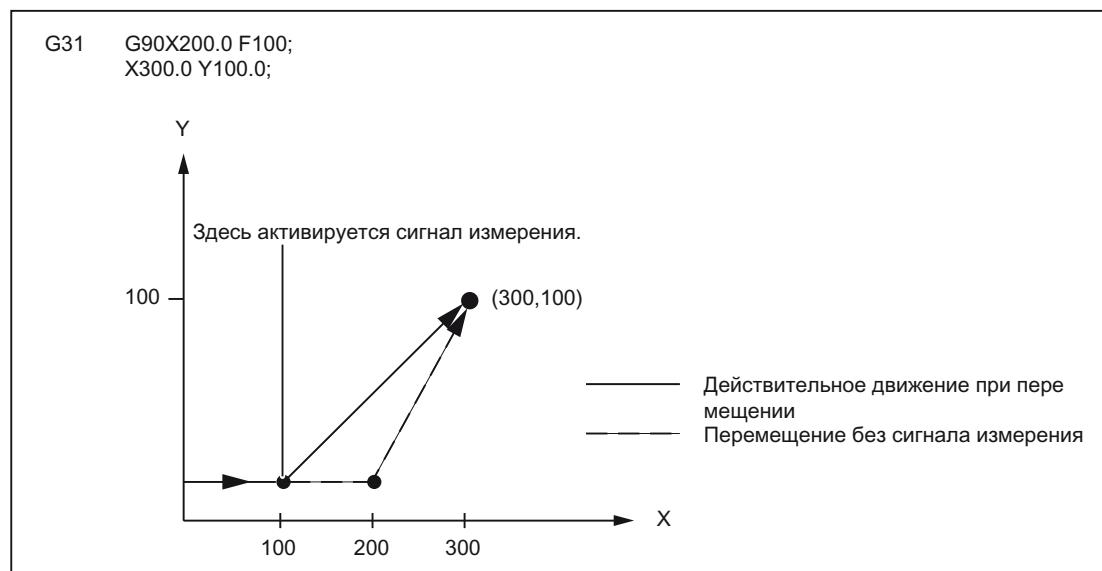
Изображение 5-19 G31 с инкрементальным заданием положения одной оси

G31 с абсолютным заданием положения



Изображение 5-20 G31 с абсолютным заданием положения одной оси

G31 - это абсолютная команда для 2 осей.



Изображение 5-21 G31 - это абсолютная команда для 2 осей.

### 5.5.3 Измерение с помощью G31, P1 - P4

Функция G31 P1 (.. P4) отличается от G31 тем, что другие вводы измерительных сигналов можно выбрать с помощью от P1 до P4. Несколько вводов можно отслеживать при увеличении фронта измерительного сигнала одновременно. Назначение вводов адресам от P1 до P4 определяется с помощью технических характеристик станка.

#### Формат

G31 X... Y... Z... F... P... ;

X, Z, Z: Конечная точка

F...: Скорость подачи

P: P1 - P4

#### Объяснение

Цифровые вводы назначаются адресам от P1 до P4 с помощью технических характеристик станка как показано далее:

P1: \$MN\_EXTERN\_MEAS\_G31\_P\_SIGNAL[0]

P2: \$MN\_EXTERN\_MEAS\_G31\_P\_SIGNAL[1]

P3: \$MN\_EXTERN\_MEAS\_G31\_P\_SIGNAL[2]

P4: \$MN\_EXTERN\_MEAS\_G31\_P\_SIGNAL[3]

Объяснения выбора (P1, P2, P3 или P4) можно найти в документации производителя станка.

## 5.5.4 Прерывание программы с помощью M96, M97

### M96

Подпрограмму можно определить как подпрограмму обработки прерываний с помощью M96 P<Program No.>.

Начало этой программы запускается при помощи внешнего сигнала. Для начала программы обработки прерываний используется первый быстрый НЗ вход из восьми входов, доступных в режиме Siemens. Другой быстрый вход (от 1 до 3) можно также выбрать с помощью MD10818 \$MN\_EXTER\_INTERRUPT\_NUM\_ASUP.

### Формат

M96 Rxxxx	;Запуск программы прерываний
M97	;Отмена программы прерываний

M97 и M96 P\_ должны быть одна в кадре.

Так что при запуске прерывания сначала вызывается цикл покрытия CYCLE396 и он вызывает программу прерывания, запрограммированную с помощью Rxxxx в режиме ISO. В конце цикла перекрытия технические характеристики станка 10808 \$MN\_EXTERN\_INTERRUPT\_BITS\_M96, Bit 1 анализируются и либо позиционируются на точке прерывания с помощью REPOS , либо продолжается с помощью следующего кадра.

### Окончание прерывания (M97)

Программа прерывания отменяется при помощи M97. Только после следующей активации с помощью M96 можно запустить подпрограмму обработки прерываний с помощью внешнего сигнала.

Если программу прерывания, запрограммированную с помощью M96 Pxx необходимо вызвать с помощью сигнала прерывания (без промежуточного шага CYCLE396), то технические характеристики станка 20734 \$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 10 нужно установить. Затем вызывается подпрограмма, запрограммированная с помощью Pxx в режиме Сименс, когда сигнал изменяется от 0 -> 1.

Номера функций M для прерывания устанавливаются на основе технических характеристик станка. Технические характеристики станка 10804 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_SET\_INT используются для задания номера для запуска подпрограммы обработки прерываний, технические характеристики станка 10806 \$MN\_EXTERN\_M\_NO\_DISABLE\_INT определяют номер M для отмены подпрограммы обработки прерываний.

Только функции M, которые не предназначены для стандартных функций M, может использоваться. Установка по умолчанию функций M - это M96 и M97. Чтобы активировать функции, бит 0 нужно установить в технических характеристиках станка 10808 \$MN\_EXTERN\_INTERRUPT\_BITS\_M96. Функции M не передаются на контроллер с программируемой логикой. Функции M прерываются как обычные вспомогательные функции, если Бит 0 не установлен.

После окончания программы прерывания, обычно переходят к конечному положению кадра УП обработки данных, следующего за кадром прерывания. Если выполняется УП обработки деталей дальше от точки прерывания, должна быть команда REPOS в конце программы прерывания, например REPOSA. Для этого нужно написать программу прерывания в режиме Сименс.

Функции M для активации и отмены программы прерывания должны быть одна в кадре. Система подает аварийный сигнал 12080 (синтаксическая ошибка), если адреса, но не "M" и "P" программируются в кадре.

## **Технические характеристики станка**

Реакцию функции программы прерывания можно определить с помощью следующих технических характеристик станка:

MD10808 \$MN\_EXTERN\_INTERRUPT\_BITS\_M96:

Bit 0 = 0

Программа прерывания не возможна, т.к. M96/M97 это обычные функции M .

Bit 0 = 1

Активация программы прерывания с помощью M96/M97 разрешается.

Bit 1 = 0

УП обработки деталей выполняется далее от конечного положения кадра сразу после кадра прерывания (REPOS L RME).

Bit 1 = 1

УП обработки деталей продолжается с прерванной позиции (REPOS L RMI).

Bit 2 = 0

Сигнал прерывания останавливает текущий кадр немедленно и запускает подпрограмму обработки прерываний.

Bit 2 = 1

Программа обработки прерываний запускается только в конце кадра.

Bit 3 = 0

Цикл выполнения прерывается после получения сигнала прерывания.

Bit 3 = 1

Программа прерывания запускается только в конце цикла выполнения (оценка в оболочке циклов).

Бит 3 анализируется в оболочке цикла и последовательность циклов адаптируется соответственно.

Бит 1 анализируется в цикле оболочки CYCLE396.

Если программа прерывания вызывается не через цикл покрытия CYCLE396, следует проанализировать (\$MC\_EXTERN\_FUNCTION\_MASK, Bit 10 = 1) с помощью Бита 1. Если нужно использовать Bit 1 = TRUE, REPOS L RMI для позиционирования в точке прерывания, т.е. использовать REPOS L RME для позиционирования в положении в конце кадра.

Пример:

N100 M96 P1234	; активация ASUP 1234spf. В случае появления кромки ; первый быстрый вход, программа ; запускается 1234.spf.
....	
....	
N300 M97	;Отмена ASUP

## **Ограничения**

Программа обработки прерываний трактуется как нормальная подпрограмма. Другими словами, чтобы выполнить подпрограмму обработки прерываний, как минимум один уровень подпрограммы должен быть свободным. (доступно 16 уровней программы плюс два уровня, которые предназначены для ASUP, программы прерывания).

Подпрограмма обработки прерываний начинается только когда изменяется фронт сигнала прерывания с 0 на 1. Если сигнал прерывания остается постоянным на 1, программу обработки прерываний больше запустить нельзя.

### 5.5.5 Функция "Контроль ресурса стойкости инструмента"

Контроль ресурса стойкости инструмента и отсчет заготовки можно использовать с системой инструментообеспечения Сименс.

## 5.6 Макропрограммы

Макропрограммы могут состоять из нескольких кадров УП обработки деталей, которая завершается с помощью M99. В принципе, макропрограммы - это подпрограммы, которые вызываются с помощью G65 Pxx или G66 Pxx в УП обработки деталей.

Макропрограммы, вызываемые с помощью G65, не модальные. Макрокоманды, вызываемые G66 - модальные и отменяются с помощью G67.

### 5.6.1 Отличия подпрограмм

Макропрограммы (G65, G66) можно использовать для задания параметров, которые могут анализироваться в макропрограммах. Нельзя задать параметры при вызове подпрограммы (M98).

### 5.6.2 Вызов макропрограммы (G65, G66, G67)

Макропрограммы в основном выполняются немедленно после вызова.

Процедура вызова макропрограммы описана в следующей таблице.

Таблица 5- 4 Формат для вызова макропрограммы

Метод вызова	Код команды	Примечания
Простой вызов	G65	
Модальный вызов	G66	Отмена с помощью G67

#### Простой вызов (G65):

##### Формат

G65 P\_ L\_ ;

Макропрограмма, которой присвоен номер программы с "P", вызывается и исполняется "L" раз при назначении "G65 P ... L... <аргумент>;".

Требуемые параметры необходимо запрограммировать в том же кадре (с помощью G65).

## **Объяснение**

В кадре УП обработки деталей, содержащим G65 или G66, адрес Рхх интерпретируется как программный номер подпрограммы, в которой функционально запрограммирован этот режим ( макро). Количество проходов макропрограммы можно определить с помощью адреса Lxx. Все другие адреса в кадре УП обработки деталей интерпретируются как параметры перемещения и их запрограммированные значения хранятся в системных переменных \$C\_A to \$C\_Z. Эти системные переменные могут быть прочитаны подпрограммой и оценены с точки зрения функциональности макропрограммы. Если другие макрокоманды с передачей параметров вызываются в макро (подпрограмме), то параметры перемещений в подпрограмме нужно оберегать от изменений до вызова новой макрокоманды.

Чтобы обеспечить внутреннее изменение заданий, следует автоматически переключиться в режим Сименс во время вызова макрокоманды. Это можно сделать с помощью команды PROC<Program name> в первой строке макропрограммы. Если запрограммированы другие вызовы макро, то следует вновь выбрать заранее режим диалект ISO.

Таблица 5- 5 Команды Р и L

Адрес	Описание	Количество повторов
P	Номер программы	от 4 до 8 цифр
L	Количество повторов	

## **Изменение системы для адресов I, J, K**

Т.к. можно программировать адреса I, J, K до 10 раз в кадре, содержащим макро вызов, системные переменные в этих адресах нужно назначить с помощью индекса массива (элемента). Синтаксис этих трех системных переменных - \$C\_I[..], \$C\_J[..], \$C\_K[..]. Значения остаются в запрограммированной последовательности в массиве. Количество программируемых адресов I, J, K в кадре указана в изменениях \$C\_I\_NUM, \$C\_J\_NUM, \$C\_K\_NUM.

Параметры перемещения I, J, K для макро вызовов трактуются в каждом случае как один кадр, даже если не запрограммированы отдельные адреса. Если параметр перепрограммируется или следующий параметр был запрограммирован на основе последовательности I, J, K , он относится к следующему кадру.

Системные переменные \$C\_I\_ORDER, \$C\_J\_ORDER, \$C\_K\_ORDER устанавливаются для задания последовательности программирования в режиме ISO. Они идентичны массиву \$C\_I, \$C\_K и содержат соответствующие номера параметров.

---

### **Примечание**

Эти параметры перемещения можно читать в режиме Сименс и подпрограмме.

---

Пример:

```
N5 I10 J10 K30 J22 K55 I44 K33
```

Кадр 1 Кадр 2 Кадр 3

```
$C_I[0]=10
```

```
$C_I[1]=44
```

```
$C_I_ORDER[0]=1
```

```
$C_I_ORDER[1]=3
```

```
$C_J[0]=10
```

```
$C_J[1]=22
```

```
$C_J_ORDER[0]=1
```

```
$C_J_ORDER[1]=2
```

```
$C_K[0]=30
```

```
$C_K[1]=55
```

```
$C_K[2]=33
```

```
$C_K_ORDER[0]=1
```

```
$C_K_ORDER[1]=2
```

```
$C_K_ORDER[2]=3
```

## Параметр цикла \$C\_x\_PROG

В режиме 0-диалект -ISO, программируемые значения можно оценить разными способами в зависимости от способа программирования (интегральное или актуальное значение). Разный анализ активируется через технические характеристики станка.

Если установлен MD, управляющая система реагирует как в следующем примере:

X100 ; X ось перемещается на 100 мм (100. с точкой) => актуальное значение

Y200; ось Y перемещается на 0.2 мм (200 без точки) => интегральное значение

Если используются адреса, запрограммированные в кадре, как параметры передачи в циклах, программируемые значения всегда существуют как реальные в переменных \$C\_x . Для интегральных значений, нельзя применять ресурсы для метода программирования (реальный/интегральный) в циклах, и следовательно, нет анализа программируемых значений с коэффициентом пересчета преобразования.

Предусмотрены две системные переменные \$C\_TYP\_PROG. \$C\_TYP\_PROG, информирующие о том, какой режим программирования выбран: REAL или INTEGER. Структура аналогична \$C\_ALL\_PROG и \$C\_INC\_PROG. Если запрограммированное значение имеет тип INTEGER, бит равен 0, для типа REAL бит будет равен 1. Если значение запрограммировано с помощью переменной \$<число>, соответствующий бит также получает значение 1.

**Пример:**

P1234 A100. X100 -> \$C\_TYP\_PROG == 1.

Представлен только бит 0, т.к. только А программировалось как REAL.

P1234 A100. C20. X100 -> \$C\_TYP\_PROG == 5.

Бит 1 и 3 (А и С) существует.

**Ограничения:**

Максимум 10 параметров I, J, K можно запрограммировать в каждом кадре. Каждому из параметров I, J, K в переменной \$C\_TYP\_PROG назначается только один бит.

Следовательно, в \$C\_TYP\_PROG соответствующий бит для параметра I, J и K всегда будет равен 0. Таким образом, невозможно определить, запрограммирован ли параметр I, J или K как REAL или как INTEGER.

### **Модальный вызов (G66, G67)**

Модальная макро программа вызывается с помощью G66. Определенная макро программа выполняется только, если выполняются специальные условия.

- Модальная макропрограмма активизируется, когда назначается "G66 P... L... <параметры>". Параметры перемещения обрабатываются как в G65.
- G66 отменяется с помощью G67.

Таблица 5- 6 Условия для модального вызова

Условия для вызова	Функция для выбора режима	Функция для отмены режима
после выполнения команды перемещения	G66	G67

### **Технические характеристики параметра**

Параметры перемещения определяются за счет программирования адреса A Z.

## Взаимосвязь между адресной и системной переменными

Таблица 5- 7 Взаимосвязь между адресами и переменными и адреса, которые можно использовать для команд вызова.

Взаимосвязь между адресами и переменными	
Адрес	Системная переменная
A	\$C_A
B	\$C_B
C	\$C_C
D	\$C_D
E	\$C_E
F	\$C_F
H	\$C_H
I	\$C_I[0]
J	\$C_J[0]
K	\$C_K[0]
M	\$C_M
Q	\$C_Q
R	\$C_R
S	\$C_S
T	\$C_T
U	\$C_U
V	\$C_V
W	\$C_W
X	\$C_X
Y	\$C_Y
Z	\$C_Z

## Взаимосвязь между адресной и системной переменными

Для возможности использования I, J и K, их нужно определить в последовательности I, J, K.

Т.к. адреса I, J и K в кадре, содержащем макро вызов, можно программировать до 10 раз, доступ к системным переменным при помощи макро программы для этих адресов должен иметь индекс. Синтаксис этих трех системных переменных - \$C\_I[..], \$C\_J[..], \$C\_K[..]. Соответствующие значения сохраняются в матрице в последовательности, в которой они были запрограммированы. Количество программируемых адресов I, J, K в кадре сохраняется в переменных \$C\_I\_NUM, \$C\_J\_NUM и \$C\_K\_NUM.

В отличие от остальных переменных, один индекс должен всегда определяться при чтении трех переменных. Индекс 0 всегда используется для вызова цикла (т.е G81), например N100 R10 = C\_I[0]

Таблица 5- 8 Взаимосвязь между адресами и переменными и адреса, которые можно использовать для команд вызова.

Взаимосвязь между адресами и переменными	
Адрес	Системная переменная
A	\$C_A
B	\$C_B
C	\$C_C
I1	\$C_I[0]
J1	\$C_J[0]
K1	\$C_K[0]
I2	\$C_I[1]
J2	\$C_J[1]
K2	\$C_K[1]
I3	\$C_I[2]
J3	\$C_J[2]
K3	\$C_K[2]
I4	\$C_I[3]
J4	\$C_J[3]
K4	\$C_K[3]
I5	\$C_I[4]
J5	\$C_J[4]
K5	\$C_K[4]
I6	\$C_I[5]
J6	\$C_J[5]
K6	\$C_K[5]
I7	\$C_I[6]
J7	\$C_J[6]
K7	\$C_K[6]
I8	\$C_I[7]
J8	\$C_J[7]
K8	\$C_K[7]
I9	\$C_I[8]
J9	\$C_J[8]
K9	\$C_K[8]
I10	\$C_I[9]
J10	\$C_J[9]
K10	\$C_K[9]

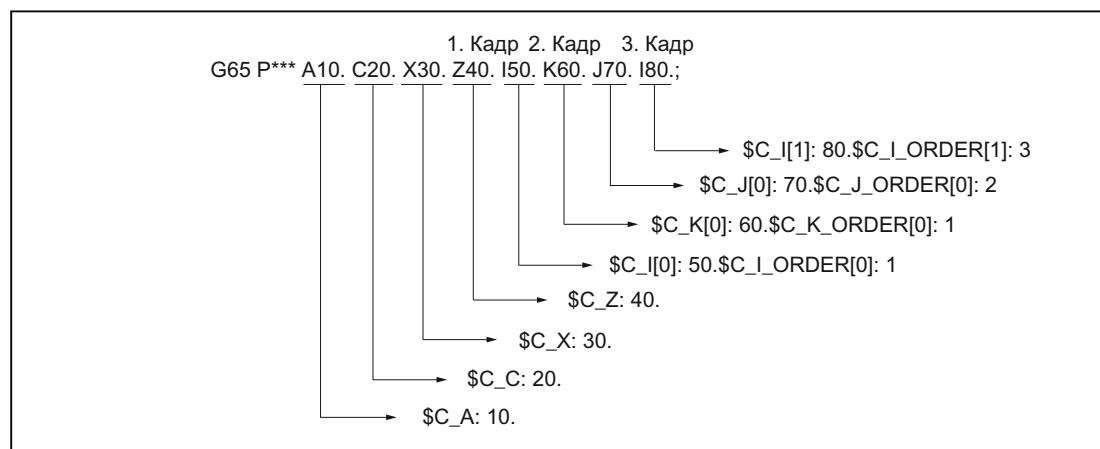
**Примечание**

Если в одном блоке определяется более одного кадра адресов I, J или K, то последовательность адресов для каждого кадра I/J/K определяется таким образом, что количество переменных определяется в соответствии с последовательностью.

**Пример ввода параметра**

Значение параметра содержит знак и десятичную точку независимо от адреса.

Значение параметров всегда сохраняется как актуальное значение.



Изображение 5-22 Пример ввода аргумента (действительного параметра)

**Выполнение макро программы в режимах ISO и Сименс**

Макропрограмму можно вызвать либо в режиме Сименс, либо в режиме ISO. Режим языка, на котором выполняется программа, определяется в первом кадре макро программы.

Если есть команда PROC <Program name> в первом кадре макро программы, то выполняется автоматическая замена на режим Сименс. Если эта команда пропущена, обработка выполняется в режиме ISO.

Параметры перемещения можно сохранить в местной переменной за счет выполнения программы в режиме Сименс. Однако в режиме ISO не возможно сохранить параметры перемещений в локальной переменной.

Что считать параметры в макро программе, выполняемой в режиме ISO, нужно сначала переключиться на режим Сименс с помощью команды G290.

## **Примеры**

**Главная программа с вызовом макро:**

```
_N_M10_MP1:  
N10 M3 S1000 F1000  
N20 X100 Y50 Z33  
N30 G65 P10 F55 X150 Y100 S2000  
N40 X50  
N50 ....  
N200 M30
```

**Макро программа инструмента в режиме Сименс:**

```
_N_0010_SPF:  
PROC 0010 ; Переход на режим Сименс  
N10 DEF REAL X_AXIS ,Y_AXIS, S_SPEED, FEED  
N15 X_AXIS = $C_X Y_AXIS = $C_Y S_SPEED = $C_S FEED = $C_F  
N20 G01 F=FEED G95 S=S_SPEED  
...  
N80 M17
```

**Макро программа в режиме ISO:**

```
_N_0010_SPF:  
G290; Переход на режим Сименс,  
; читать параметры перемещения  
N15 X_AXIS = $C_X Y_AXIS = $C_Y S_SPEED = $C_S FEED = $C_F  
N20 G01 F=$C_F G95 S=$C_S  
N10 G1 X=$C_X Y=$C_Y  
G291; Переход в режим ISO,  
N15 M3 G54 T1  
N20  
...  
N80 M99
```

### 5.6.3 Макро вызов через функцию M

#### Макро вызов

Макро можно вызвать с помощью номера G аналогично G65.

Замену функции 50 G можно конфигурировать через технические характеристики станка.

10816 \$MN\_EXTERN\_G\_NO\_MAC\_CYCLE и

10817 \$MN\_EXTERN\_G\_NO\_MAC\_CYCLE\_NAME.

Параметры, запрограммированные в кадре, сохраняются в переменных \$C\_Variables. Количество повторов макро программируется с помощью адреса L. Количество запрограммированных макро G сохраняется в переменной \$C\_G. Все другие функции G, запрограммированные в кадре, рассматриваются как обычные функции G.

Последовательность программирования адресов и функций G в кадре - случайная, и она не влияет на функциональность.

Дополнительную информацию о параметрах, программируемых в кадре, дана в главе "Вызов макро программ (G65, G66, G67)".

#### Ограничения

- Макро вызов с помощью функции G можно выполнить в режиме ISO (G290).
- Только одна функция G может заменяться в линии УП обработки деталей (или в общем только вызов одной подпрограммы). Если возможны столкновения с другими вызовами подпрограмм, т.е. если модальная подпрограмма активна, система дает аварийный сигнал 12722 "Several ISO\_M/T macro- or cycle calls in block". ("Несколько вызовов подпрограмм или циклов в кадре").
- Нельзя вызвать другие G или макро M или подпрограмму M, если макро G активна. В этом случае макро M или подпрограммы M выполняются как функции M. Макро G выполняются как функции G, обеспечивая присутствие соответствующей функции G; иначе подается аварийный сигнал 12470 "Unknown G function" (Неизвестная функция G).
- Т.е. те же самые ограничения действительны как и в G65.

#### Пример конфигурации

Вызов подпрограммы G21\_MAKRO через G функцию G21.

```
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE[0] = 21
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE_NAME[0] = "G21_MAKRO"
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE[1] = 123
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE_NAME[1] = "G123_MAKRO"
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE[2] = 421
$MN_EXTERN_G_NO_MAC_CYCLE_NAME[2] = "G123_MAKRO"
```

## **Пример программирования**

```
PROC MAIN
. .
N0090 G291 ; ISO mode
N0100 G1 G21 X10 Y20 F1000 G90 ; Вызов G21_MAKRO.spf,
; G1 и G90 активируются
; после вызова
; G21_MAKRO.spf

. .
N0500 G90 X20 Y30 G123 G1 G54 ; Вызов G123_MAKRO.spf,
; G1, G54 и G90 активируются
; перед вызовом
; G123_MAKRO.spf

. .
N0800 G90 X20 Y30 G421 G1 G54 ; Вызов G123_MAKRO.spf,
; G1 и G90 активируются
; после вызова
; G123_MAKRO.spf

. .
N0900 M30
PROC G21_MAKRO
. .
N0010 R10 = R10 + 11.11
N0020 IF $C_X_PROG == 0
N0030 SETAL(61000) ; ; запрограммированное значение
; передается неправильно
N0040 ENDIF
N0050 IF $C_Y_PROG == 0
N0060 SETAL(61001)
N0070 ENDIF
N0080 IF $C_F_PROG == 0
N0090 SETAL(61002)
N0100 ENDIF
N0110 G90 X=$C_X Y=$C_Y
N0120 G291
N0130 G21 M6 X100 ; G21->активная метрическая система
; измерений (без вызова марко)
N0140 G290
. .
N0150 M17
PROC G123_MAKRO
. .
N0010 R10 = R10 + 11.11
```

```
N0020 IF $C_G == 421 GOTOF label_G421 ; Функциональность макро для G123
N0040 G91 X=$C_X Y=$C_Y F500

. . .
. . .

N1990 GOTOF label_end
N2000 label_G421: ; Функциональность макро для G421
N2010 G90 X=$C_X
Y=$C_Y F100
N2020
. . .
. . .

N3000 G291
N3010 G123 ; Аварийный сигнал 12470, е.к. G123 не
; является
; функцией G и
; макро вызов не возможен для
; активирования макро
;
; Исключение: Макро было вызвано
; как подпрограмма с помощью CALL
G123_MAKRO.

N4000 label_end: G290
N4010 M17
```

## 5.7 Специальные функции

### 5.7.1 Повторение контура (G72.1, G72.2)

Запрограммированный однажды контур можно легко повторить с помощью G72.1 и G72.2. Эту функцию можно использовать для создания либо линейной копии (G72.2), либо копии поворота (G72.1).

#### Формат

G72.1 X... Y... (Z...) P... L... R...

X, Z, Z: Базовая точка для поворота координат

P: Номер подпрограммы

L: Количество проходов подпрограммы

R: Угол поворота

Подпрограмма, содержащая копируемый контур, может вызываться много раз с помощью G72.1. Система координат поворачивается на определенный угол для вызова каждой подпрограммы. Поворот системы координат выполняется вокруг вертикальной оси на выбранной плоскости.

G72.2 I... J... K... P... L...

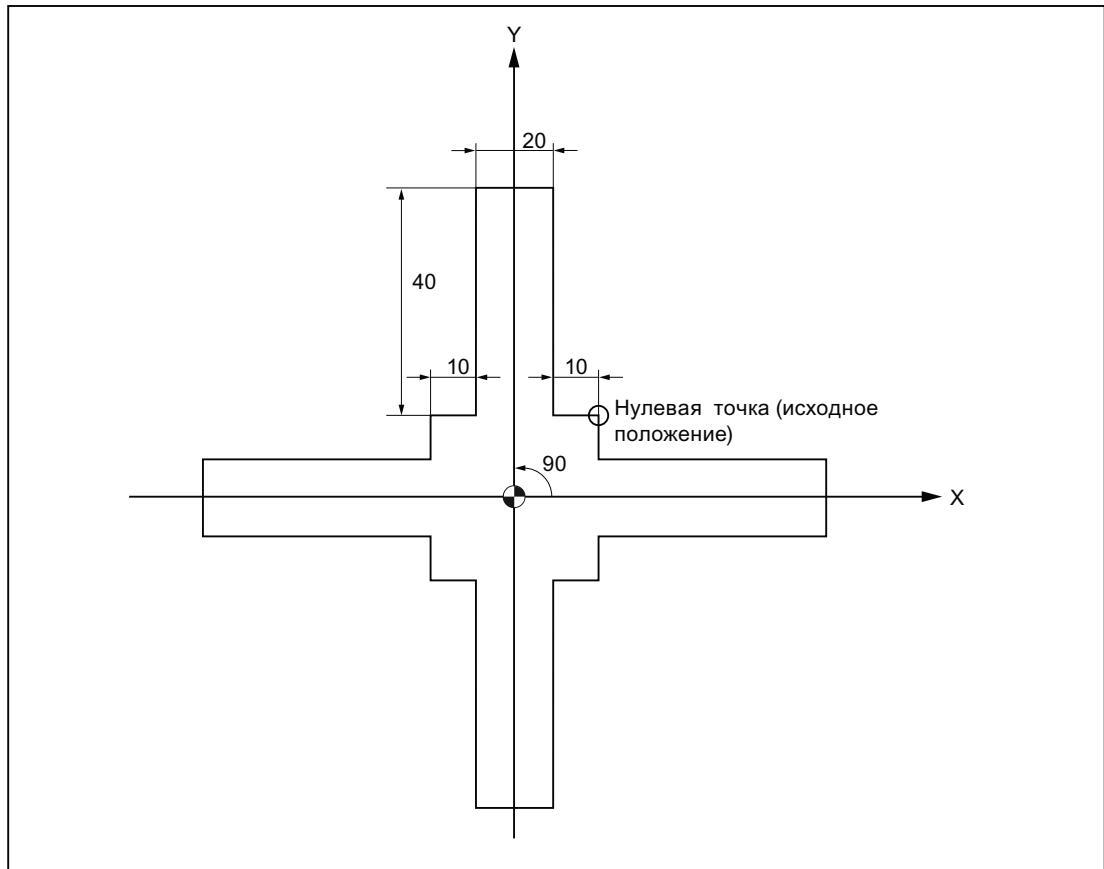
I, J, K: Положение, в котором оси X, Y Z перемещаются до вызова подпрограммы.

P: Номер подпрограммы

L: Количество проходов подпрограммы

Подпрограмма, содержащая копируемый контур, может вызываться много раз с помощью G72.2. Оси, запрограммированные с I, J и K должны перемещаться с приращением до каждого вызова подпрограммы. Цикл (CYCLE3721) используется для вызова подпрограммы так часто как задано в адресе "L". Запрограммированное расстояние в I, J и K и вычисленные из нулевой точки перемещаются до каждого вызова подпрограммы.

## Примеры



Изображение 5-23 Повторение контура с помощью G72.1

### Основная программа

```

N10 G92 X40.0 Y50.0
N20 G01 G90 G17 G41 20 Y20 G43H99 F1000
N30 G72.1 P123 L4 X0 Y0 R90.0
N40 G40 G01 X100 Y50 Z0
N50 G00 X40.0 Y50.0 ;
N60 M30 ;

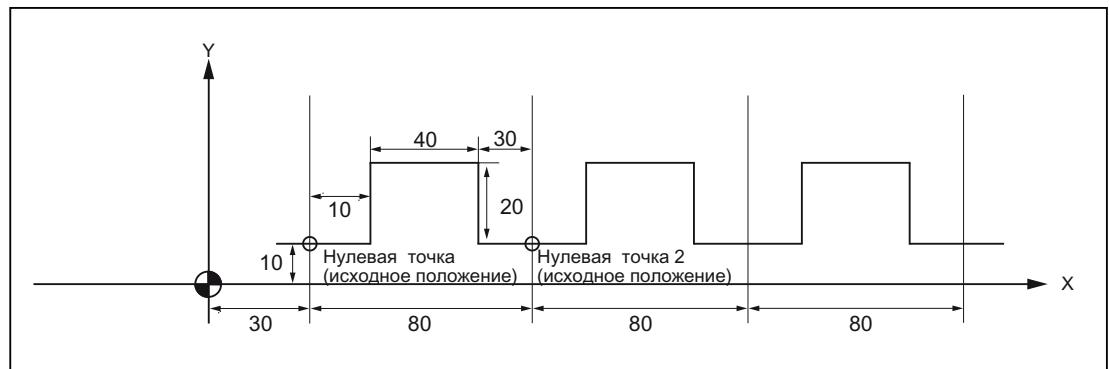
```

### Подпрограмма 1234.spf

```

N100 G01 X10.
N200 Y50.
N300 X-10.
N400 Y10.
N500 X-20.
N600 M99

```



Изображение 5-24 Повторение контура с помощью G72.2

**Основная программа**

```
N10 G00 G90 X0 Y0  
N20 G01 G17 G41 X30. Y0 G43H99 F1000  
N30 Y10.  
N40 X30.  
N50 G72.2 P2000 L3 I80. J0
```

**Подпрограмма 2000.spf**

```
G90 G01 X40.  
N100 Y30.  
N200 G01 X80.  
N300 G01 Y10.  
N400 X110.  
500 M99
```

## 5.7.2 Режимы переключения для пробного прогона и уровней пропусков кадров

Изменение уровней пропуска кадров (DB3200.DBB2) всегда представляет собой вмешательство в выполнение программы, которое ведет к кратковременному падению скорости на траектории. То же самое действительно и для изменения режима пробного прогона (DryRun = dry run feedrate DB3200.DBX0.6) от выключения пробного пробега (DryRunOff) до его включения (DryRunOn) и наоборот.

Можно избежать падения скоростей при помощи режима переключения, который ограничивается этой функцией.

Не требуется снижать скорость при установке технических характеристик станка 10706 \$MN\_SLASH\_MASK==2 при изменении уровней пропусков (т.е. новое значение в PLC->NCK-Chan interface DB3200.DBB2).

### Примечание

ЧПУ обрабатывает кадры за два шага, обработка и главный пробег (также предварительное перемещение и главный пробег). Результат предварительной обработки меняет в памяти предварительной обработки. Главная обработка берет соответствующий старый кадр из памяти предварительной обработки и перемещает его геометрию.

### ЗАМЕТКА

Предварительная обработка заменяется при помощи установки технических характеристик станка \$MN\_SLASH\_MASK==2 во время замены уровня пропуска кадров! Все кадры, расположенные в памяти предварительной обработки, перемещаются с помощью старого уровня пропуска кадров. Пользователь обычно не имеет возможности управления с помощью уровня заполнения памяти предварительной обработки. Пользователь может увидеть следующий эффект: **Новый уровень пропуска кадров эффективен какое-то время после замены.**

### Примечание

Команда УП обработки деталей STOPRE аннулирует память предварительной обработки. Если включить уровень пропуска кадров до STOPRE, все кадры после STOPRE изменятся безопасно. То же самое действительно для неявного STOPRE..

Не требуется падение скорости во время изменения режима пробного прогона ис помощью установки технических характеристик станка 10704 \$MN\_DRYRUN\_MASK==2. Здесь также только предварительная обработка, которая приводит к ранее упомянутым ограничениям, включается. Следующая аналогия становится ясна из этого. **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Это также будет активным какое-то время после изменения режима пробного прогона!



# Индекс

"

"Измерение перемещений (рабочих органов) в абсолютной или относительной системе",

G28, 17, 28

G290, 17

G291, 17

G30, 17, 30

G30.1, 17

G31, 104

G31, P1 - P4, 106

G40, 15

G40, G41, G42, 51

G41, 15

G42, 15

G43, 15

G43, G44, G49, 49

G44, 15

G49, 15

G50, 16

G50.1, 17

G50.1, G51.1, 46

G51, 16

G51.1, 17

G52, 17, 36

G53, 17, 32

G54, 16

G54 P0, 16

G55, 16

G56, 16

G57, 16

G58, 16

G59, 16

G60, 17

G61, 16

G63, 16, 64

G64, 16, 64

G65, 17

G65, G66, G67, 109

G66, 16

G67, 16

G68, 16

G69, 16

G72.1, 17

G72.2, 17

G73, 15, 70

G74, 15, 91

G76, 15, 72

(

(G17, G18, G19)

Выбор плоскости, 37

Параллельные оси, 38

(G50, G51), 43

C

CDOF, 55

CDON, 55

G

G00, 12, 15, 19, 20

Линейная интерполяция, 20

G01, 15, 21

G02, 15, 23

G02, G03, 22, 27

G03, 15, 23

G04, 17, 48

G05, 17

G05.1, 17

G08, 17

G09, 17

G09, G61, 64

G10, 17, 98

G10.6, 17, 103

G11, 17

G15, 16

G15, G16, 102

G16, 16

G17, 15

G18, 15

G19, 15

G20, 15

G20, G21, 42

G21, 15

G27, 17, 30

G80, 15, 96  
G81, 16, 74  
G82, 16, 76  
G83, 16, 77  
G84, 16, 89  
G84 или G74, 94  
G85, 16, 80  
G86, 16, 82  
G87, 16, 84  
G89, 16, 87  
G90, 15  
G90, G91, 41  
G91, 15  
G92, 17, 32  
G92.1, 17, 33  
G93, 14, 15  
G94, 14, 15  
G95, 14, 15  
G96, 16  
G97, 16  
G98, 16  
G99, 16

M  
M00, 59  
M01, 59  
M02, 59  
M30, 59  
M96, M97, 107  
M98, M99, 99

A  
Автоматическая система координат, 36  
Автоматический возврат в базовую точку оси  
вращения, 29

B  
Быстрое извлечение, 103  
  
B  
Ввод в дюйм/метр, 42  
Ввод программируемых данных, 98  
Винтовая интерполяция, 27  
Время запаздывания, 48  
Вторая дополнительная функция, 62  
Выбор базовой точки, 30

Вызов макропрограммы, 109

## Д

Десятичная точка, 9  
Дополнительная функция, 58

## К

Код G  
    Дисплей, 9  
Команды интерполяции, 19  
Комментарии, 11  
Контроль столкновений, 55  
Коррекция на длину инструмента, 49  
Коррекция на радиус вершины резца, 51

## Л

Линейная интерполяция, 21  
Линейная подача в минуту, 14

## М

Макропрограммы, 109  
Максимальные запрограммированные значения  
для перемещения осей, 9  
Масштабирование, 43  
Модальный вызов, 112

## О

Оборотная скорость подачи, 14  
Определение режимов ввода для значений  
координат, 41  
Основная система координат, 32  
Отмена заданного перемещения, 104

## Б

Быстрое извлечение, 103

## В

Ввод в дюйм/метр, 42  
Ввод программируемых данных, 98  
Винтовая интерполяция, 27  
Время запаздывания, 48  
Вторая дополнительная функция, 62  
Выбор базовой точки, 30

## П

Память данных коррекции на инструмент, 48  
Перемещения при ускоренной подаче, 19  
Подача с обратнозависимой выдержкой  
времени, 14  
Позиционирование при включенном режиме  
обнаружения ошибок, 19  
Полярные координаты, 102  
Проверка возврата в базовую точку, 30  
Программирование определения контура, 25

Пропуск кадра, 11  
Простой вызов, 109

## P

Режим диалект ISO, 7  
Режим пуска осушения:, 123  
Режим Сименс, 7

## C

Система сжатия данных, 63

## T

Траектория (путь) подачи, 12

## У

Уровень пропуска, 123  
Уровень пропуска кадра, 11  
Ускоренная подача, 12

## Ф

Функции коррекции на инструмент, 48  
Функции M для остановки работы, 59  
Функции M, которые можно использовать разными способами, 62  
Функция F, 12  
Функция S, 58  
Функция инструмента (резца), 58  
Функция компрессора, 63  
Функция M, 58  
Функция программы прерывания, 107  
Функция шпинделя, 58

## X

Характеристики некоторых функций M в одном кадре, 62

