



FINE Sodick

РУКОВОДСТВО ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР SODICK MC СЕРИЯ (450/600/800 MC)



Внимание

- Для Вашей безопасности, внимательно изучите это руководство перед началом работ
- Храните руководство так, чтобы его было легко найти в любой момент

Серийный № _____
Дата установки: _____

M.C. Sodick Co., Ltd.

Введение.

Данное руководство освещает основные вопросы программирования. Перед тем, как начать создавать программы, внимательно ознакомьтесь с его содержанием.

В руководстве описываются действия, которые не должны быть сделаны или не могут быть сделаны. Разумеется, невозможно описать все полностью, потому, что существует очень много нюансов. Поэтому, действия, не описанные в руководстве, должны рассматриваться как «невыполняемые».

Обратите внимание, что содержание «Sodick MC series» может изменяться в связи с модернизацией конструкции без предварительного уведомления пользователей.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Предупреждающие символы



СИМВОЛ «ВНИМАНИЕ»

Эти символы используются, чтобы привлечь Ваше внимание к каким-либо элементам или действиям, которые могут быть опасными для Вас или другого персонала, работающего на станке. Пожалуйста, обращайте внимание на сообщения, помеченные этим знаком, и строго следуйте им. Очень важно, чтобы Вы читали эти сообщения перед работой на станке.



Опасно!

Указывает на неизбежно опасную ситуацию, которая может привести к смерти или серьезному ущербу.



Внимание

Указывает потенциально опасную ситуацию, которая, может привести к смертельному исходу или серьезному ущербу.



осторожно

Указывает потенциально опасную ситуацию, может привести к ущербу или дефекту.

- Ниже приведенные знаки также встречаются в этом руководстве. Пожалуйста, прочтите объяснения к ним.



Заметка

Указывает на справочную информацию или моменты, которым надо уделить особое внимание при работе. Будучи проигнорированным, может вызвать повреждение станка.



Памятка

Указывает на справочную информацию или пункты, которые являются полезными в работе.



Указывает на страницу ссылки или предложение.

- В дополнение к этому Руководству, существуют другие, входящие в стандартную комплектацию станка. Их также следует прочитать.
 - Операционное руководство к обрабатывающим центрам «Sodick»
 - Руководство по эксплуатации к обрабатывающим центрам «Sodick»

Глава 1. Инструкции по технике безопасности.

1-1 Основные инструкции по технике безопасности



Внимательно ознакомьтесь с Руководством по программированию перед началом создания программы для станка. Игнорирование данных инструкций может привести к серьезным травмам или к смертельному исходу.

- Прочитайте руководство перед включением станка или началом программирования. Руководствуйтесь только теми методами программирования, которые описаны в данном пособии
- Никогда не создавайте программы для станка, основываясь лишь на собственных знаниях и опыте.
- Если какие-либо инструкции данного руководства Вам ясны не полностью, обратитесь в технический центр «Содик».



См. стр. 1.



Только квалифицированный персонал, обученный программированию и работе на станке, должен допускаться к созданию программ. Никогда не допускайте создание программ неквалифицированными работниками. Игнорирование данной инструкции может привести к серьезным травмам или к смертельному исходу.

- Только высококвалифицированный персонал, обученный сервис инженером фирмы, должен допускаться к программированию.
- Персонал низкой квалификации к программированию допускаться не должен.



Держите это Руководство в специально отведенном месте, так чтобы к нему всегда был доступ.

- Назначьте персонал, ответственный за сохранность документации.
- В случае утери Руководства, обратитесь к Вашему дистрибьютору. За Ваш счет будет выслан новый комплект документации.



Убедитесь, что при создании программы Вы следовали описанным ниже инструкциям. Игнорирование этих инструкций может привести к смертельному исходу или повреждению оборудования.

- Правильно задайте систему координат.
- Правильно понимайте различия в командах на перемещение: абсолютное и относительное.
- На пути движения инструмента при позиционировании (выполнение команды G00) не должно быть препятствий (заготовки, приспособлений).
- Правильно определите коды G17, G18 или G19 (выбор плоскости).
- Правильно задайте адрес и номер при определении направления и величины офсета, когда используется функция коррекции инструмента.
- Всегда отменяйте команды коррекции диаметра инструмента и длины, перед тем как задать команды M06 (Смена инструмента) и G27, G28, G29 или G30 (Возврат к/от точки отсчета).

Глава 2. Особенности программирования.

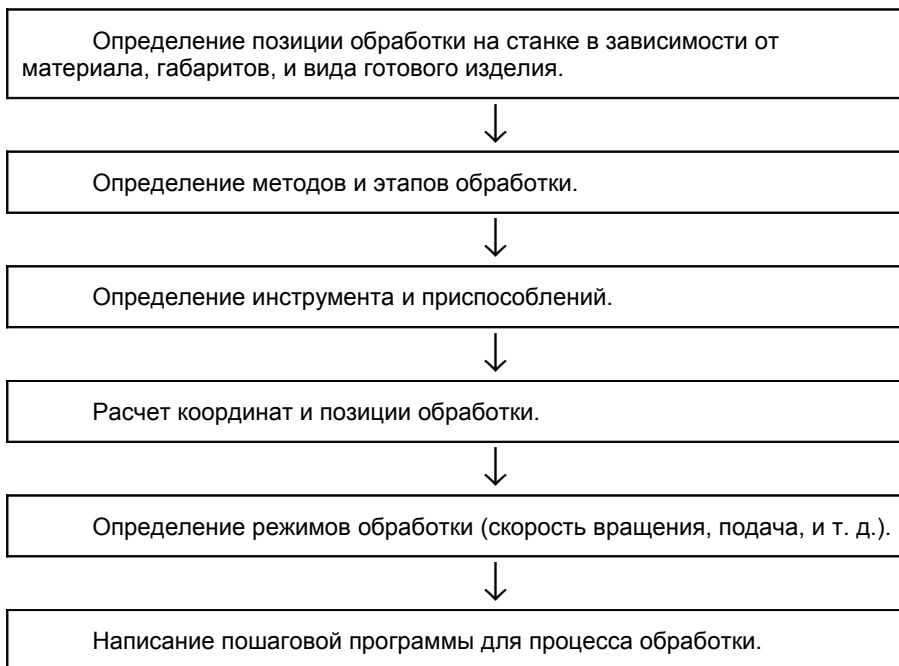
2-1 Определение программирования

На данном станке все операции обработки выполняются автоматически и управляются программой, которая состоит из команд.

В руководстве, под словом "программирование" подразумевается создание программ, использующих символы и численные значения для управления функциями, такими как выбор инструмента, скорость вращения шпинделя, позиционирование и установка подачи в соответствии с выбранными режимами резания.

2-2 Процедура программирования

Этот раздел описывает процедуру программирования. Создание программы должно проходить по следующим этапам:



Глава. 3 ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

3-1 Конфигурация Программы

Стандартная программа состоит из блоков, слов, адресов, десятичных знаков и других факторов. Ниже приведен пример программы.

Первый этап обработки (N1)	G28 G91	Возвратиться к нулевой точке
	Z0.....	Выбор инструмента T01
	T01	Смена инструмента после перемещения в позицию смены
	
	M06.....	
	
	S1000 M03 T02	• Подготовка к обработке на станке
	M08	• Вращение шпинделя и выбор инструмента T02 для последующей обработки.
	G54 G90 G00 X_ Y_	• Включение СОЖ
	G43 H1 Z_	• Коррекция длины инструмента.
ZO	• Подход к обрабатываемой детали	
G01X_F_	Выполнение обработки на станке	
Второй этап обработки (N2)	M05	Конец обработки
	M09	• Останов шпинделя
	G00 Z_	• Выключение подачи СОЖ
	G49	• Отход от обрабатываемой детали
		• Отмена коррекции длины инструмента
	M06.....	Замена инструмента после перемещения в позицию смены инструмента (T02 на шпиндель)
	..	
	S2000 M03 T03	Подготовка к обработке
	M08	} Выполнение обработки
	G55 G90 G00 X_ Y_	} Конец обработки
•		
•		
•		
M30.....	Конец программы	
..		

3-1-1 Блок

Основная часть для формирования программы называется блоком. Блок содержит информацию, необходимую для выполнения каждого движения оси или других функций. Блок состоит из одного или нескольких слов.

<Пример>

G90	G00	X-100.0	Y50.0
Word	Word	Word	Word
Block			

3-1-2 Слово

Слово состоит из адреса и численного значения.

G	90
Адрес	Адрес
Слово	

3-1-3 Адрес

Буквенное обозначение в начале слова называется адресом.

Адреса используются в программе в соответствии с их назначением, описанным ниже.

Таблица адресов

Функция	Адрес	Назначение
Порядковый номер	N	Процесс №
Предварительная функция	G	Движения (линейное, круговое, и т.д.)
Оси координат	X, Y, Z	Команда движения для каждой оси
	A, B, C	Команда движения для дополнительной оси*
	R	Радиус окружности
	I, J, K	Координата центра Дуги
Скорость подачи	F	Задание скорости подачи
Функция шпинделя	S	Задание скорости вращения шпинделя
Инструмент	T	Номер инструмента
Различные функции	M	Вкл/выкл контроля станком
Величина смещения	D, H	Задание величины смещения
Задержка	X	Задание времени задержки
Число повторений	L	Число повторений подпрограммы, цикла и т.д.
Параметры	I, J, K, P, Q, R	Задание параметра фиксированного цикла



* Дополнительные оси (оси вращения) являются необязательными.

3-1-4 Входной Формат

Каждое слово должно быть записано согласно форматам, описанным в следующей таблице.



В случае, если некоторые команды, введенные в КЧПУ, не соответствуют этим форматам, некоторые сообщения об ошибке отображаются на экране.

Адрес	Формат
N	Максимум 5 цифр перед десятичной точкой (1-99999)
G	Максимум 2 цифры перед десятичной точкой
X,Y,Z	Со знаком «+» или «-». Максимум 5 цифр перед и максимум 3 цифры после десятичной точки
	Они имеют силу в абсолютных и возрастающих командах. "X" используется для обозначения времени задержки и не запрашивает никаких меток.
R	Со знаком «+» или «-». Максимум 5 цифр перед и максимум 3 цифры после десятичной точки
	Они имеют силу и в абсолютных и в возрастающих командах. "X" используется для обозначения времени задержки и не запрашивает никаких меток.
I,G,K	Со знаком «+» или «-». Максимум 5 цифр перед и максимум 3 цифры после десятичной точки
	Они имеют силу только в возрастающих командах.
F	Максимум 5 цифр перед десятичной точкой (1-10000)
S	Максимум 5 цифр перед десятичной точкой (1-10000)
M	Максимум 2 цифры перед десятичной точкой
D,H	Максимум 2 цифры перед десятичной точкой (1-50)
T	Максимум 2 цифры перед десятичной точкой (1-20)
	Знак "-" является необходимым в случае, если числа после таких координатных слов как X, Y или Z – отрицательные, в то время как знак "+" может быть пропущен для положительных чисел.

3-1-5 Ссылочный Номер

Это число, описанное максимум в пять (5) цифр (1-99999), сразу после адреса N перед блоком.

Для упрощения редактирования программы, ссылочный номер обычно помещается перед каждым процессом в пределах программы.

Как сделать команду ... N__

<Пример>

N1 S1000 M03 T02

.

N2 S2000 M03 T04

.



Памятка

- Нумерация каждой последовательности может быть случайна, то есть не быть в ссылке или целевой.
- Номера могут быть отмечены или не отмечены для каждого блока, в пределах программы.

3-1-6 Удаление блока. (Пропуск блока)

Помещение наклонной черты вправо «/» перед блоком позволяет выбирать, выполнять ли отмеченный блок в течение автоматического управления.

Пока значение "Skip" в состоянии "ON", в параметрах FLAG SETTING, все команды блоков, отмеченные "/", будут пропущены и не будут выполнены в течение выполнения операции.

Если "Skip" установлен в "OFF", все команды блоков в программе будут выполнены.

Обратитесь к Руководству по эксплуатации для выяснения подробностей установок экрана FLAG SETTING.

Как сделать команду..."/"

<Пример>

.

/M08

.



Памятка

- Убедитесь, что отметка "/" всегда впереди каждого блока.
- Иначе, только группа команд после "/" становится предметом для выбора.

3-2 Система координат

Перемещение всех инструментов к месту выполнения операции требует, чтобы системы координат были установлены заранее.

Система координат подразделяется на Станочную, Рабочую и Локальную.

3-2-1 Машинная Система координат

Исходное положение машины, которое также называется нулевой точкой, является стандартной контрольной точкой на станке.

Другими словами, машинное исходное положение - установленная позиция по каждой оси с определенным расстоянием от базы стола.

Система координат, имеющая нулевую точку координат в исходном положении машины, называется «Машинная Система координат». Базовые точки в машинной системе координат при исходном положении равны X=0, Y=0 и Z=0.



Памятка

- Машинная система координат устанавливается автоматически после возврата в нулевую точку при включении станка.
- Позиция, в которую возвращаются все оси при возвращении в контрольную точку (G28), такая же, как Машинное исходное положение.
- Выбор Машинной системы координат (G53) и значений координат каждой оси осуществляется командой позиционирования каждой оси на станке.

3-2-2 Рабочая система координат

Система координат, имеющая координатную нулевую точку, X=0, Y =0 и Z=0, на обрабатываемой заготовке, называется "Рабочей системой координат"

Рабочая система координат должна быть установлена в случае, если все координатные команды заданы в абсолютном режиме.



Памятка

Существует два (2) альтернативных метода для установки рабочей системы координат.

1. Использование команд выбора Рабочей системы координат (G54 - G59) позволяет установить шесть (6) различных рабочих нулевых точек координат на экране Рабочего Смещения.



Смещения.

Обратитесь к Руководству по эксплуатации для выяснения подробностей по экрану Рабочего Смещения.
Обратитесь к главе «3-4-17 Команды выбора рабочей системы координат (G54/G55/G56/G57/G58/G59)» для выяснения подробностей

2. Использование команды установки Рабочей системы координат (G92) которая устанавливает координаты каждой оси в заданную позицию.



подробностей.

Обратитесь к главе «3-4-23 Установка рабочей системы координат (G92)» для выяснения

3-2-3 Локальная система координат

При программировании в рабочей системе координат иногда удобно иметь общую систему координат со всеми рабочими системами координат.

Эта система координат называется "Локальная система координат" и G52 используется для ее задания.



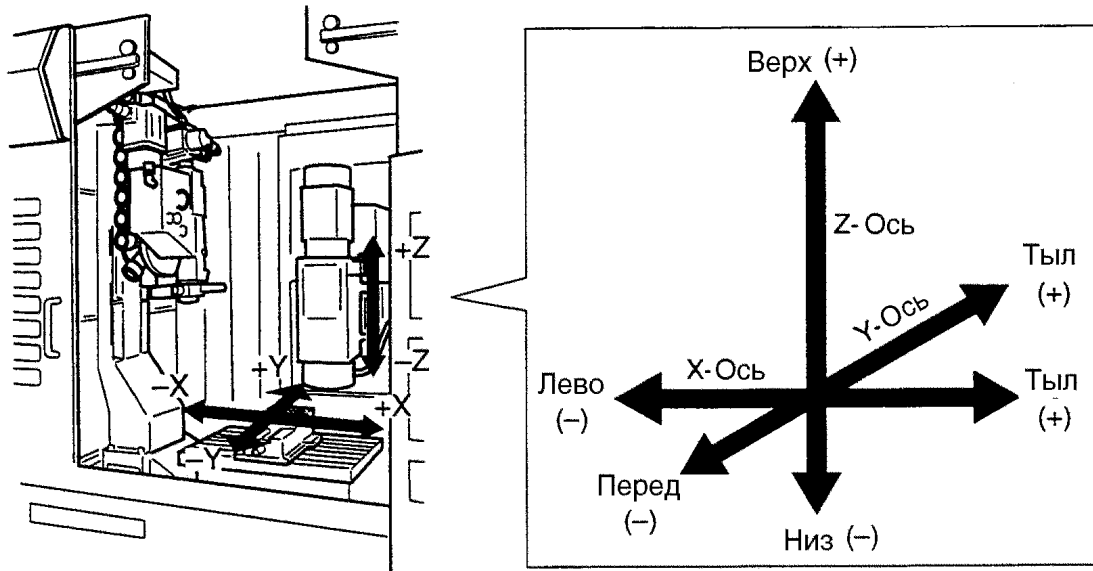
подробностей.

Обратитесь к главе «3-4-15 Установка локальной системы координат (G52)» для выяснения

3-2-4 Координаты оси и направление

Эта секция описывает систему координат осей X, Y и Z и соответствующие движения оси (в положительном или отрицательном направлении).

- Ось X: Движение в продольном направлении между столом и колонной
- «+» ... Инструмент движется вправо
 - «-» ... Инструмент движется влево
- Ось Y: Движение в поперечном направлении между столом и колонной
- «+» ... Стол движется вперед (инструмент назад)
 - «-» ... Стол движется назад (инструмент вперед)
- Ось Z: Движение в направлении вверх/вниз (Параллельно со шпинделем)
- «+» ... Инструмент движется вверх
 - «-» ... Инструмент движется вниз



Памятка

Некоторые модели могут быть оборудованы дополнительными осями (A, B и C).

Движения осей задаются значениями координат, адресуемых X, Y, Z и знаками "+" или "-".
Программа может использовать относительные и/или абсолютные команды.



Памятка

Знак "+" может быть пропущен.
Минимальное приращение для команд - 0.001 мм.

3-3-1 Команда абсолютного перемещения

Движения осей управляются значениями координат в рабочей системе координат (расстояние от нулевой точки заготовки). G90 используется для задания абсолютного перемещения.

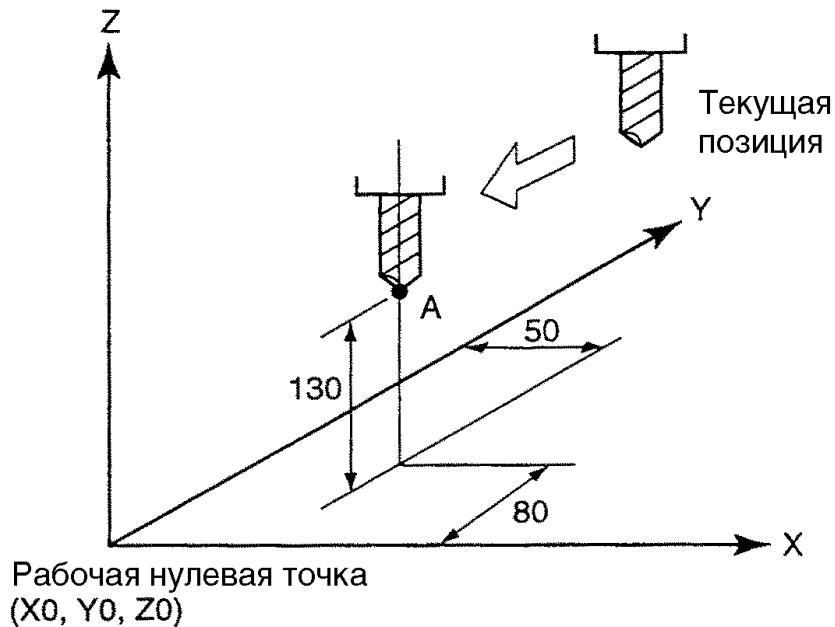
Знаки "+" или "-", поставленные перед числами определяют направление от рабочей нулевой точки.

Как сделать команду... G90 X_Y_Z_

<Пример>

Для команды перемещения инструмента в точку A.

G90 X50. Y80. Z130.



3-3-2 Команда относительного перемещения

Движения осей управляются различием значения координат от текущей позиции инструмента. G91 используется для задания относительного перемещения.

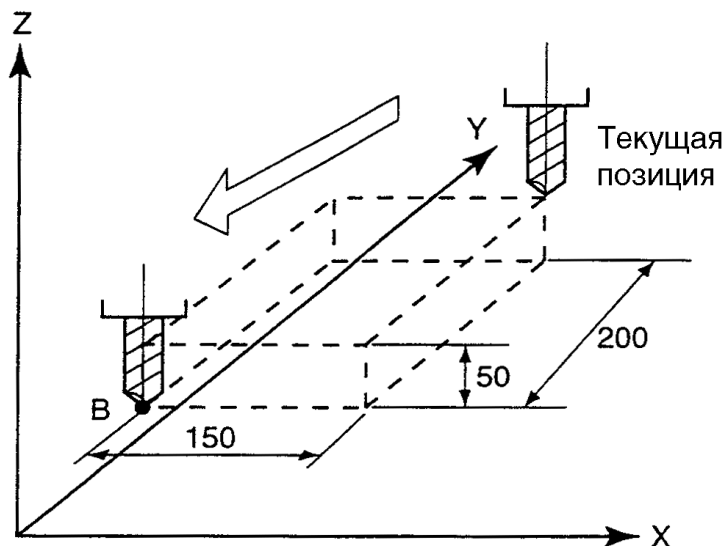
Знаки "+" или "-", поставленные перед числами определяют направление движения.

Как сделать команду... G91 X_Y_Z_

<Пример>

Для перемещения инструмента в точку В.

G91 X-150. Y-200. Z-50.



3-3-3 Ввод расчетных значений

Минимальное задаваемое перемещение в программе - 0.001 мм. Для ввода координат осей (X, Y, Z, и т.д.) должен применяться следующий метод.

<Пример>

G00 X10. или G00 X10 - Перемещение оси X на 10 мм.

G00 X0.01 - Перемещение оси X на 0.01 мм.

G-код обозначает адрес G, сопровождаемый 2-мя цифрами номера.

Эти коды используются для задания движения каждой оси.

Эти G-коды разделены на следующие два (2) типа.

Тип	Значение
Одиночные G-коды	Они принадлежат группе 00 в таблице G-кодов. G-код действителен только в блоке, в котором он определен.
Модальные G-коды	Они принадлежат всем группам кроме группы 00. G-код действителен до другого G-кода заданного в той же группе.



Памятка

Множество G-кодов может быть определено в одном блоке, если они принадлежат различным группам.

G-коды, которые могут использоваться в программе и соответствующих функциях, показаны ниже.

G-коды, отмеченные знаком «●», являются заданными по умолчанию при включении станка.

3-4 G КОД (ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ)

Адресный символ G и две следующие за ним цифры используются для обозначения G-кода.

Эти коды используются для задания команд передвижения по каждой оси.

G-коды бывают следующих двух типов:

Тип	Смысловое значение
Одноразовый (немодальный) G-код	В таблице G-кодов, данные G-коды принадлежат группе 00. Данные G-коды действительны только в том блоке, в котором они заданы.
Модальный G-код	В таблице G-кодов, это все те G-коды, которые не принадлежат группе 00. Эти G-коды действительны до тех пор, пока другой G-код той же группы не будет задан.



Замечание: Номера различных G-кодов могут быть заданы в одном блоке, если они (эти G-коды) принадлежат разным группам.

G-коды, используемые в программе, и, соответственно, выполняемые ими функции приведены в нижеследующей таблице.

G-коды, помеченные **черным цветом**, устанавливаются по умолчанию при включении питания.

Сводная таблица G кодов

G код	Группа	Функция
G00	01	Позиционирование
G01		Линейная интерполяция
G02		Круговая интерполяция / Винтовая интерполяция
G03		Круговая интерполяция / Винтовая интерполяция
G04	00	Задержка
G09		Точная остановка
G17	02	Выбор плоскости XY
G18		Выбор плоскости ZX
G19		Выбор плоскости ZY
G20	06	Ввод данных в дюймах
G21		Ввод данных в метрической системе мер
G25	00	Выключение определения скорости вращения шпинделя
G26		Включение определения скорости вращения шпинделя
G27		Проверка возврата в исходную точку
G28		Возврат в исходную точку
G29		Возврат из исходной точки
G30		Возврат во 2-ую исходную точку
G40	07	Отмена компенсации диаметра инструмента
G41		Компенсация диаметра инструмента (слева)
G42		Компенсация диаметра инструмента (справа)
G43	08	Компенсация длины инструмента (+)
G44		Компенсация длины инструмента (-)
G45	00	Увеличение компенсации на инструмент
G46		Уменьшение компенсации на инструмент
G47		Двойное увеличение компенсации на инструмент
G48		Двойное уменьшение компенсации на инструмент
G49	08	Отмена компенсации длины инструмента
G50	11	Отмена масштабирования
G51		Масштабирование
G50.1		Отмена зеркального отображения
G51.1		Зеркальное отображение
G52	00	Установка локальной системы координат
G53		Выбор машинной системы координат

G54	14	Выбор 1-вой рабочей системы координат
G55		Выбор 2-рой рабочей системы координат
G56		Выбор 3-теей рабочей системы координат
G57		Выбор 4-той рабочей системы координат
G58		Выбор 5-той рабочей системы координат
G59		Выбор 6-той рабочей системы координат
G61	15	Режим точной остановки
G64		Режим резания
G68	16	Вращение координат
G69		Отмена вращения координат
G70	09	Сверление по кругу (круговое сверление)
G71		Сверление по дуге (дуговое сверление)
G72		Сверление по линии (линейное сверление)
G80		Отмена фиксированного цикла
G81		Выборка гнезд (под шайбу), цекование (&rey)
G82		Цекование, рассверливание, развертка (&rey)
G83		Сверление с долблением (как дрель с перфоратором) (&rey)
G84		Нарезка резьбы
G84.1		Жесткая (черновая) нарезка резьбы (без спец. патрона) (&rey)
G85		Чистовая расточка
G86		Расточка
G87		Обратная расточка
G88		Нарезка обратной резьбы (&rey)
G88.1		Жесткая нарезка обратной резьбы (&rey)
G90	03	Абсолютная команда
G91		Инкрементальная команда
G92	00	Установка рабочей системы координат
G98	10	Возврат на исходный уровень
G99		Возврат в точку R

3-4-1 Команды позиционирования/интерполяции (G00/G01/G02/G03)

Перевод надписей на иллюстрациях в примерах пункта 3-4-1	
Current position	Текущее положение
Current position (start point)	Текущее положение (начальная точка)
End point	Конечная точка
Center	Центр

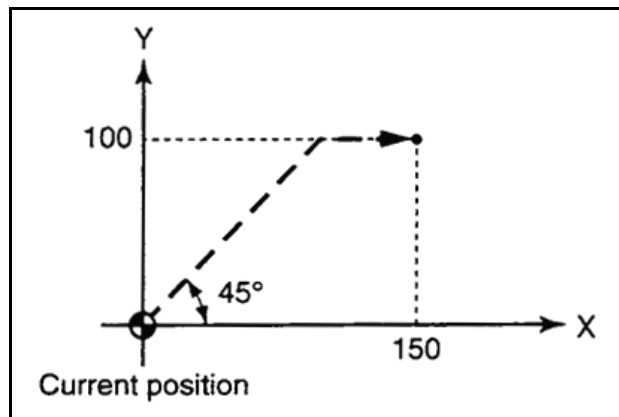
▪ G00 (Позиционирование)

Если дана команда позиционирования, то происходит перемещение в заданную позицию на скорости быстрых (холостых) перемещений.

Порядок задания команды ...

G00 X __ Y __ Z __

<Пример>
G00 X150. Y100.

**Замечания:**

- Инструмент не всегда движется вдоль прямой линии.
- При начале передвижения инструмент движется под углом в 45 градусов.

- G01 (Линейная интерполяция)

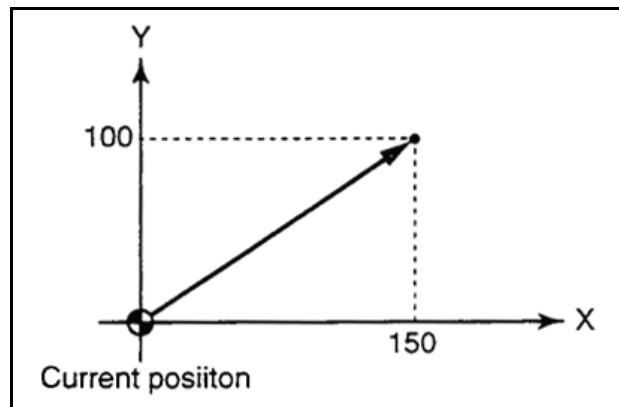
Позиционирование в заданное положение происходит линейно и на заданной скорости (F).

Порядок задания команды ...

```
G01 X __ Y __ Z __ F __
```

<Пример>

```
G01 X150. Y100. F50
```



- G02 (Круговая интерполяция / Винтовая интерполяция)

Позиционирование в заданное положение происходит по часовой стрелке вдоль дуги окружности с радиусом (R) и на заданной скорости (F).

Если дуга окружности должна быть меньше чем 180 градусов, то радиус (R) задается положительным числом. Если дуга окружности должна быть больше чем 180 градусов, то радиус (R) задается числом со знаком минус.

Порядок задания команды ...

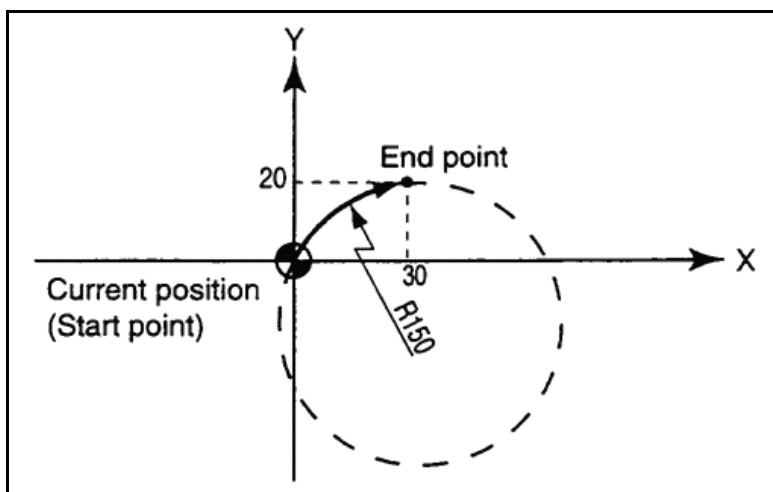
```
G02 X __ Y __ R __ F __
G02 X __ Y __ I __ J __ F __
```

<Пример 1>

Для дуги окружности меньшей чем 180 градусов ...

```
G91 G01 X0 Y0 F350
```

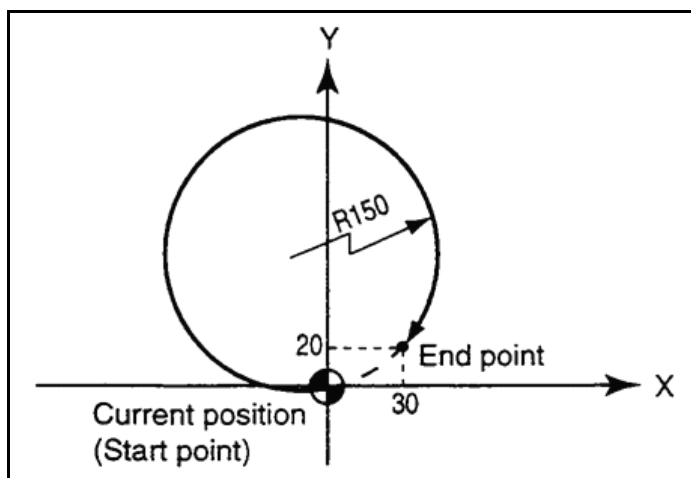
```
G02 X30. Y20. R150. F300
```



<Пример 2>

Для дуги окружности большей чем 180 градусов ...

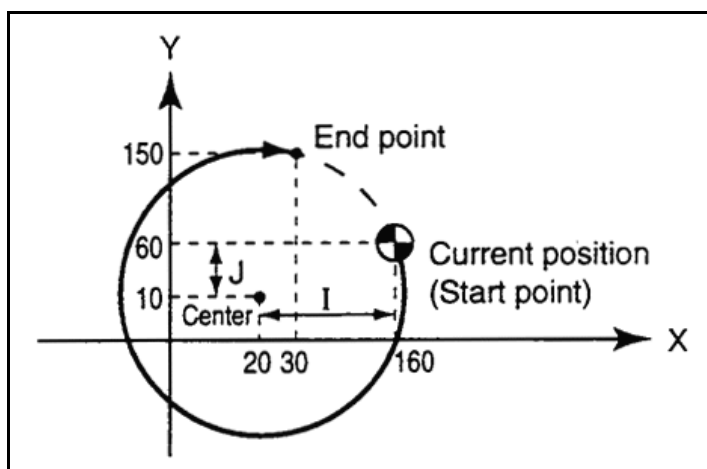
```
G91 G01 X0 Y0 F350
G02 X30. Y20. R-150. F300
```



<Пример 3>

Команда с I и J ...

```
G90 G01 X160. Y60. F350
G02 X30. Y150. I-140. J-50. F300
```



Замечания:



- После I вводится расстояние по оси X от центра окружности до начальной точки (текущей точки), а после J вводится то же самое, но по оси Y.
- Обычно такой способ задания команды (с I и J) эффективен только тогда, когда требуется получить практически полностью замкнутую или замкнутую окружность.

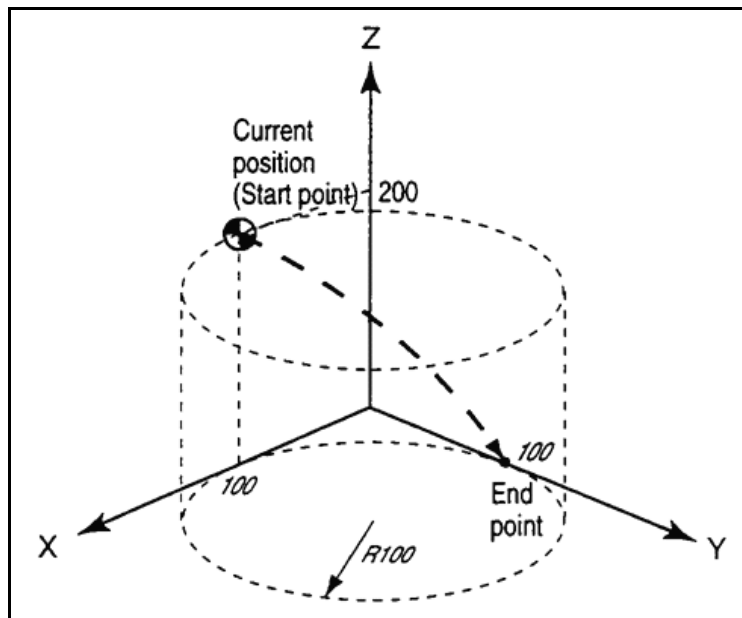
○ Винтовая интерполяция

Винтовая интерполяция получается при осуществлении передвижения инструмента вдоль оси Z во время выполнения круговой интерполяции.

<Пример 1>

Команда с R(+)

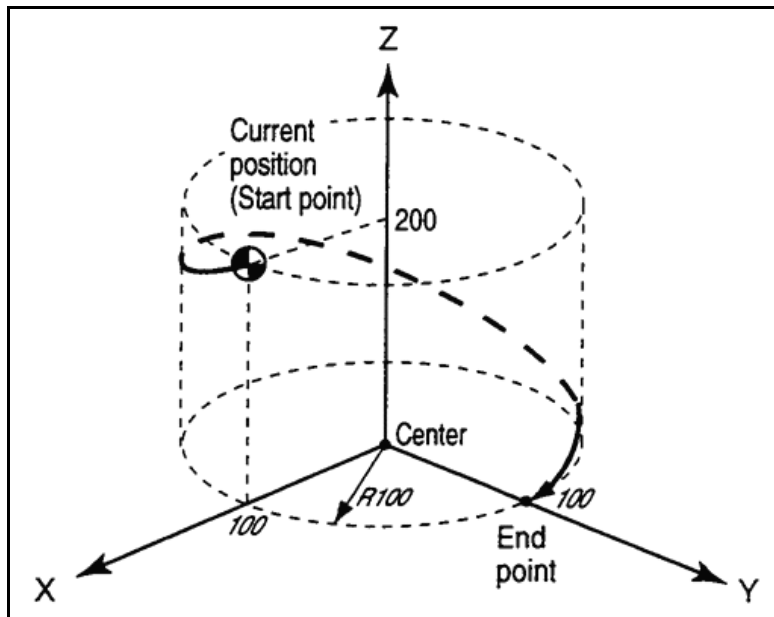
```
G90 G01 X100. Y0 Z200. F350
G02 X0 Y100. Z0 R100. F300
```



<Пример 2>

Команда с R(-)

```
G90 G01 X100. Y0 Z200. F350
G02 X0 Y100. Z0 R-100. F300
```



<Пример 3>

Команда с I и J

```
G90 G01 X100. Y0 Z200. F350
G02 X0 Y100. Z0 I-100. J0 F300
```

- G03 (Круговая интерполяция / Винтовая интерполяция)

Позиционирование в заданное положение происходит против часовой стрелки вдоль дуги окружности с радиусом (R) и на заданной скорости (F).

Если дуга окружности должна быть меньше чем 180 градусов, то радиус (R) задается положительным числом. Если дуга окружности должна быть больше чем 180 градусов, то радиус (R) задается числом со знаком минус.

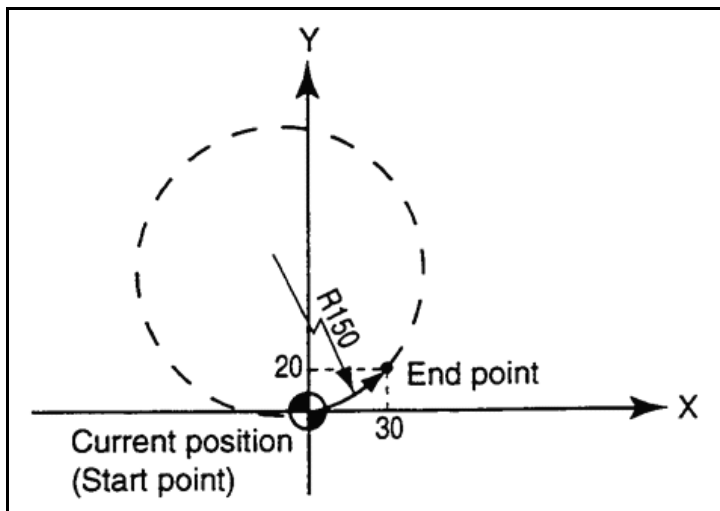
Порядок задания команды ...

```
G03 X__Y__R__F__
G03 X__Y__I__J__F__
```

<Пример 1>

Для дуги окружности, меньшей, чем 180 градусов.

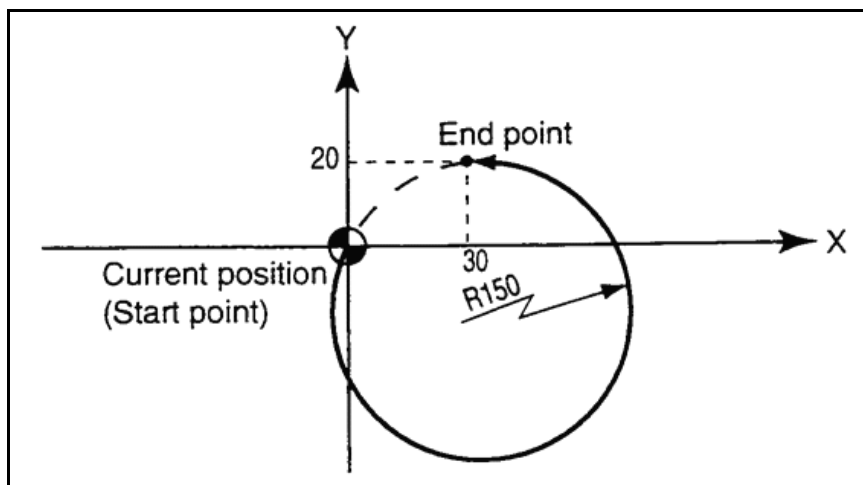
```
G91 G01 X0 Y0 F350
G02 X30. Y20. R150. F300
```



<Пример 2>

Для дуги окружности большей чем 180 градусов ...

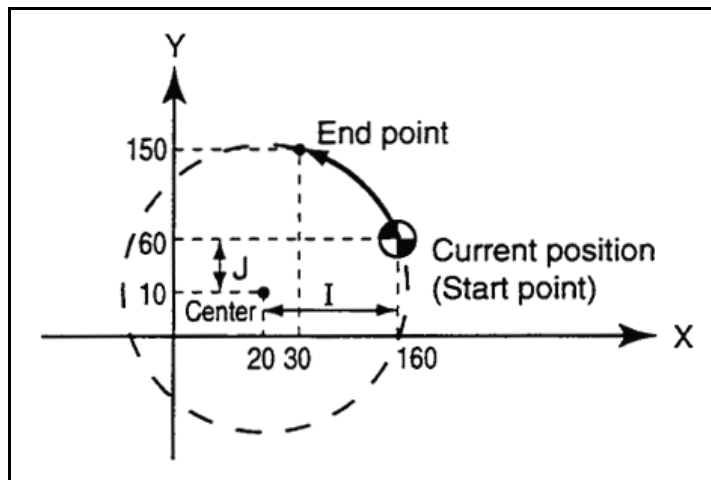
```
G91 G01 X0 Y0 F350
G02 X30. Y20. R-150. F300
```



<Пример 3>

Команда с I и J ...

```
G90 G01 X160. Y60. F350
G02 X30. Y150. I-140. J-50. F300
```

**Замечания:**

- После I вводится расстояние по оси X от центра окружности до начальной точки (текущей точки), а после J вводится то же самое, но по оси Y.
- Обычно такой способ задания команды (с I и J) эффективен только тогда, когда требуется получить практически полностью замкнутую или замкнутую окружность.

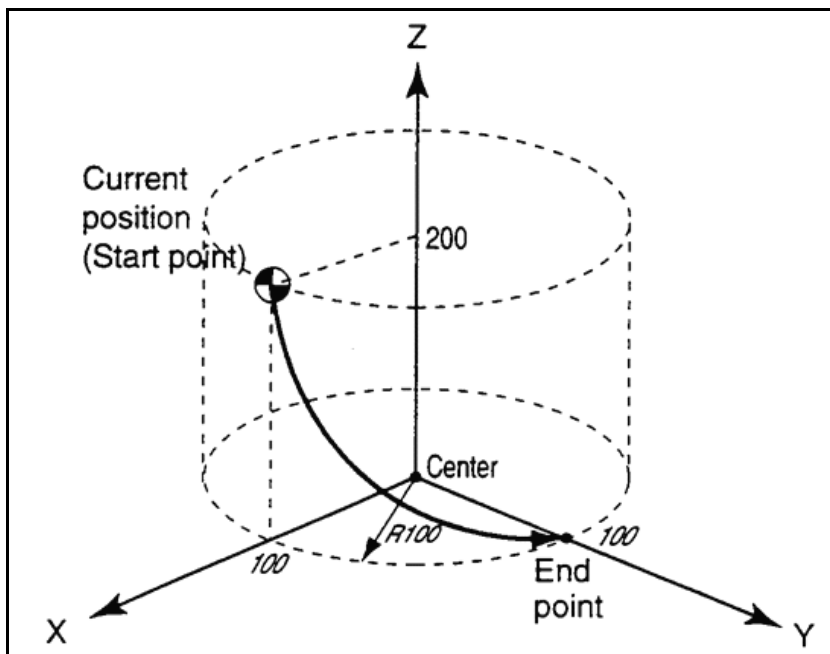
○ Винтовая интерполяция

Винтовая интерполяция получается при осуществлении передвижения инструмента вдоль оси Z во время выполнения круговой интерполяции.

<Пример 1>

Команда с R(+)

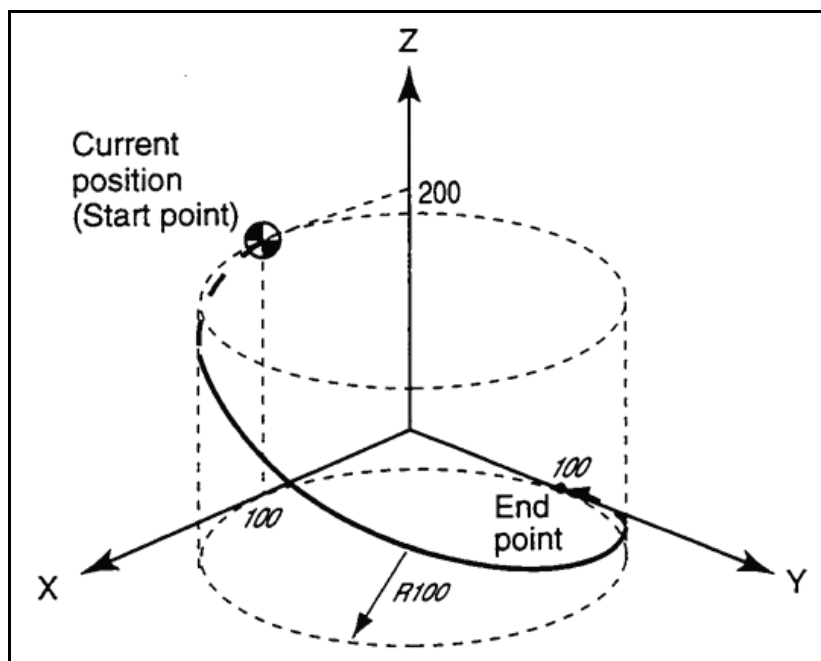
```
G90 G01 X100. Y0 Z200. F350
G02 X0 Y100. Z0 R100. F300
```



<Пример 2>

Команда с R(-)

```
G90 G01 X100. Y0 Z200. F350
G02 X0 Y100. Z0 R-100. F300
```



<Пример 3>
 Команда с I и J ...
 G90 G01 X100. Y0 Z200. F350
 G02 X0 Y100. Z0 I-100. J0 F300

3-4-2 Задержка (G04)

Переход к следующему блоку может быть задержан на определенное время (в секундах).

Порядок задания команды ...

G04 X __

<Пример>
 G04 X5. Задержка на 5 секунд



Замечания:

- Диапазон значений для времени задержки от 0.001 до 9999.999 секунд.
- Код G04 действителен только в том блоке, в котором задан.

3-4-3 Точная остановка (G09)

Данная команда замедляет движение оси после отработки движения, заданного с ней в одном блоке, а затем полностью останавливает ее (ось) перед тем, как начать движение по командам следующего блока. Эта функция используется тогда, когда необходимо получить на заготовке четкие, острые углы.

Порядок задания команды ...

G09

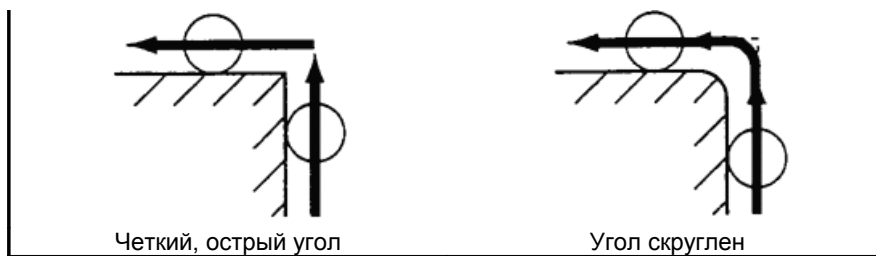
<Пример>
 G09 G01 Y100. F50
 X100.



Замечание: На нижеследующем рисунке показана разница между углами, получающимися с использованием кода G09 и без него.

G09 задан

G09 не задан

**Замечание:**

Код G09 действителен только в том блоке, в котором задан.



Дополнительно смотри пункт "3-4-18 Режим точной остановки".

3-4-4 Выбор плоскости (G17/G18/G19)

Эти G-коды предназначены для выбора плоскости для осуществления кругового резания.



Замечание: При включении питания, по умолчанию, устанавливается плоскость XY.

- G17

Этот код для выбора плоскости XY.

Порядок задания команды ...

```
G17 G02 X __ Y __ R __ F __
(G03)
```

- G18

Этот код для выбора плоскости XZ.

Порядок задания команды ...

```
G18 G02 X __ Y __ R __ F __
(G03)
```

- G19

Этот код для выбора плоскости YZ.

Порядок задания команды ...

```
G19 G02 X __ Y __ R __ F __
(G03)
```

3-4-5 Выбор ввода данных в дюймах или в метрической системе мер (G20/G21)

Эти коды предназначены для выбора того, в какой системе мер вводятся данные о координатах осей: в дюймовой или в метрической.



Напоминание: В самом начале программы, перед тем как установить систему координат, всегда сначала должна быть выполнена одна из команд G20 или G21.

**Замечания:**

- Установленные данные, такие как величина коррекции на инструмент или величина сдвига рабочей системы координат, автоматически конвертируются в соответствующие командам G20/G21 единицы измерения.
- При включении питания, по умолчанию, устанавливается метрический ввод (G21).

▪ **G20**

Этот код предназначен для установки дюймовой системы ввода данных.

Порядок задания команды ...

G20

▪ **G21**

Этот код предназначен для установки метрической системы ввода данных.

Порядок задания команды ...

G21

3-4-6 Проверка возврата в исходную точку (G27)

Этот код предназначен для проверки корректности возврата определенной (заданной) оси в исходную точку (базовую точку станка).

Путь возврата оси в исходную точку пролегает через промежуточную точку, и этот возврат осуществляется на скорости быстрых (холостых) перемещений.

Указанная промежуточная точка сохраняется для последующего использования G29.



Напоминание: Перед тем как задать команду G27 необходимо в предыдущем блоке отменить команду коррекции на инструмент.

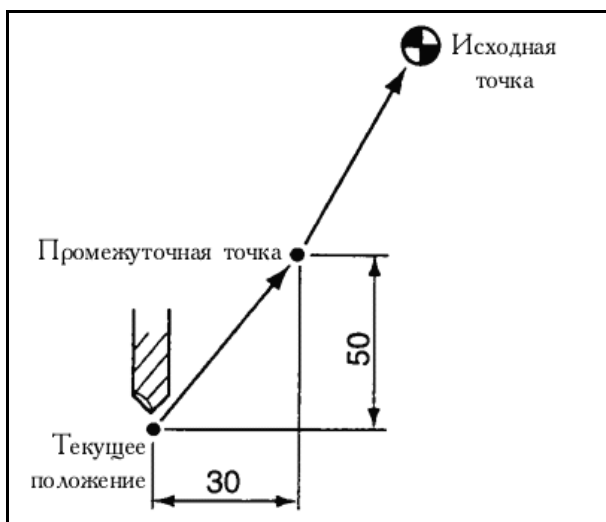
Порядок задания команды ...

G27 X__ Y__ Z__

Где: X, Y, Z - координаты промежуточной точки

<Пример>

G91 G27 X30. Z50.



3-4-7 Возврат в исходную точку (G28)

Этот код предназначен для возврата заданной оси в исходную точку (базовую точку станка).

Путь возврата оси в исходную точку пролегает через промежуточную точку, и этот возврат осуществляется на скорости быстрых (холостых) перемещений.

Указанная промежуточная точка сохраняется для последующего использования G29.



Напоминание: Перед тем как задать команду G28, необходимо в предыдущем блоке отменить команду коррекции на инструмент.

Порядок задания команды ...

G28 X__ Y__ Z__
Где: X, Y, Z - координаты промежуточной точки

<Пример>
G91 G28 X30. Z50.



Замечания:

- В режиме G90, заданные значения координат X, Y, Z рассматриваются как значения координат в машинной системе координат.
- Вне зависимости от режимов G90/G91 в исходную точку осуществится возврат только по заданной оси.

3-4-8 Возврат из исходной точки (G29)

Этот код предназначен для возврата заданной оси из исходной точки (базовой точки станка) в указанную точку.

Заданная ось возвращается в указанную точку на скорости быстрых (холостых) перемещений по пути, пролегающему через промежуточную точку, предварительно заданную с помощью команд G27 или G28.



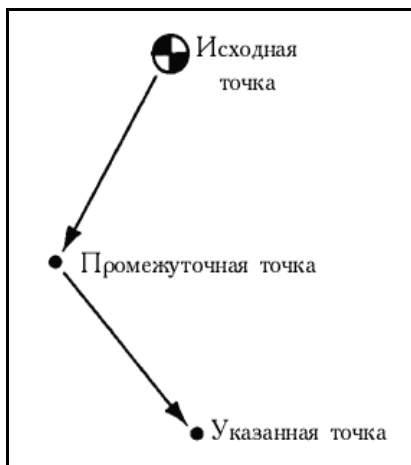
Напоминание: Убедитесь в том, что задаете команду G29 в блоке, следующем сразу после блока с командой G28.



Замечание: Ось, для которой не была выполнена команда G28, не имеет промежуточной точки. Следовательно, команда G29, заданная сразу после блока с такой командой G28, не будет передвигать ось, для которой отсутствует промежуточная точка.

Порядок задания команды ...

G29 X__ Y__ Z__



Замечания:

- В режиме G90, заданные значения координат X, Y, Z рассматриваются как значения координат в машинной системе координат.
- В режиме G91, заданные значения координат X, Y, Z указывают на расстояние от промежуточной точки.

3-4-9 Возврат во 2-ую исходную точку (G30)

Этот код предназначен для возврата заданной оси в исходную точку (базовую точку станка).

Путь возврата оси в исходную точку пролегает через промежуточную точку, и этот возврат осуществляется на скорости быстрых (холостых) перемещений.

Указанная промежуточная точка сохраняется для последующего использования G29.



NOTICE

Напоминание: Перед тем как задать команду G30 необходимо в предыдущем блоке отменить команду коррекции на инструмент.



NOTE

Замечание: Команда G30 в настоящее время находится в процессе разработки.

Порядок задания команды ...

G30 X__ Y__ Z__
Где: X, Y, Z - координаты промежуточной точки

<Пример>

G91 G30 X30. Z50.



NOTE

Замечания:

- В режиме G90, заданные значения координат X, Y, Z рассматриваются как значения координат в машинной системе координат.
- Вне зависимости от режимов G90/G91 во вторую исходную точку осуществится возврат только по заданной оси.

3-4-10 Компенсация диаметра инструмента (G40/G41/G42)

Перевод надписей на иллюстрациях пункта 3-4-10	
Tool center path (offset tool path)	Траектория движения центра инструмента после компенсации на инструмент
Programmed path	Запрограммированная траектория
Offset amount	Величина компенсации (коррекции)
Offset vector	Вектор компенсации (коррекции)
Less than 1 degree	Меньше одного градуса

Компенсация диаметра инструмента предназначена для получения правильных углов при резании краевых поверхностей заготовки.

Наличие таких функций компенсации позволяет программировать компенсацию для инструментов с различными радиальными размерами, без изменения и применения комплексных тригонометрических процедур.

Обычно, диаметры инструментов предварительно записываются в память коррекции на инструмент (эта память специально предназначена для хранения таких величин как: длина инструмента, диаметр инструмента и т.п.) и поэтому, после такой записи, нужный номер коррекции задается в программе кодом D и номером коррекции, следующим после него.



NOTE

Замечания:

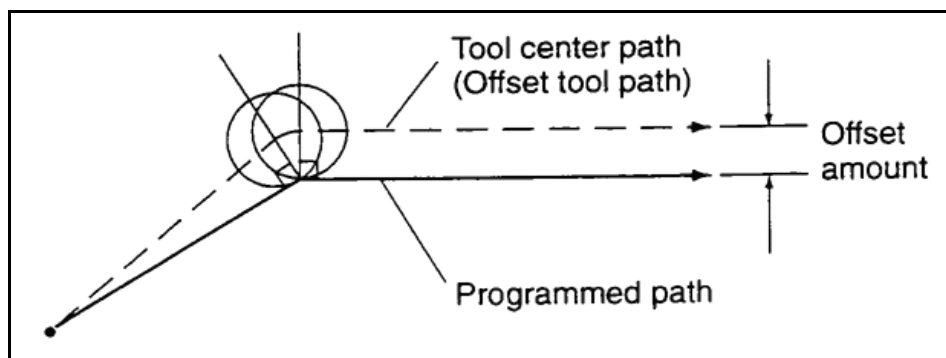
- Коррекция на инструмент модальна. Следовательно, если коррекция задана, то она будет действовать до тех пор, пока она не будет отменена.
- При включении питания, по умолчанию, режим коррекции диаметра инструмента отключен (G40).

▪ G41 (Компенсация диаметра инструмента (слева))

Осуществляется компенсация диаметра инструмента, влево от направления его передвижения.

Порядок задания команды ...

G41 X__ Y__ D__ F__

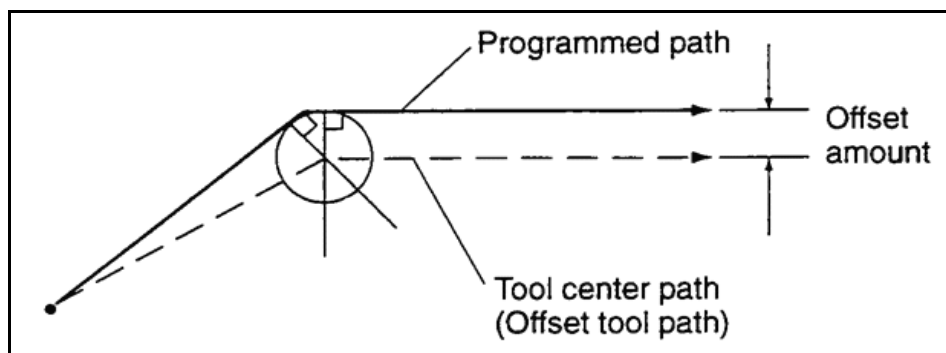


▪ G42 (Компенсация диаметра инструмента (справо))

Осуществляется компенсация диаметра инструмента, вправо от направления его передвижения.

Порядок задания команды ...

G42 X __ Y __ D __ F __



▪ G40 (Отмена компенсации диаметра инструмента)

Осуществляется отмена компенсации диаметра инструмента.

Порядок задания команды ...

G40 X __ Y __



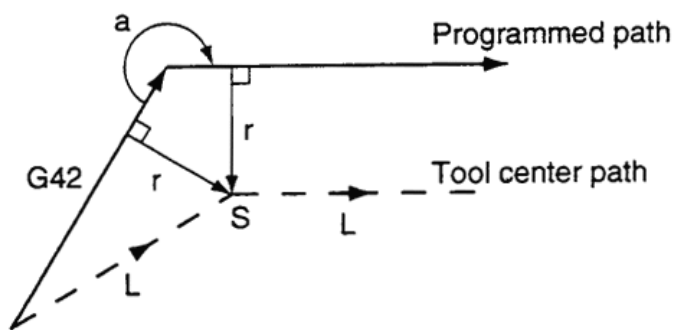
NOTICE

Напоминание: Не отменяйте компенсацию диаметра инструмента в момент выполнения резания.

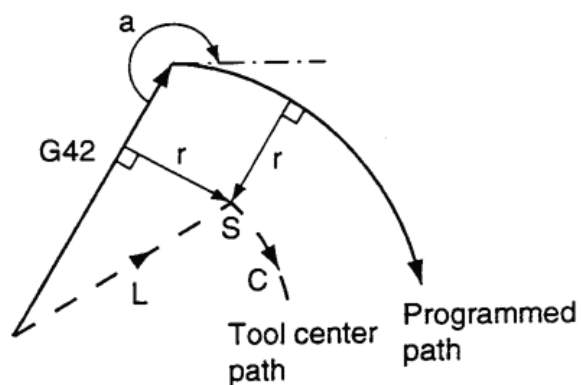
1. Начало компенсации

a) При прохождении внутреннего угла ($\alpha \geq 180$ градусов).

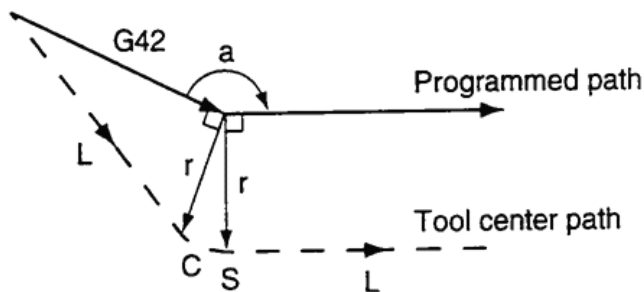
1) Линия - Линия



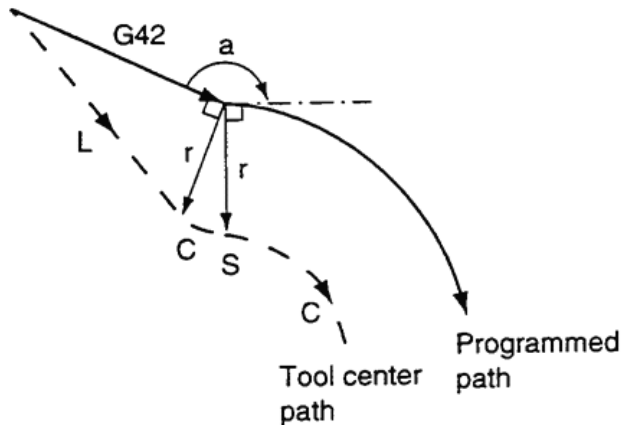
2) Линия - Окружность

b) При прохождении внешнего угла ($90 \leq \alpha < 180$ градусов).

1) Линия - Линия



2) Линия - Окружность



NOTE

Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

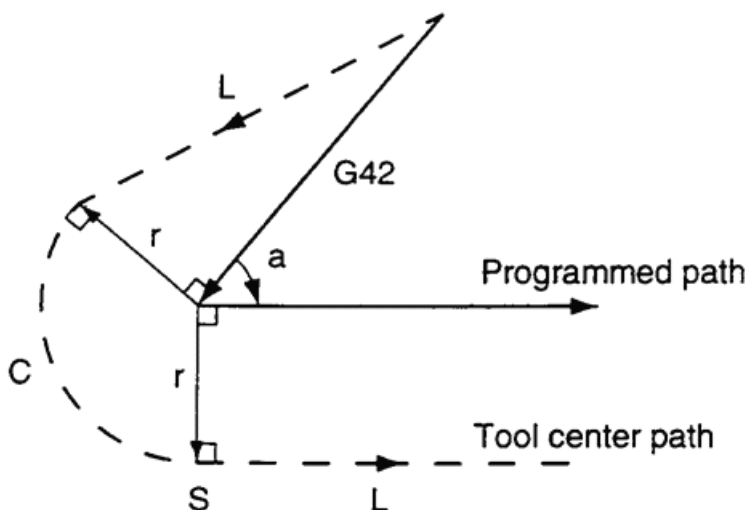
C : Круговое передвижение.

a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

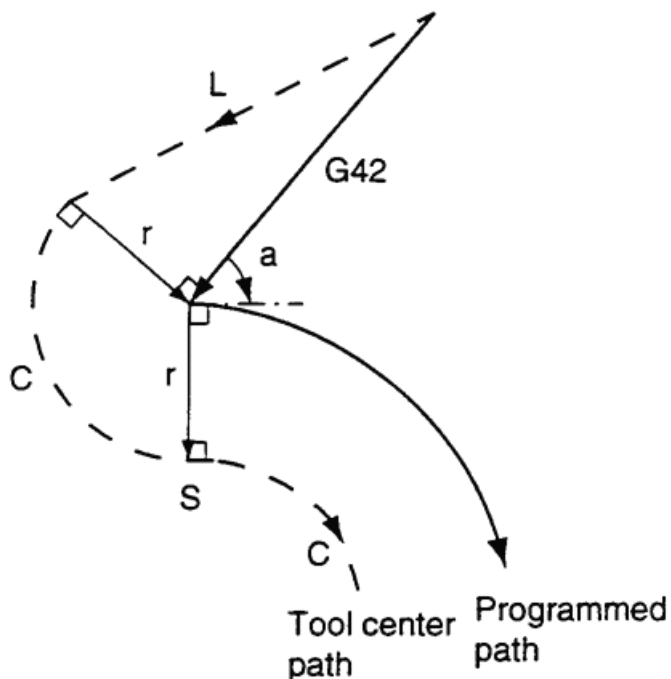
r : Величина компенсации (коррекции).

с) При наружном прохождении острого угла ($a < 90$ градусов).

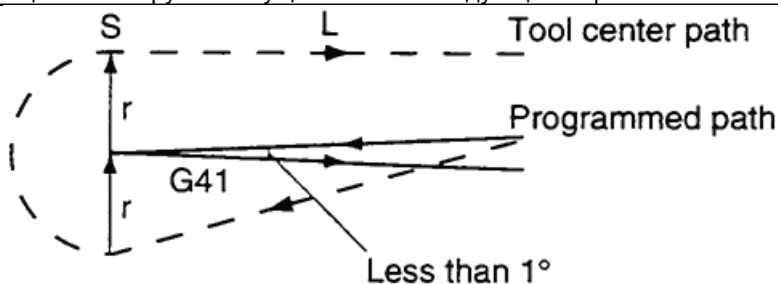
1) Линия - Линия



2) Линия - Окружность



d) При наружном прохождении инструментом острого угла (менее 1 градуса), полученного пересечением вида "линия-линия" компенсация на инструмент осуществляется следующим образом



Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

C : Круговое передвижение.

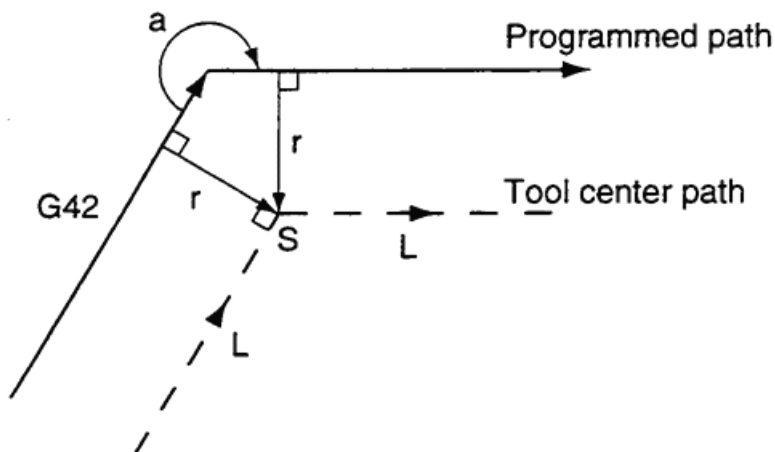
a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

r : Величина компенсации (коррекции).

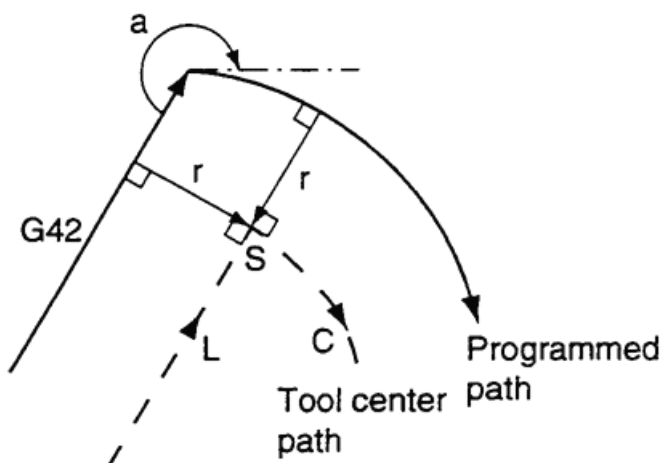
2. Режим компенсации

а) При прохождении внутреннего угла ($\alpha \geq 180$ градусов).

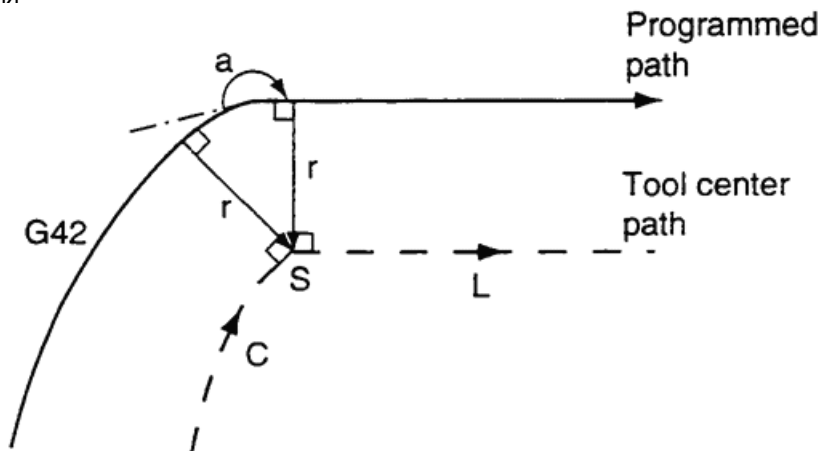
1) Линия - Линия



2) Линия - Окружность



3) Окружность - Линия



NOTE

Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

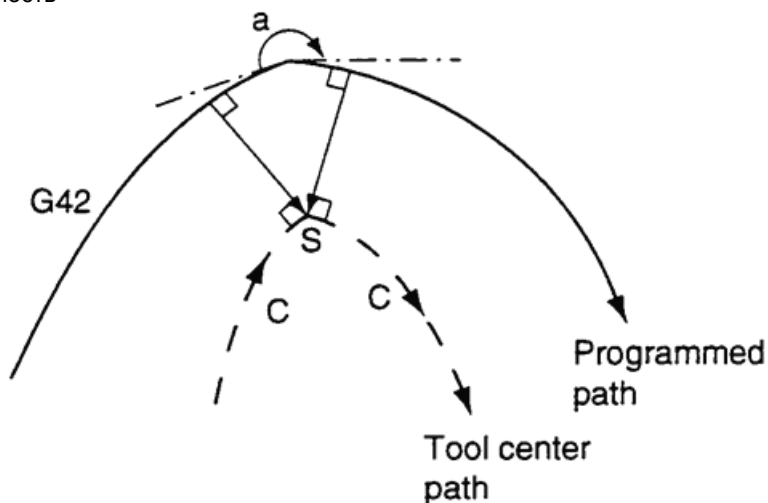
C : Круговое передвижение.

a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

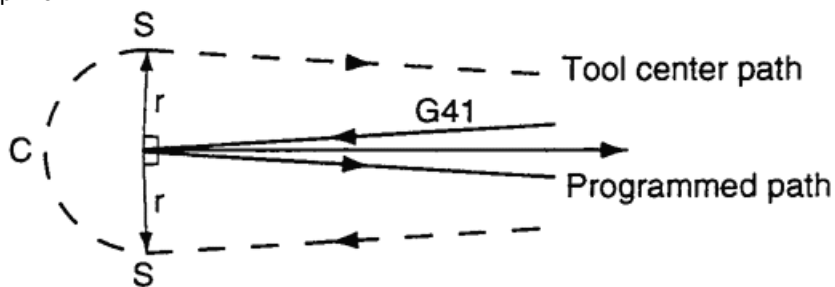
r : Величина компенсации (коррекции).

а) При прохождении внутреннего угла ($\alpha \geq 180$ градусов).

4) Окружность - Окружность



5) Прямая линия - прямая линия



NOTE

Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

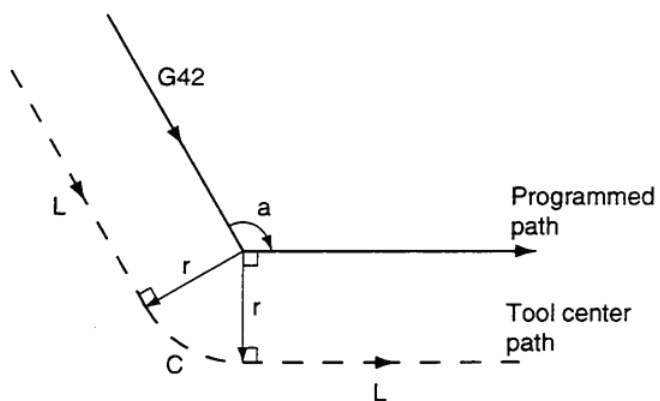
C : Круговое передвижение.

a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

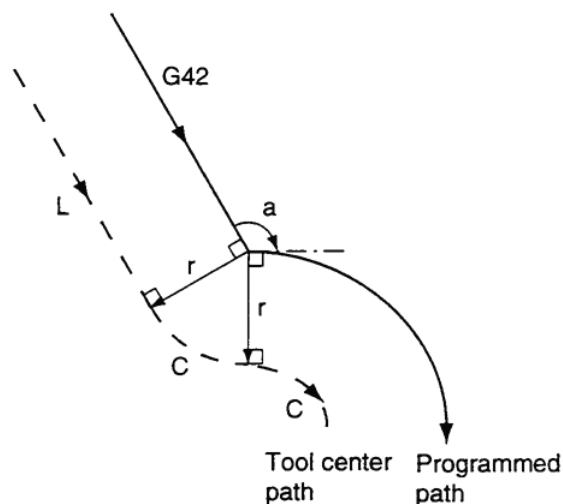
r : Величина компенсации (коррекции).

b) При наружном прохождении тупого угла ($90 \leq a < 180$ градусов).

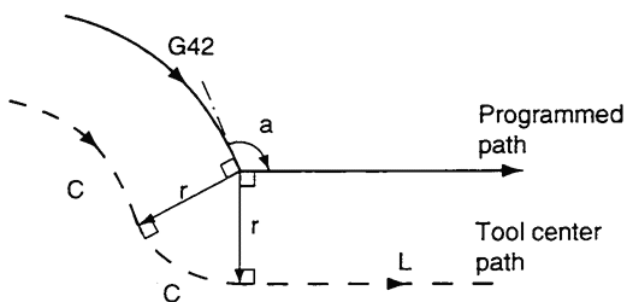
1) Линия - Линия



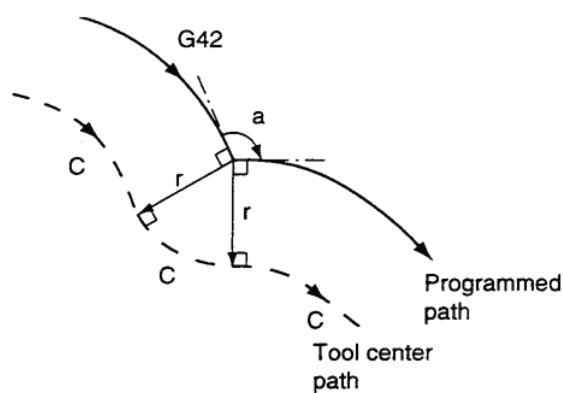
2) Линия - Окружность



3) Окружность - Линия



4) Окружность - Окружность



Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

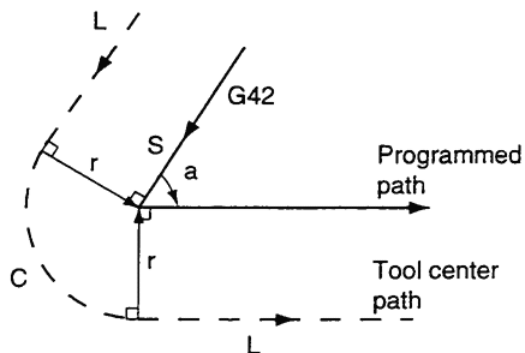
C : Круговое передвижение.

a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

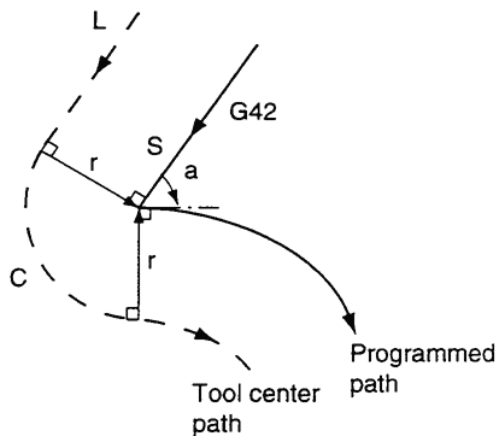
r : Величина компенсации (коррекции).

с) При наружном прохождении острого угла ($a < 90$ градусов).

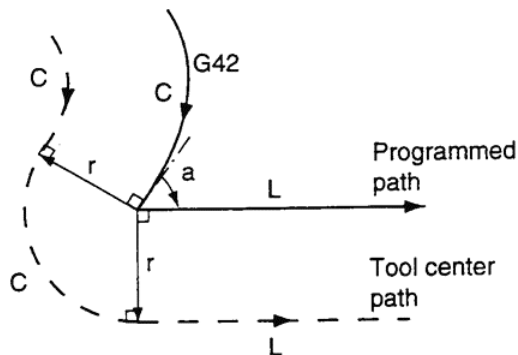
1) Линия - Линия



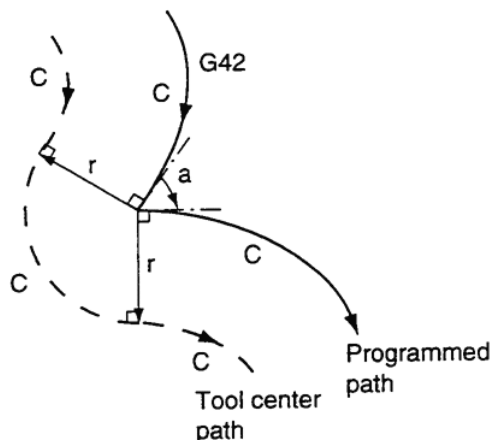
2) Линия - Окружность



3) Окружность - Линия



4) Окружность - Окружность



Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

C : Круговое передвижение.

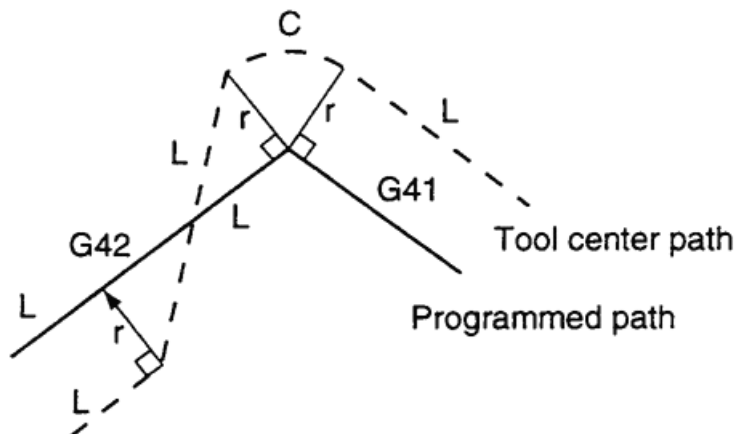
a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий)

движения, заданных в двух соседних командах).
 г : Величина компенсации (коррекции).

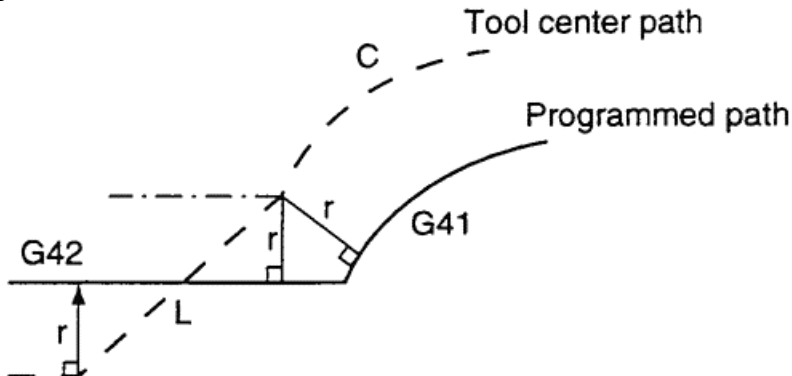
3. Изменение направления компенсации

а) Если при нормальном выполнении компенсации достигается (происходит) пересечение.

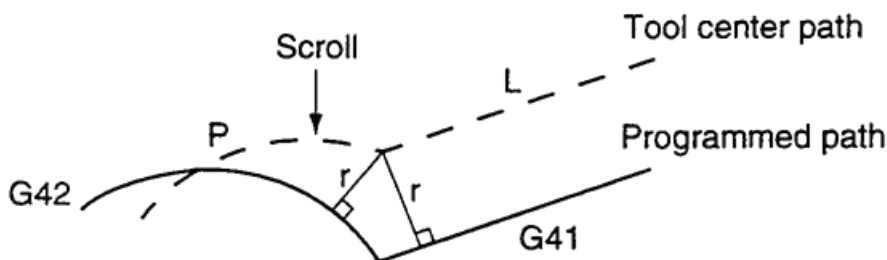
1) Линия - Линия



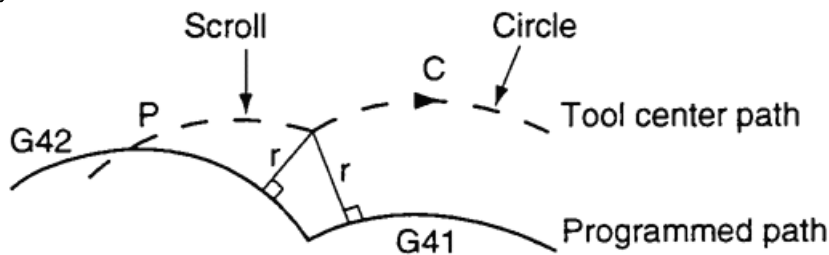
2) Линия - Окружность



3) Окружность - Линия



4) Окружность - Окружность

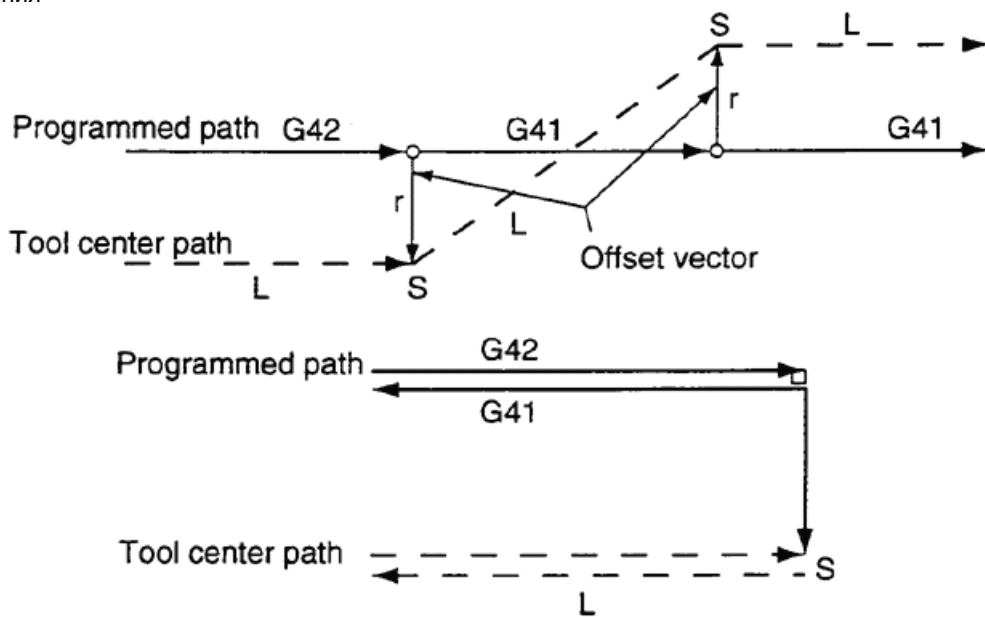


Замечания: (Значения символов)

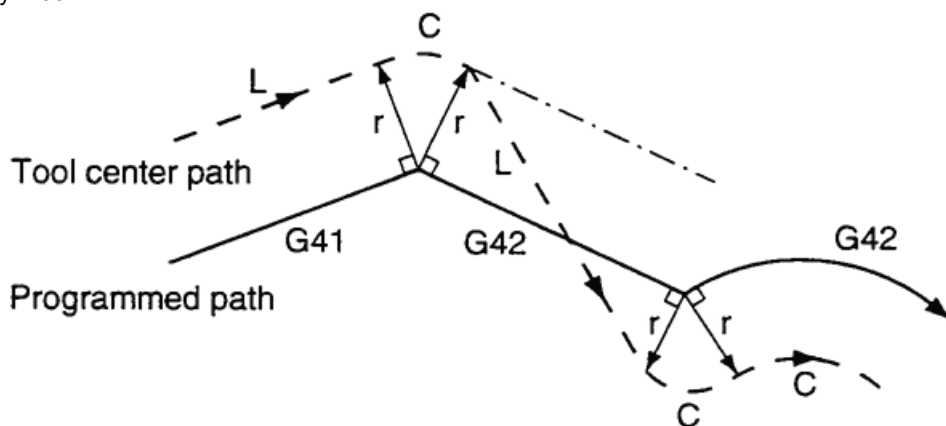
- S : Пересечение.
- L : Линейное передвижение.
- C : Круговое передвижение.
- P : Параболическое передвижение.
- a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).
- г : Величина компенсации (коррекции).

b) Если при нормальном выполнении компенсации не достигается (не происходит) пересечение.

1) Линия - Линия



2) Линия - Окружность



Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

C : Круговое передвижение.

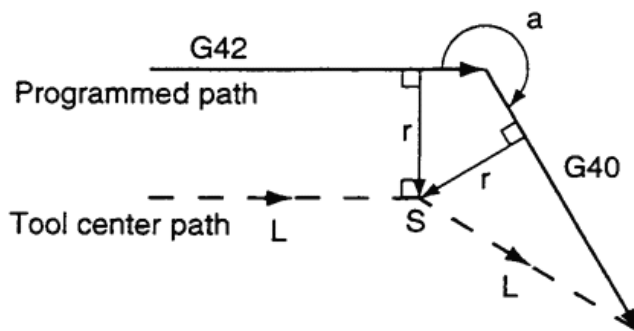
a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

r : Величина компенсации (коррекции).

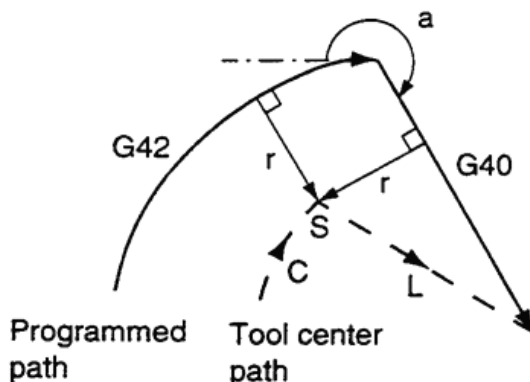
4. Отмена компенсации

a) При прохождении внутреннего угла ($a \geq 180$ градусов).

1) Линия - Линия

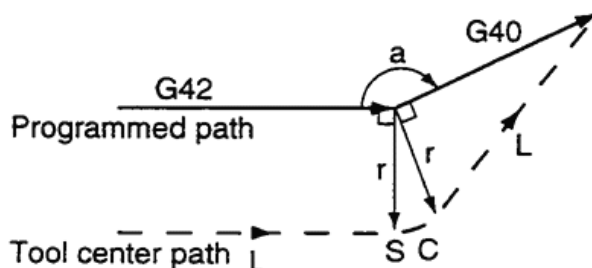


2) Линия - Окружность

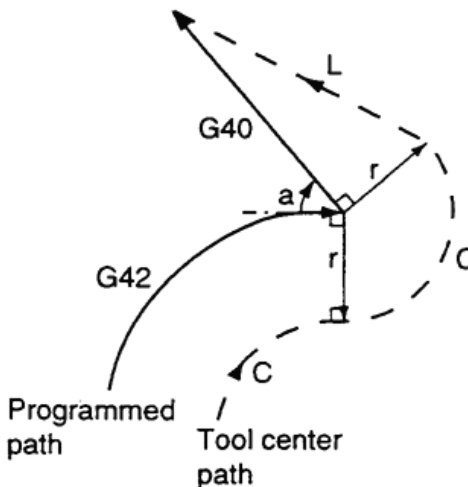


b) При прохождении внешнего угла ($90 \leq a < 180$ градусов).

1) Линия - Линия



2) Окружность - Линия



Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

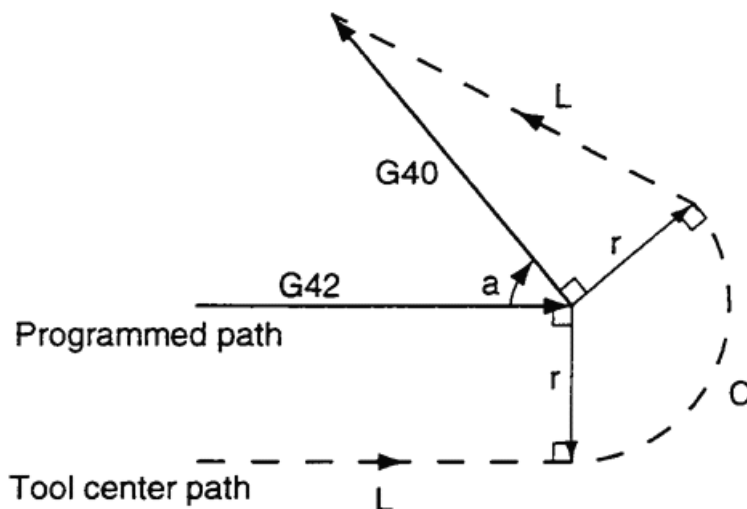
C : Круговое передвижение.

a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

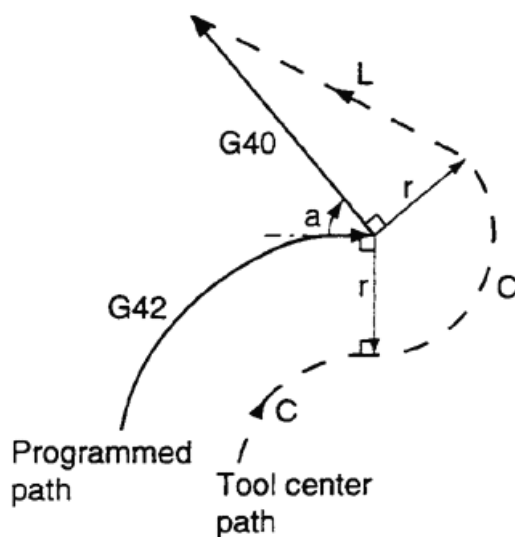
r : Величина компенсации (коррекции).

с) При наружном прохождении острого угла ($a < 90$ градусов).

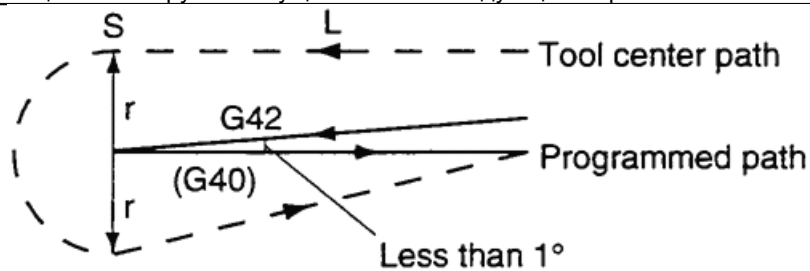
1) Линия - Линия



2) Окружность - Линия



d) При наружном прохождении инструментом острого угла (менее 1 градуса), полученного пересечением вида "линия-линия" компенсация на инструмент осуществляется следующим образом



Замечания: (Значения символов)

S : Пересечение.

L : Линейное передвижение.

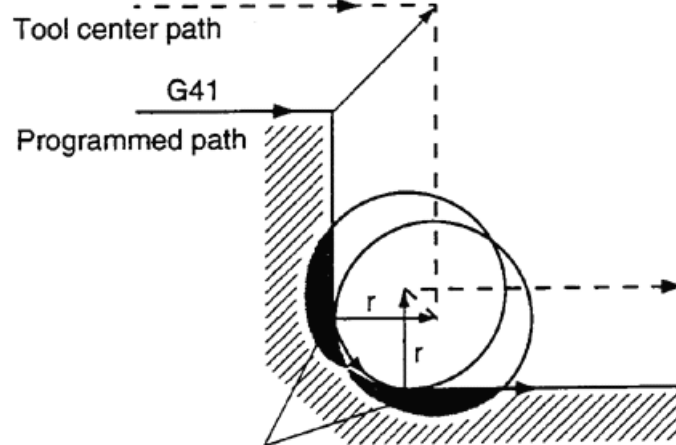
C : Круговое передвижение.

a : Угол пересечения (получается в результате пересечения траекторий движения, заданных в двух соседних командах).

r : Величина компенсации (коррекции).

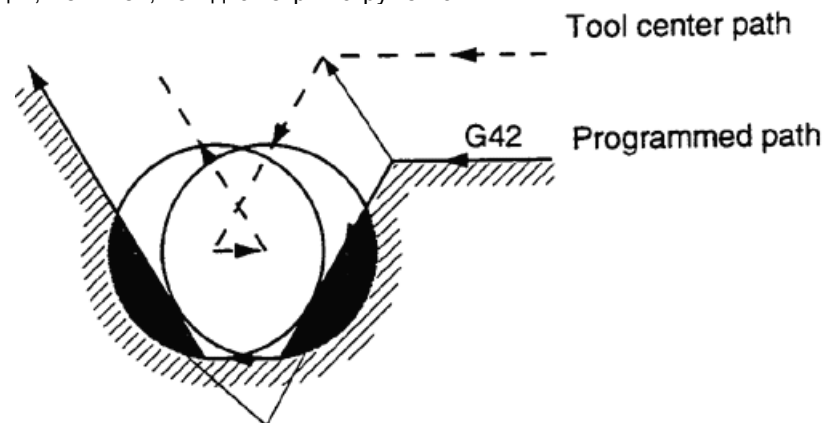
5. Излишний срез (перерез)

1) Обработка внутреннего угла, радиус которого меньше чем радиус инструмента



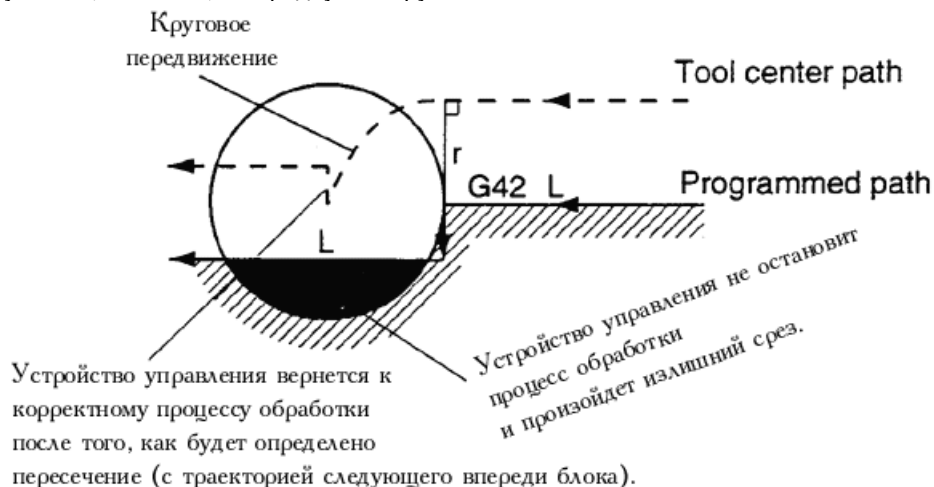
Устройство управления не остановит процесс обработки и произойдет излишний срез.

2) Обработка бороздки, меньшей, чем диаметр инструмента



Устройство управления не остановит процесс обработки и произойдет излишний срез.

3) Обработка ступеньки, меньшей, чем радиус инструмента



4) Обработка малых сегментов (секторов)



Перевод надписей на иллюстрациях пункта 3-4-10

Tool center path (offset tool path)	Траектория движения центра инструмента после компенсации на инструмент
Programmed path	Запрограммированная траектория
Offset amount	Величина компенсации (коррекции)
Offset vector	Вектор компенсации (коррекции)
Less than 1 degree	Меньше одного градуса

3-4-11 Компенсация длины инструмента (G43/G44/G49)

При движении инструмента по оси Z конечная точка (ее положение) смещается по оси Z в положительном или отрицательном направлении, соответственно со значением величины компенсации длины инструмента.

Наличие этих функций дает возможность запрограммировать величины компенсаций для режущих инструментов разной длины без изменения координат по оси Z.

Обычно, длины инструментов предварительно записываются в память коррекции на инструмент (эта память специально предназначена для хранения таких величин как: длина инструмента, диаметр инструмента и т.п.) и поэтому, после такой записи, нужный номер коррекции задается в программе кодом H и номером коррекции, следующим после него.

- G43 (Компенсация длины инструмента (+))

Осуществляется компенсация длины инструмента, в положительном направлении оси Z.

Порядок задания команды ...

G43 Z __ H __

- G44 (Компенсация длины инструмента (-))

Осуществляется компенсация длины инструмента, в отрицательном направлении оси Z.

Порядок задания команды ...

G44 Z __ H __

- G49 (Отмена компенсации длины инструмента)

Осуществляется отмена компенсации длины инструмента.

Порядок задания команды ...

G49

3-4-12 Поблочная компенсация на инструмент (G45/G46/G47/G48)

Эти команды компенсации на инструмент действуют только в том блоке, в котором они заданы. Используется тот D код, который был задан последним.

	Функция
G45	Для увеличения коррекции на установленное значение
G46	Для уменьшения коррекции на установленное значение
G47	Для увеличения коррекции на установленное значение x 2
G48	Для уменьшения коррекции на установленное значение x 2

Порядок задания команды ...

G45 X __ Y __ D __
 G46 X __ Y __ D __
 G47 X __ Y __ D __
 G48 X __ Y __ D __

3-4-13 Масштабирование (G50/G51)

- G51

Масштабирование применяется относительно центра масштабирования, координаты которого задаются этой же командой через параметры X, Y, Z.

Масштабные коэффициенты для осей X, Y, Z задаются через параметры I, J, K соответственно.

Порядок задания команды ...

G51 X __ Y __ Z __ I __ J __ K __



NOTE

Замечание: Код G51 действителен только в абсолютных командах.

- G50

Отмена масштабирования.

Порядок задания команды ...

G50

3-4-14 Зеркальное отображение (G50.1/G51.1)

▪ G51.1

Значения координат заданной оси будут зеркально отражены.

Порядок задания команды ...

G51.1 X __ Y__ Z __

**Замечания:**

- Это значение координат действительно только в абсолютных командах.
- Если G51.1 задать в инкрементальных командах, то действительны будут только символы осей (X, Y, Z и т.п.) и действующее (текущее) значение координат может быть любым.

▪ G50.1

Отмена зеркального отображения.

Порядок задания команды ...

G50.1

3-4-15 Установка локальной системы координат (G52)

Вместо программирования в рабочих системах координат (G54 - G59), иногда бывает более удобно перейти к некоторой обобщенной системе координат. Такая система координат называется - локальной системой координат.

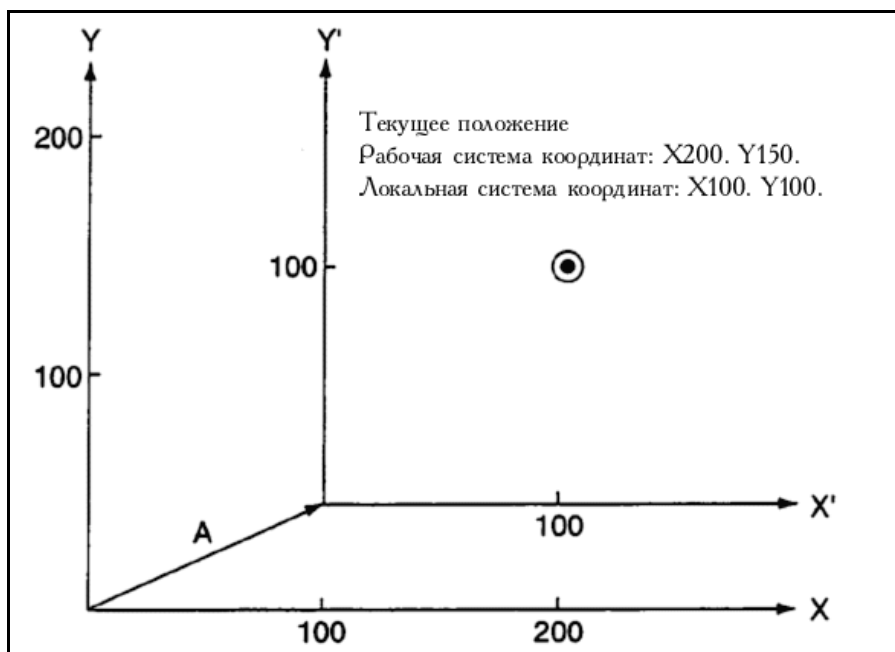
Локальная система координат (X', Y') будет сдвинута относительно рабочей системы координат (X, Y) на вектор A, который делает текущее положение в локальной системе координат эквивалентным (равным) положению, заданному при помощи G52.

Порядок задания команды ...

G52 X __ Y __ Z __

<Пример>

G52 X100. Y100.



Замечание: Для отмены локальной системы координат необходимо дать следующую команду: "G52 X0 Y0 Z0".

3-4-16 Выбор машинной системы координат (G53)

Машинная система координат, имеющая начало в базовом положении станка (нулевой точке станка), выбирается с целью передвижения указанной оси в заданную точку.

Машинная система координат устанавливается после включения питания станка, для выполнения первого возврата в исходную точку.

Порядок задания команды ...

G53 X__ Y__ Z__



Замечания:

- Код G53 действителен только в том блоке, в котором задан.
- Машинные координаты всегда выражают абсолютные координаты.
- G53 будет проигнорирован, если он будет задан в инкрементальном режиме.

3-4-17 Команда выбора рабочей системы координат (G54/G55/G56/G57/G58/G59)

Шесть типов рабочей системы координат может быть выбрано и использовано в программе.

Выбор осуществляется при помощи кодов G54 - G59.

Каждая система координат определяется при помощи установки расстояния от нулевой точки станка (базового положения станка) до своего начала.



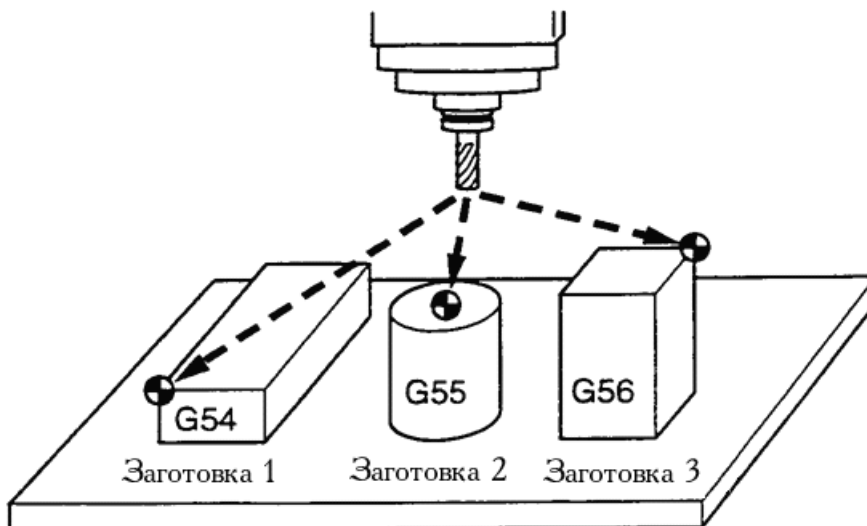
Напоминание: Не используйте в одной программе G коды G54 - G59 совместно с кодом G92. Иначе система координат будет нарушена и это может привести к повреждению станка.



Замечание: Код G54 устанавливается по умолчанию при первом включении питания станка.

G54	Выбор 1-вой рабочей системы координат
G55	Выбор 2-рой рабочей системы координат
G56	Выбор 3-тней рабочей системы координат
G57	Выбор 4-той рабочей системы координат

G58	Выбор 5-той рабочей системы координат
G59	Выбор 6-той рабочей системы координат



Порядок задания команды ...

G54 X __ Y __

.....

G59 X __ Y __

<Пример>

1. При позиционировании к точке начала обработки заготовки 1 на скорости быстрых (холостых) перемещений:

G54 G90 G00 X0 Y0

2. При позиционировании к точке начала обработки заготовки 2 на скорости быстрых (холостых) перемещений:

G55 G90 G00 X0 Y0

3. При позиционировании к точке начала обработки заготовки 3 на скорости быстрых (холостых) перемещений:

G56 G90 G00 X0 Y0

3-4-18 Режим точной остановки (G61)

В этом режиме осуществляется полная остановка передвижения после его замедления, после чего происходит отработка следующего блока программы. В связи с этим, не происходит скругление углов.

Порядок задания команды ...

G61



Замечания:

- G61 остается активен до тех пор пока не будет задан G64.
- При включении питания, по умолчанию, задается код G64.



Дополнительно, см. пункт "3-4-3 Точная остановка (G09)".

3-4-19 Режим резания (G64)

В этом режиме осуществляется отработка движения, заданного в следующем блоке программы, без полного замедления движения, заданного в предыдущем блоке.

Порядок задания команды ...

G64

Замечания:

- G64 остается активен до тех пор пока не будет задан G61.
- Однако, даже в режиме G64, скорость подачи уменьшается до нуля и происходит проверка положения инструмента в следующих случаях:
 - 1) Позиционирование (G00)
 - 2) В программе встречен блок с командой точной остановки (G09)
 - 3) Следующий блок не содержит в себе команды перемещения.

3-4-20 Вращение системы координат (G68/G69)▪ G68

Запрограммированная фигура может быть повернута вокруг определенной точки.

При помощи этой функции стало возможным, например, модифицировать программу обработки детали путем использования команды вращения в том случае, если заготовка была размещена на станке под некоторым углом, отличным от запрограммированного положения.

Угол поворота (+ для вращения против часовой стрелки) задается в виде знакового десятичного числа через адресный символ R.

Центр вращения задается в этом же блоке через адресные символы X, Y, Z.



Напоминание: Перед заданием команды вращения G68, плоскость вращения должна быть уже выбрана в предыдущем блоке при помощи команд G17, G18, G19.

Порядок задания команды ...

G68 X__ Y__ Z__ R__



Замечание: Диапазон значений для угла вращения следующий:
- 360 градусов < R < + 360 градусов.

▪ G69

Данная команда отменяет вращение (поворот) координат.

Порядок задания команды ...

G69

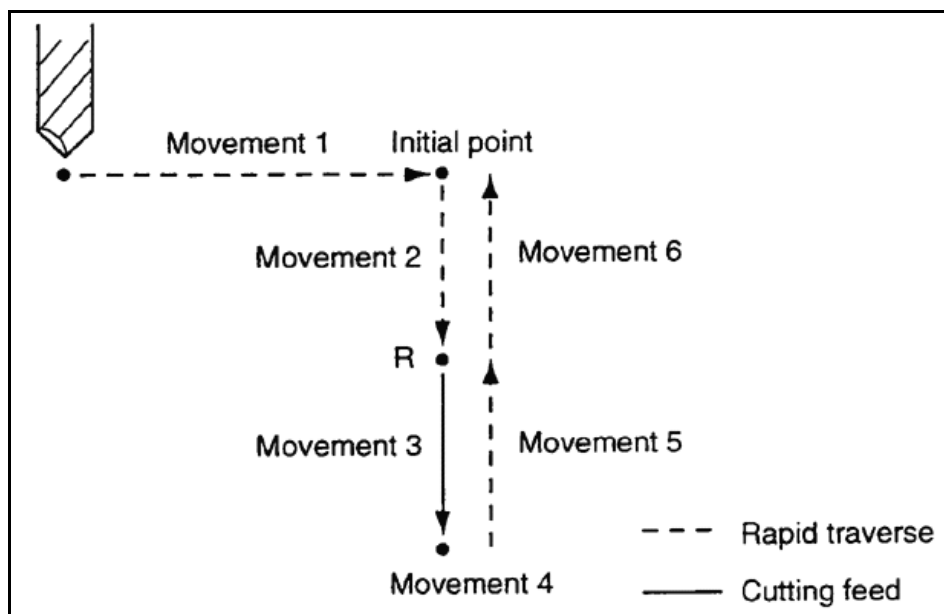
3-4-21 Фиксированные циклы (G70/G71/G72/G80/G81/G82/G83/G84/G84.1/G85)

Наличие фиксированных циклов облегчает программирование тем, что простое задание отдельного G кода эквивалентно обычному написанию нескольких блоков программного кода для устройства управления.

Фиксированный цикл состоит из следующих шести последовательных передвижений:

- 1 : Позиционирование осей
- 2 : Быстрого (холостого) перемещения в исходную точку
- 3 : Сверления
- 4 : Операций на дне отверстия
- 5 : Возврата в точку R
- 6 : Возврата в исходную точку

Movement - Передвижение
Initial point - Исходная точка
Rapid traverse - Быстрое (холостое) перемещение
Cutting feed - Режущая подача



В фиксированном цикле плоскость позиционирования - это плоскость XY (G17), а ось Z используется как ось сверления.

То, в какую точку будет возвращен инструмент, в точку R или в исходную точку, задается при помощи кодов G98 и G99 соответственно.

Данные для сверления могут быть заданы в одном блоке, следующем за G кодом.

▪ G70 (Сверление по кругу (круговое сверление))

Эта команда предназначена для размещения инструмента в точках, которые находятся на окружности и равноудалены друг от друга.



NOTICE

Напоминание: Этому коду (G70) всегда должен предшествовать действующий фиксированный цикл сверления (от G81 до G88). Это необходимо для указания способа сверления, который будет использоваться для отверстий, координаты которых получаются в G70.

Порядок задания команды ...

G70 I __ J __ L __

Где:

I : Радиус окружности ($I > 0$)

J : Угол от центра окружности до начальной точки

L : Кол-во точек на окружности

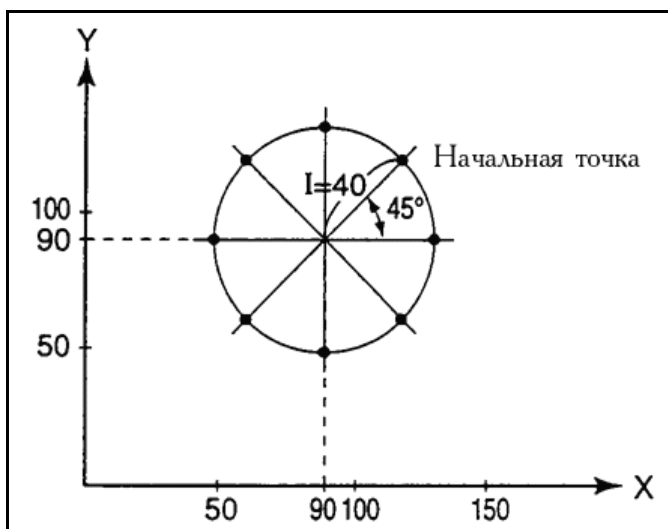
<Пример>

G90 G54 G00 Z100. S2500 M03

G99 G81 X90. Y90. Z-20 R3. F200

G70 I40. J45 L8

G80



Замечание: Координаты центра окружности, на которой будут расположены отверстия, задаются в блоке фиксированного цикла, который предшествует блоку с командой G70 (Координаты центра окружности, на которой будут расположены отверстия, в вышеприведенном примере помечены).

▪ G71 (Сверление по дуге (дуговое сверление))

Эта команда предназначена для размещения инструмента в точках, которые находятся на дуге и равноудалены друг от друга.



Напоминание: Этому коду (G71) всегда должен предшествовать действующий фиксированный цикл сверления (от G81 до G88). Это необходимо для указания способа сверления, который будет использоваться для отверстий, координаты которых получаются в G71.

Порядок задания команды ...

G71 I __ J __ K __ L __

Где:

I : Радиус дуги ($I > 0$)

J : Угол от центра дуги до начальной точки

K : Угол между точками на дуге

L : Кол-во точек на дуге

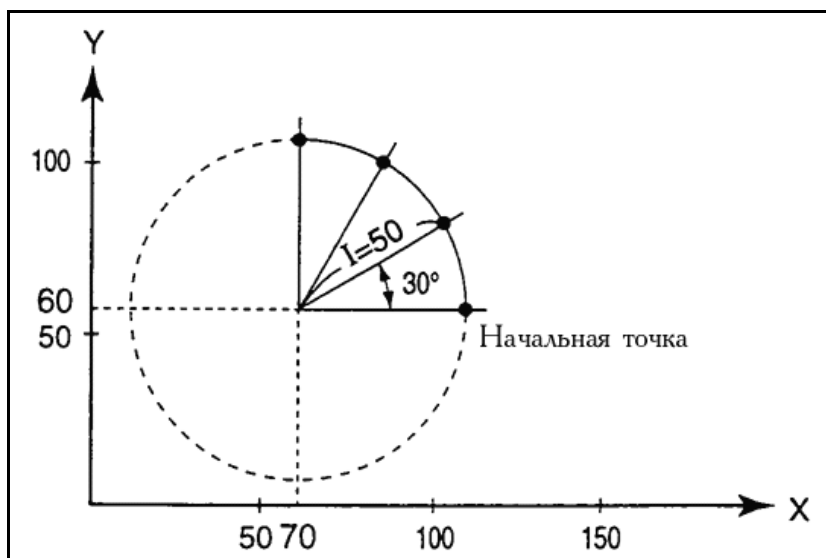
<Пример>

G90 G54 G00 Z100. S2500 M03

G99 G81 X70. Y60. Z-20 R3. F200

G71 I50. J0 K30 L4

G80



Замечание: Координаты центра дуги, на которой будут расположены отверстия, задаются в блоке фиксированного цикла, который предшествует блоку с командой G71 (Координаты центра дуги, на которой будут расположены отверстия, в вышеприведенном примере помечены).

▪ G72 (Сверление по линии (линейное сверление))

Эта команда предназначена для размещения инструмента в точках, которые находятся на линии и равноудалены друг от друга.



Напоминание: Этому коду (G72) всегда должен предшествовать действующий фиксированный цикл сверления (от G81 до G88). Это необходимо для указания способа сверления, который будет использоваться для отверстий, координаты которых получаются в G72.

Порядок задания команды ...

G72 I __ J __ L __

Где:

I : Расстояние между точками сверления ($I > 0$)

J : Угол образованный осью X и линией

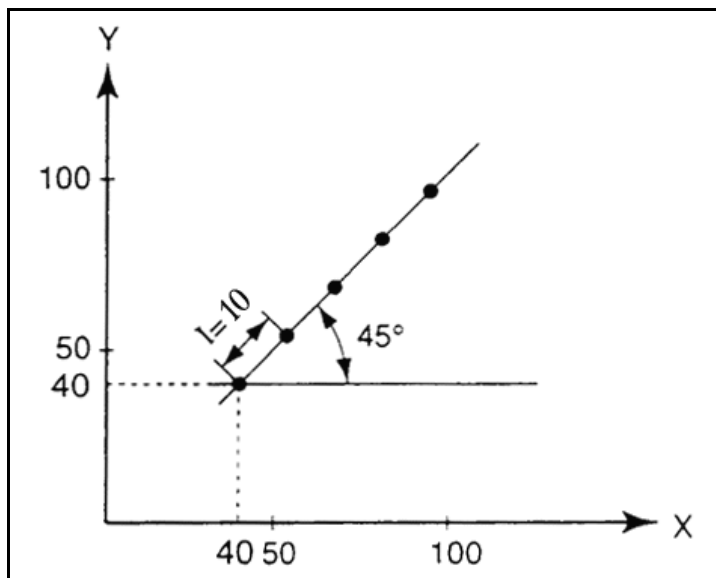
L : Кол-во точек на линии

<Пример>

G90 G54 G00 Z100. S2500 M03

G99 G81 X40. Y40. Z-18 R3. F200

G72 I10. J45 L5





Замечание: Координаты начала линии (и, соответственно, первого просверленного отверстия) задаются в блоке фиксированного цикла, который предшествует блоку с командой G72 (Эти координаты, в вышеприведенном примере, помечены).

G81 (Сверление по разметке)

Эта команда используется для установки сверла в позицию заданную координатами X, Y путем ускоренного перемещения, и дальнейшего сверления из этой точки, с заданной подачей до точки заданной координатой Z. После завершения сверления, инструмент ускоренно выводится из отверстия.

Как задать команду...

G81 X_Y_Z_R_F_(L_)

X: X координата центра отверстия

Y: Y координата центра отверстия

Z: Z координата дна отверстия

R: Z координата точки R

F: Подача

L: Число повторений

(задается если есть необходимость)

<ПРИМЕР>

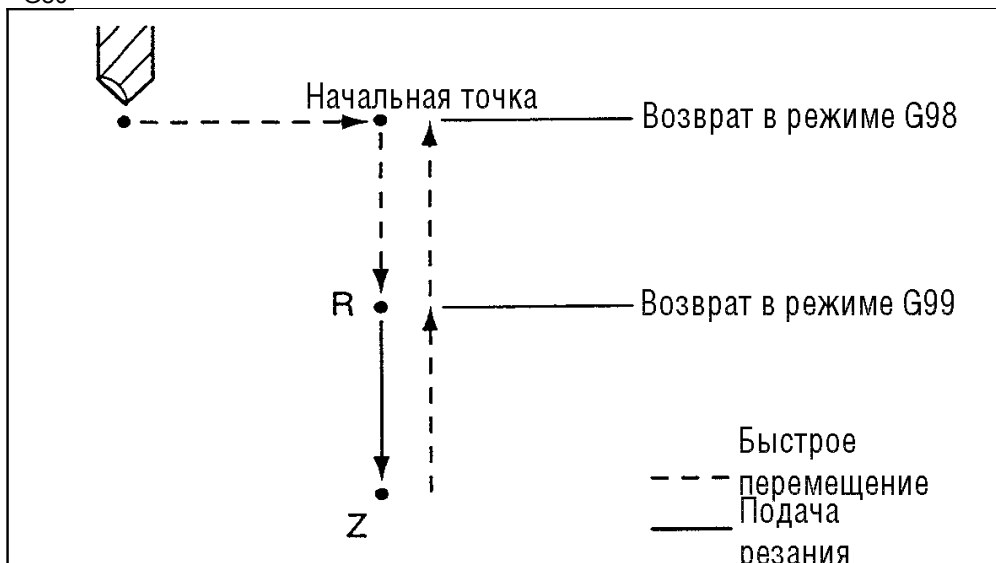
G81 X10. Y10. Z-10. R3. F100

X20. Y20.

X30.

X40. Y10.

G80



Памятка

- G81 действует до задания G80 (отмена встроенного цикла) и выполняется во всех блоках, содержащих движения по осям X и Y.
- В режиме G98 возврат осуществляется в начальную точку оси Z. В режиме G99 возврат осуществляется в точку R.

G82 (Расточка)

Эта команда используется для установки сверла в позицию заданную координатами X, Y. Расточка осуществляется с заданной подачей до точки с координатой Z. После задержки заданной командой R, обеспечивается ускоренный выход инструмента из отверстия.

Как задать команду...

G81 X_Y_Z_R_F_(L_)

X: X координата центра отверстия

Y: Y координата центра отверстия

Z: Z координата дна отверстия

R: Z координата точки R

F: Подача

L: Число повторений

(задается если есть необходимость)

<ПРИМЕР>

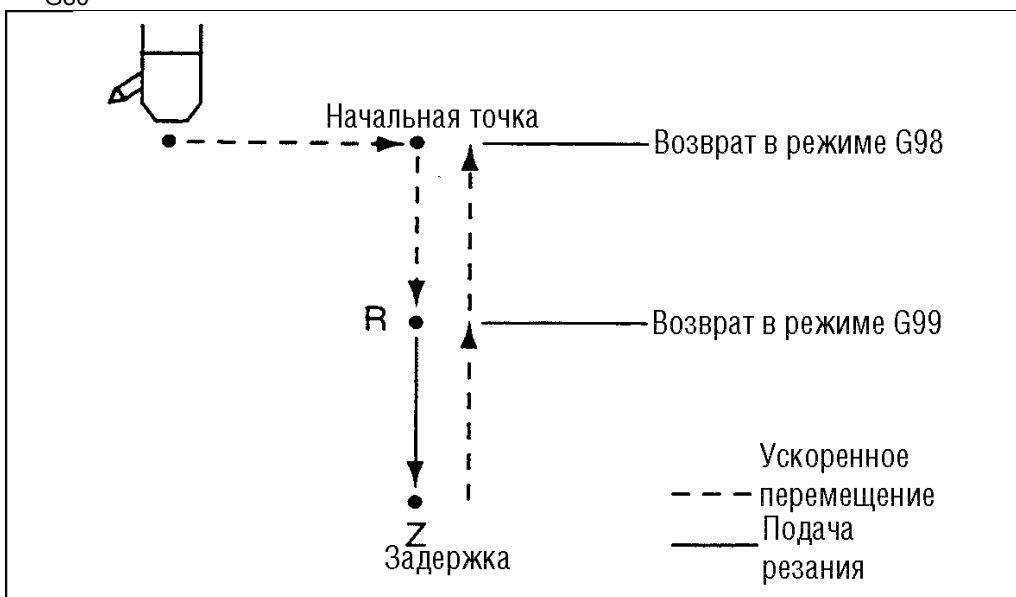
G82 X10. Y10. Z-10. R3. F100

X20. Y20.

X30.

X40. Y10.

G80



Памятка

- G82 действует до задания G80 (отмена встроенного цикла) и выполняется во всех блоках, содержащих движения по осям X и Y.
- В режиме G98 возврат осуществляется в начальную точку оси Z. В режиме G99 возврат осуществляется в точку R.

G83 (Цикл глубокого сверления)

Эта команда используется для ускоренного перемещения сверла в позицию заданную координатами X, Y. Сверление осуществляется с заданной подачей на глубину определяемую I, ниже точки R. Ускоренный выход сверла из отверстия производится до точки R.

Далее инструмент ускоренно перемещается на высоту сверления плюс глубину отверстия заданную J и процесс сверления повторяется на глубине, заданной Q, находящейся ниже предыдущей точки.

Вышеописанный порядок действий повторяется, пока не будет достигнута глубина определяемая Z.

После задержки на время, определяемое P, инструмент снова возвращается в начальную точку с ускоренным перемещением.

Цикл предусматривает изменяемую подачу с целью отвода стружки из зоны резания.

Как задать команду...

G83 X_Y_Z_R_F_P_Q_I_J_K_(L_)

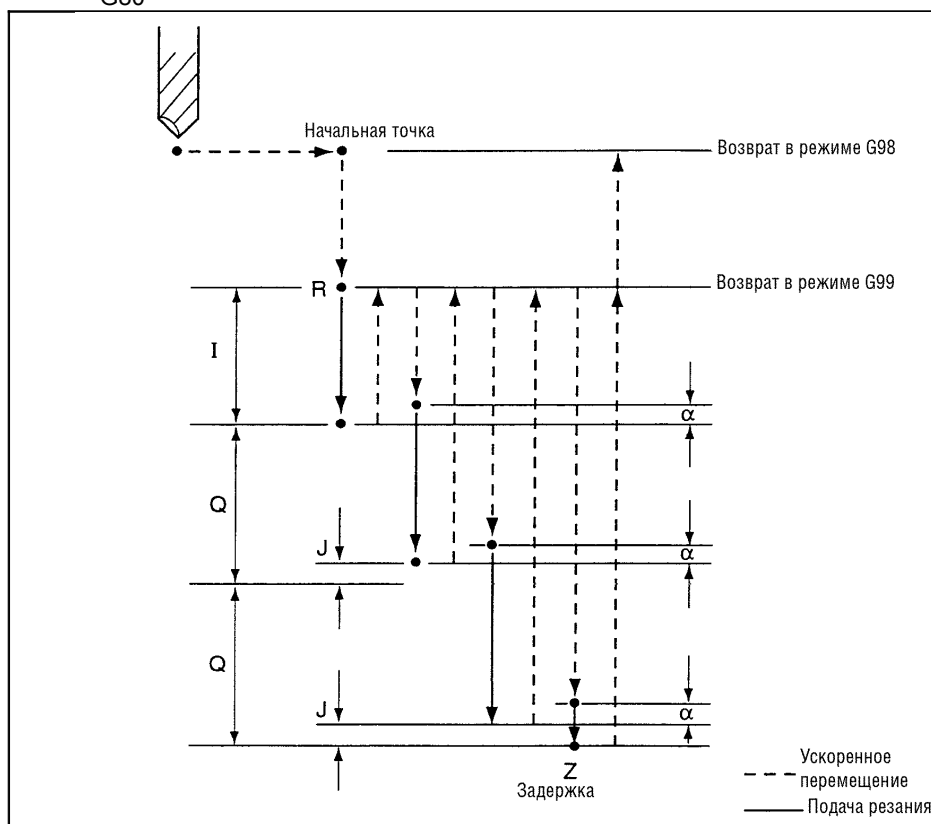
- X: X координата центра отверстия
- Y: Y координата центра отверстия
- Z: Z координата нижней точки отверстия
- R: Z координата R точки
- F: Подача
- P: Время задержки (секунд) в нижней точке отверстия
- Q: Глубина каждого сверления
- I: Глубина начального сверления
- J: Глубина второго и последующего сверления
- K: Минимальная глубина сверления
- L: Число повторений (если необходимо)

<ПРИМЕР>

G98

G83 X10. Y10. Z-30. R3. F100 P1. Q10. I13. J2.

G80



Памятка

- J, глубина второго и последующих сверлений, всегда остается постоянной и никогда не меняется.
- α , величина зазора, начальное значение 0.5 мм.
- G83 остается действующей во всех циклах содержащих перемещения по осям X, Y вплоть до задания G80 (отмена встроенного цикла).
- За точку возврата из нижнего положения в режиме G98 принимается начальная точка оси Z; в режиме G99 – точка R.

G84 (Цикл нарезания резьбы)

Эта команда используется для ускоренного перемещения метчика в позицию, заданную координатами X, Y; далее перемещение с заданной подачей в точку с координатой Z. После задержки в конечной точке на время, определяемое P, шпиндель вращается в обратную сторону, и метчик возвращается в точку R. После задержки в точке R на время заданное Q, шпиндель вращается снова вперед.

Как выполнить команду...

G84 X_Y_Z_R_F_P_Q_(L_)

X: X координата центра отверстия

Y: Y координата центра отверстия

Z: Z координата нижней точки отверстия

R: Z координата R точки

F: Подача (мм/мин.) [шаг резьбы*обороты шпинделя]

P: Время задержки (секунд) в нижней точке отверстия

Q: Время задержки в точке R

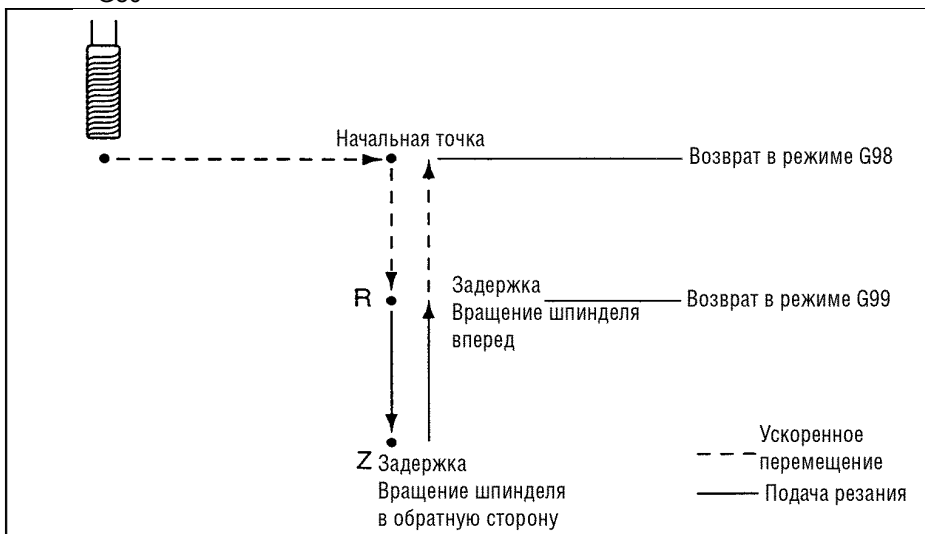
L: Число повторений (если необходимо)

<ПРИМЕР>

S500

G84 X10. Y10. Z-30. R5. F500 P1. Q0.5

G80



Памятка

- G84 остается действующей во всех циклах, содержащих перемещения по осям X, Y вплоть до задания G80 (отмена встроенного цикла).
- За точку возврата из нижнего положения в режиме G98 принимается начальная точка оси Z; в режиме G99 – точка R.
- Ручная регулировка подачи (%) при выполнении G84 не действует.
- Код S (число оборотов шпинделя) должен быть задан перед G84.

G84.1 (Цикл жесткого нарезания резьбы)

Цикл жесткого нарезания резьбы используется для нарезания резьбы на высоких оборотах, без использования плавающего крепления инструмента.

Отличие от G84 заключается в том, что в этом цикле инструмент (метчик) движется в точку Z, с подачей (мм/об), синхронно с вращением шпинделя, и обратное движение осуществляется с той же подачей.

Как выполнить команду...

G84.1 X_Y_Z_R_F_P_Q_(L_)

X: X координата центра отверстия

Y: Y координата центра отверстия
 Z: Z координата нижней точки отверстия
 R: Z координата R точки
 F: Подача (мм/об.)
 P: Время задержки (секунд) в нижней точке отверстия
 Q: Время задержки в точке R
 L: Число повторений (если необходимо)

<ПРИМЕР>

S300

G98 G84.1 X10. Y10. Z-15. R2. F300

G80



S код (обороты шпинделя) должен быть задан перед G84.1 без задания M03 (запуск шпинделя).

G85 (Цикл чистовой расточки)

Эта команда используется для установки резца в позицию заданную координатами X, Y. Расточка осуществляется с заданной подачей до точки с координатой Z. После задержки заданной командой P, инструмент выходит с заданной подачей из отверстия.

Как задать команду...

G85 X_Y_Z_R_F_P_(L_)

X: X координата центра отверстия

Y: Y координата центра отверстия

Z: Z координата дна отверстия

R: Z координата точки R

F: Подача

P: Время задержки в точке R секундах

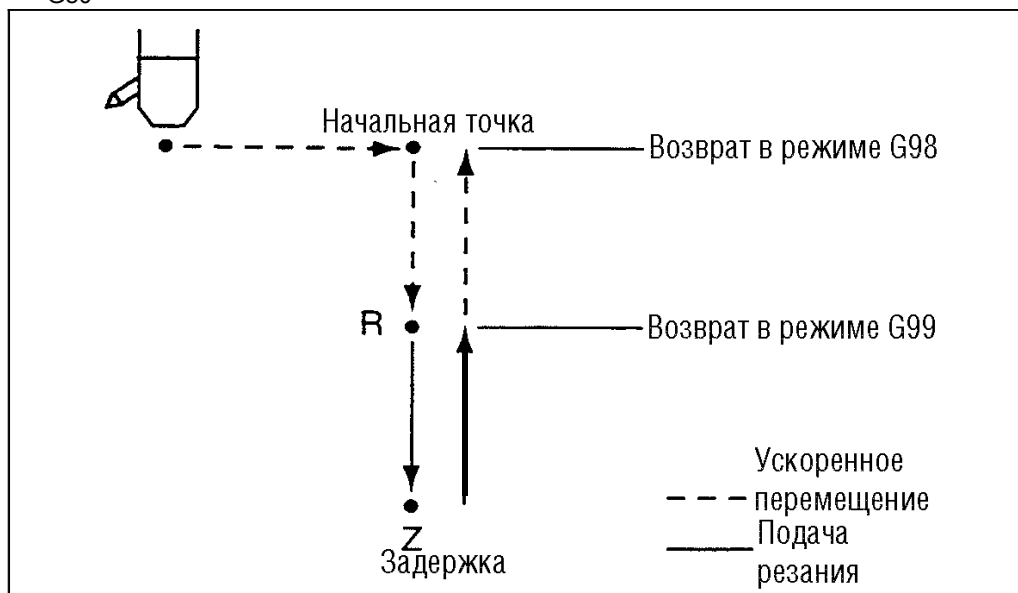
L: Число повторений

(задается если есть необходимость)

<ПРИМЕР>

G85 X10. Y10. Z-30. R3. F100 P1

G80





- G85 остается действующей во всех циклах содержащих перемещения по осям X, Y вплоть до задания G80 (отмена встроенного цикла).
- За точку возврата из нижнего положения в режиме G98 принимается начальная точка оси Z; в режиме G99 – точка R.
- Ручная регулировка подачи (%) при выполнении G85 не действует.

G80 (Отмена встроенного цикла)

Отмена встроенного цикла

Как задать команду...
G80

3-4-22 Абсолютные команды и команды приращения (G90/G91)

Команды движения по осям делятся на абсолютные и приращения.



G90 и G91 могут заменять друг друга в программе столько раз сколько нужно. Тем не менее, их нельзя ставить одновременно в одном блоке.

G90 (Абсолютная команда)

Перемещение задается координатами конечной точки (отсчитываемыми от нуля), в рабочей системе координат.

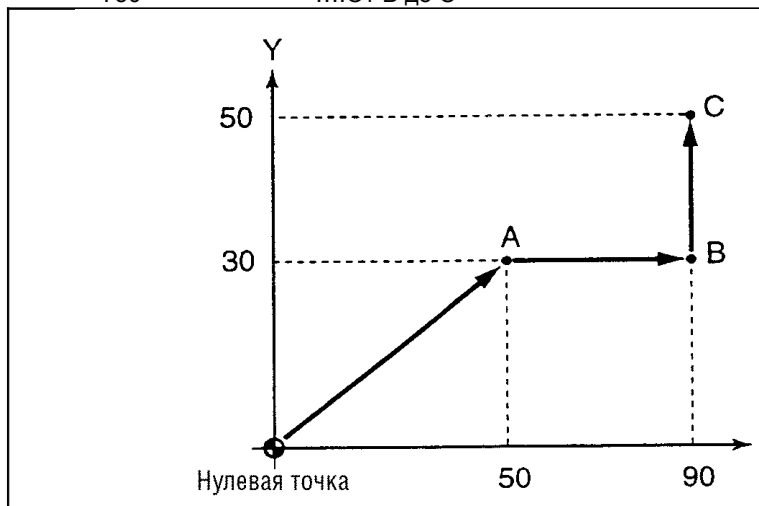
Как задать команду...
G90 X_Y_

<ПРИМЕР>

G90 X50. Y30.От нулевой точки до A

X90.От A до B

Y50От B до C



G91 (Команда приращения)

Перемещение задается приращением, отсчитывая от текущей точки.

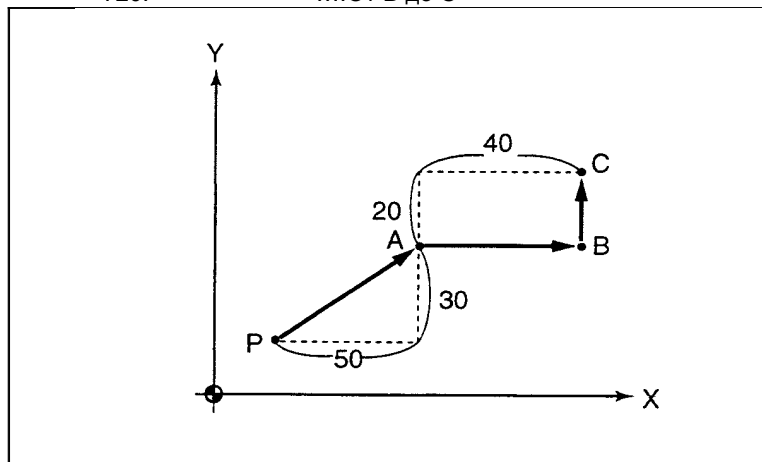
Как задать команду...
G91 X_Y_

<ПРИМЕР>

G91 X50. Y30.От P до A

X40.От A до B

Y20.От B до C



3-4-23 Установка рабочей системы координат (G92)

Эта команда предназначена для установки рабочей системы координат таким образом, чтобы определенная точка инструмента, например, вершина режущей кромки, стала в новой системе координат промежуточной.

Любая последующая команда, заданная в абсолютных координатах, выполняется в данной рабочей системе координат.

Команда G92 вставляется в начале программы для привязки к вершине режущей кромки.

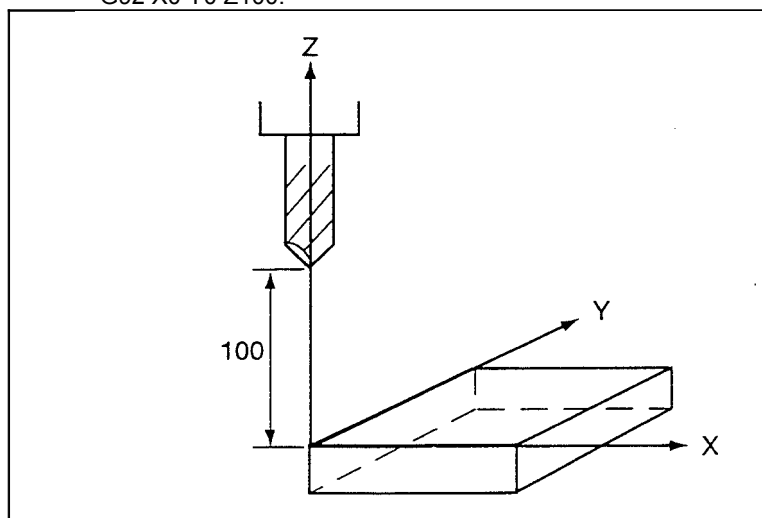
Новая рабочая система координат может быть определена независимо от старой системы координат.

Как задать команду...

G92 X_Y_Z_

<ПРИМЕР>

G92 X0 Y0 Z100.



Памятка

Не используйте G коды внутри G54~G59 вместе с G92. Иначе будет сбита система координат, что приведет к поломке станка.

3-4-24 Точка возврата во встроенном цикле (G98/G99)

Эти команды предназначены для задания точки возврата из нижней точки сверления во встроенном цикле.

G98 (Возврат к начальному уровню)

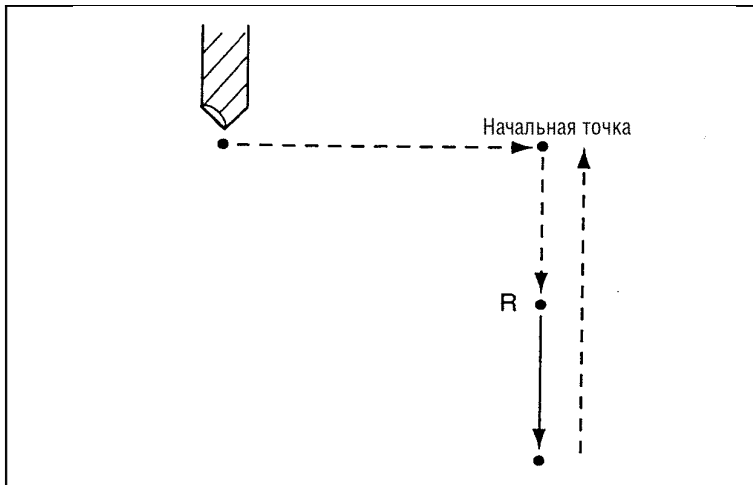
Инструмент возвращается в начальную точку при задании G98.

Как задать команду...
G98

<ПРИМЕР>

G98

G81 X10. Y10. Z-10. R3. F100

**G99 (Возврат в точку R)**

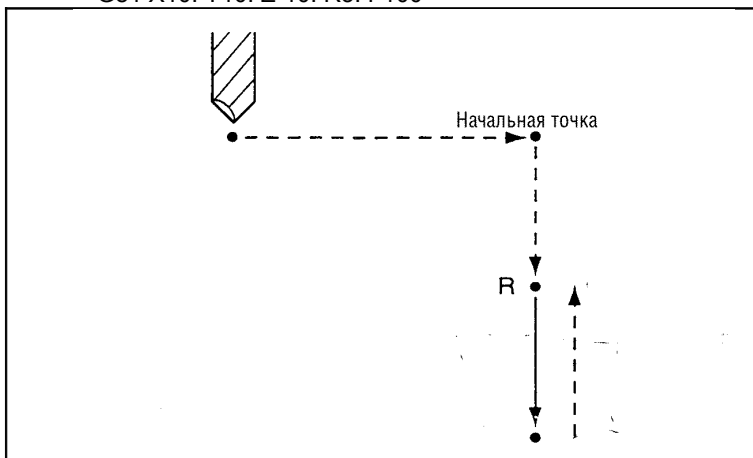
Инструмент возвращается в точку заданную R.

Как задать команду...
G99

<ПРИМЕР>

G99

G81 X10. Y10. Z-10. R3. F100



3-5 M-коды (Специальные функции)

M-код состоит из адреса M с двумя цифрами.

M-код используется для управления дополнительными перемещениями, показанными ниже.

● Таблица M-кодов

M-код	Функция
M00*	Остановка программы
M01*	Дополнительная остановка
M02*	Возврат к началу программы
M03	Нормальное вращение шпинделя (по часовой стрелке)
M04	Обратное вращение шпинделя (против часовой стрелки)
M05	Остановка шпинделя
M06*	Смена инструмента
M08	Запуск охладителя
M09	Остановка охладителя
M19	Ориентация шпинделя
M30*	Конец программы и возврат к началу
M98*	Вызов подпрограммы
M99*	Возврат из подпрограммы



Заметка

- Только один M-код может быть обозначен в одном блоке.
- M-код обозначенный «*» должен быть обозначен в блоке, не содержащем других команд.

■ **M00 (Остановка программы)**

Эта команда останавливает автоматическое управление без условий.

После прочтения команды, вращение шпинделя, разрядка охладителя и движение каждой оси останавливаются.



Памятка

При нажатии кнопки «CYCLE START» автоматическое управление стартует вновь для выполнения остальной части программы.

■ **M01 (Дополнительная остановка)**

Эта команда останавливает автоматическое управление при включенной функции дополнительной остановки.

После прочтения команды, вращение шпинделя, разрядка охладителя и движение каждой оси останавливаются. Эта команда обычно используется в последнем блоке каждого процесса и позволяет проверить размеры и т.п.



Памятка

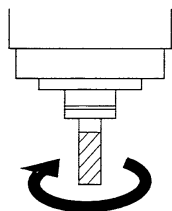
- Эта команда пропускается, если функция дополнительной остановки выключена. Автоматическое управление не останавливается в этом случае.
- При нажатии кнопки «CYCLE START» автоматическое управление стартует вновь для выполнения остальной части программы.

■ **M02 (Возврат к началу программы)**

Эта команда останавливает автоматическое управление и устанавливает программу на начало. После прочтения этой команды все движения станка останавливаются. Это обычно используется в конце программы.

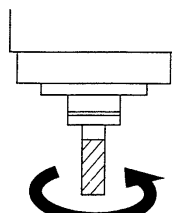
■ **M03 (Нормальное вращение шпинделя)**

Эта команда для нормального вращения шпинделя (в направлении по часовой стрелке)



■ **M04 (Обратное вращение шпинделя)**

Эта команда для обратного вращения шпинделя (в направлении против часовой стрелки)



■ **M05 (Остановка шпинделя)**

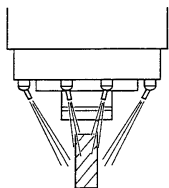
Эта команда останавливает шпиндель.

■ M06 (Смена инструмента)

Эта команда для смены инструмента с помощью автоматического сменщика инструмента (АСИ). Она, также, включает следующие четыре (4) функции.

- Быстрое перемещение X и Z-осей в позицию автосмены инструмента.
- Остановка шпинделя
- Ориентация шпинделя
- Смена инструментов между шпинделем и барабаном инструментов.

■ M08 (Старт охладителя)



Эта команда запускает помпу охлаждения для подачи охладителя.

■ M09 (Остановка охладителя)

Эта команда для остановки подачи охладителя.

■ M19 (Ориентация шпинделя)



Никогда не трогайте и не вынимайте инструмент в шпинделе в о время ориентации.

Внимание

Несоблюдение этой инструкции может привести к серьезным ранениям при повороте шпинделя.

Эта команда для остановки шпинделя в специальной позиции. Это одна из команд команды M06 (Смена инструмента) и используется в операции смены инструмента.

■ M30 (Конец программы и возврат в начало)

Эта команда используется для остановки автоматического управления и установки программы на начало. После получения этой команды все перемещения осей прекращаются. Этот код ставится в конце программы.

■ M98 (Вызов подпрограммы)

Эта команда вызывает другой файл обозначенный ссылочным именем и именем файла в течение автоматического управления в соответствующую основную программу, затем выполняется программа вызванного файла.

Как сделать команду...

M98 (____ .NC) L__

() : Имя файла в котором хранится подпрограмма

L__ : Количество повторений

<Пример>

G04 X1.

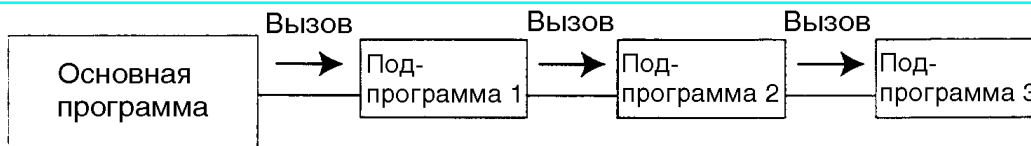
M98 (DEMO1.NC) L5

G04 X1.



Памятка

Для вызова подпрограмм, возможны максимум четыре (4) вложения.



■ M99 (Возврат из подпрограммы)

Эта команда используется для возврата в основную программу из подпрограммы. Она ставится в конце подпрограммы.

<Пример>

G98

G81 Z-10. R3. F100

M99

3-6 S-коды (Функции шпинделя)

S-код состоит из адреса S и 3-х – 5-ти цифр номера. Он используется для задания скорости шпинделя (мин⁻¹).

Как сделать команду... S

<Пример>

- Для обычного вращения шпинделя со скоростью 1500 мин⁻¹:

S1500 M03

- Для обратного вращения шпинделя со скоростью 3000 мин⁻¹:

S3000 M04



Памятка

- Диапазон команды S: 1-10000.

- Обычно команда S-кода используется вместе с M03 или M04 в предыдущем блоке которого задана команда подачи резки (G01).

- Однажды заданный S-код остается действительным до следующего S-кода.

- Скорость шпинделя: S (мин⁻¹):

$$S(\text{мин}^{-1}) = \frac{1000 * V}{\pi * D}$$

- V: Скорость резки (м/мин.)
- D: Диаметр инструмента (мм)

3-7 T-коды (Функции инструмента)

T-код состоит из адреса T и 1-ой – 3-х цифр номера. Он используется для управления инструментом.

Как сделать команду... T

<Пример>

T12..... Устанавливает держатель инструмента с инструментом №12 в течение вращения магазина.

M06..... Замена инструмента в шпинделе в течение автосмены инструмента.



Памятка

- T-код может быть задан с цифрами: 1-999.
- Обычно команда T-кода используется с предыдущим блоком, в котором задана команда смены инструмента (M06) или в одном блоке с M06. При задании команды в одном блоке с M06, магазин начинает вращаться к индексу держателя инструмента с инструментом предназначенном для замены в шпинделе.

3-8 F-коды (Функции подачи)

F-код состоит из адреса F и 1-ой – 5ти цифр номера. Он используется для управления скоростью подачи (мм/мин.).

Как сделать команду... F

<Пример>

G01 X10. Y20. F300

..... Команда перемещения в позицию (Y10. Y20.) со скоростью 300 мм/мин.



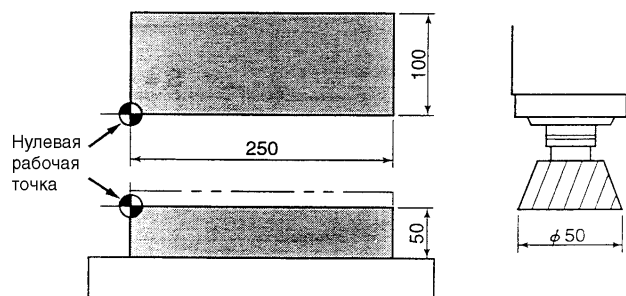
Памятка

- F-код может быть задан с цифрами: 1-10000.
 - Обычно команда F-кода используется с блоком, в котором задана команда G01 или следующий блок содержит команду G01.
 - Однажды заданный F-код остается действительным до следующего F-кода.
 - Скорость подачи: F (мм/мин.) = Sxf = SxSz x Z.
- S : Скорость вращения шпинделя (мин⁻¹)
f : подача за оборот (мм/об.)
Sz : Подача за резку (мм/резку)
Z : Количество резок

3-9 Примеры программ.

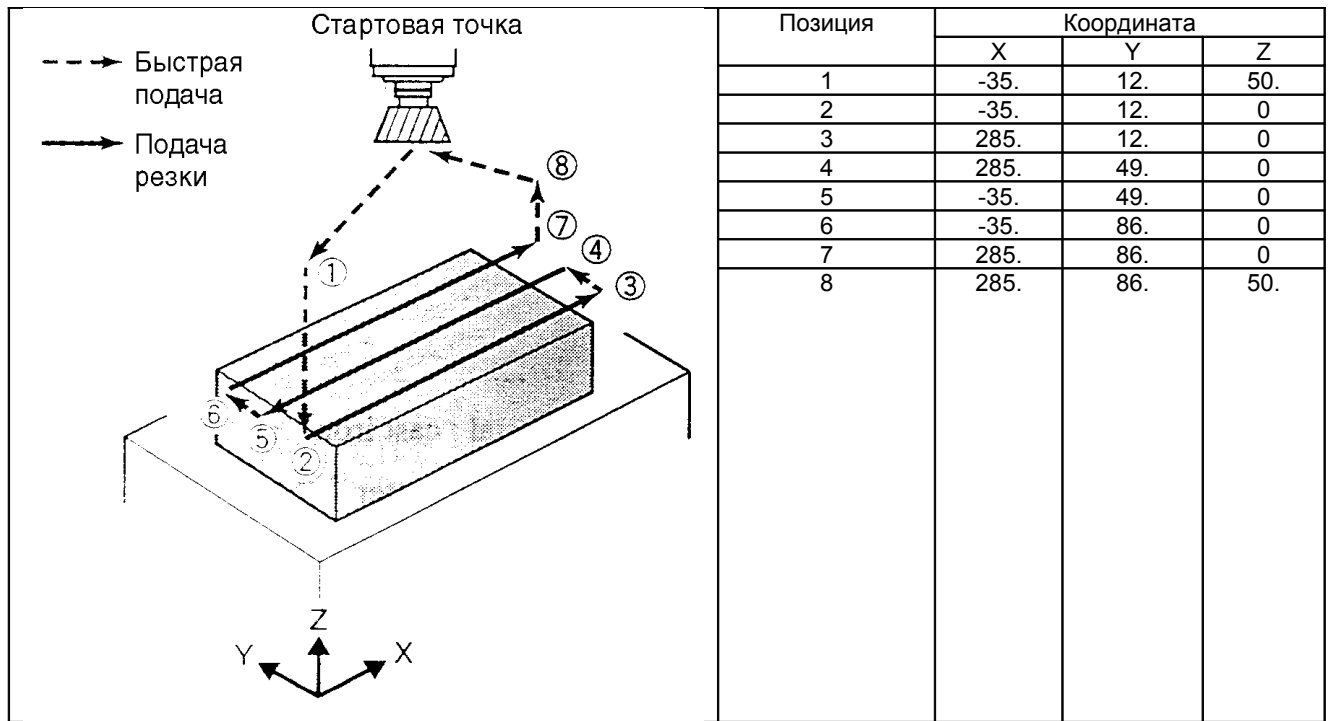
Эта секция описывает примеры программирования без сопутствующих операций, таких как смещение инструмента.

3-9-1 Программирование обработки поверхности



Этот пример для обработки заготовки (размеры: 250×100 мм, материал: железо) с использованием поверхностной резки (Ø 50мм).

- 1) Вычисление координат для получения точек позиционирования 1-8. (координаты в режиме абсолютного перемещения)



2) Определение скорости вращения шпинделя.

- Выбор скорости резки V (м./мин.) зависит от материала заготовки и используемого инструмента, см. «Таблица режимов резания».

<Пример>

Материал заготовки: железо

Используемый инструмент: Резец поверхности (\varnothing 50мм)

→ Скорость резки: $V = 100$ м/мин.

- Получение скорости вращения шпинделя S (мин^{-1}) по следующей формуле:

$$S(\text{мин}^{-1}) = \frac{1000 * V}{\pi * D}$$

V = Скорость резки

D = Диаметр инструмента

<Пример>

Скорость резки: $V = 100$

Диаметр инструмента: $D = \varnothing 50\text{мм}$

$$S = 1000 \times 100 / 3.14 \times 50 = 637 \text{ мин}^{-1}$$

3) Определение скорости подачи.

- Выбор величины подачи S_z (мм/резец) или f (мм/оборот) зависит от материала заготовки и используемого инструмента, см. «Таблицу режимов резки».

<Пример>

Материал заготовки: железо

Используемый инструмент: резец поверхности

Обработка: черновая резка

→ Скорость в резцах: $S_z = 0.10$ мм/резец

- Получаем скорость подачи F (мм/мин.) по следующей формуле:

$$F = S \times f = S \times S_z \times Z$$

S : Скорость шпинделя

f : Подача за оборот

S_z : Подача за резец

Z : количество резцов

<Пример>

Скорость шпинделя: $S = 637 \text{ мин}^{-1}$

Подача за резец: $S_z = 0.10$ мм/резец

Количество резцов: 5

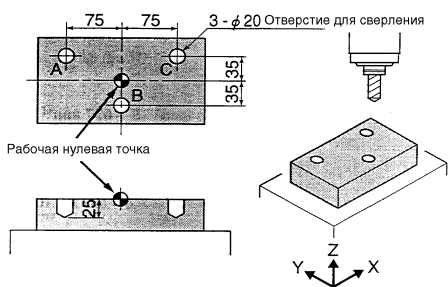
$$F = S \times S_z \times Z = 637 \times 0.10 \times 5 = 319 \text{ мм/мин.}$$

- Создание программы на основе полученных данных.

Позиция	Программа	Объяснение
1	G54 G90 G00 X-35. Y12. Z50. S637 M03	Выполняется перемещение в позицию (X-35. Y12. Z50.) относительно рабочей нулевой точки (G90) на быстрой скорости (G00) в рабочей системе координат 1 (G54)

		В это время шпиндель начинает вращаться по часовой стрелке (M03) со скоростью 637 мин ⁻¹ (S637).
2	Z0	Выполняется перемещение в рабочую нулевую точку (Z0) оси Z на быстрой скорости
3	G01 X285. F319	Выполняется перемещение в позицию (X285.) в режиме резки (G01) со скоростью подачи 319 мм/мин. (F319)
4	G00 Y49.	Перемещение в позицию (Y49.) на быстрой скорости (G00).
5	G01 X-35.	Выполняется перемещение в позицию (X-35.) в режиме резки (G01) со скоростью подачи 319 мм/мин. (F319)
6	G00 Y86.	Перемещение в позицию (Y86.) на быстрой скорости (G00).
7	G01 X285.	Выполняется перемещение в позицию (X285.) в режиме резки (G01) со скоростью подачи 319 мм/мин. (F319)
8	G00 Z50.	Выполняется перемещение в позицию (Z50.) оси Z на быстрой скорости (G00).

3-9-2 Программа сверления

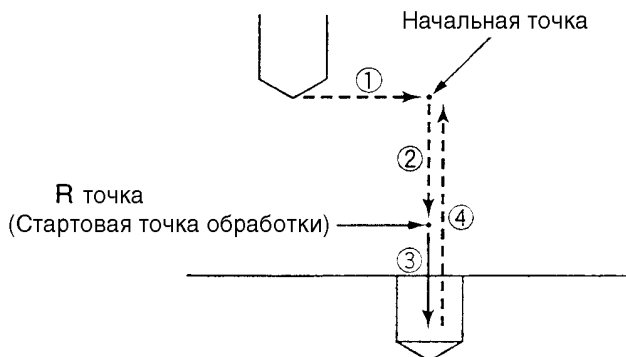


Этот пример для сверления отверстия (глубина: 25 мм) в трех точках заготовки (алюминий) используя сверло Ø 20 мм.



Основной режим сверления

- > Быстрая подача
- > Подача резки



1) Расчет координат для получения точек позиционирования 1-12.
 <Пример>
 (Координаты в режиме абсолютного смещения)

Отверстие	Точка позиционирования	Общая точка позиционирования	Координата		
			X	Y	Z
A	1	1	-75.	35.	50.
	2	2	-75.	35.	5.
	3	3	-75.	35.	-25.
	4	4	-75.	35.	50.
B	1	5	0	-35.	50.
	2	6	0	-35.	5.
	3	7	0	-35.	-25.
	4	8	0	-35.	50.

С	1	9	75.	35.	50.
	2	10	75.	35.	5.
	3	11	75.	35.	-25.
	4	12	75.	35.	50.

2) Определение скорости вращения шпинделя.

- Выбор скорости резки V (м/мин.) зависит от материала заготовки и используемого инструмента, см. «Таблицу режимов резки».

<Пример>

Материал заготовки: алюминий

Используемый инструмент: сверло (\varnothing 20 мм)→ Скорость резки: $V = 60$ м/мин.

- Получение скорости шпинделя S (мин^{-1}) по следующей формуле:

$$S(\text{мин}^{-1}) = \frac{1000 * V}{\pi * D}$$

V: Скорость резки

D: Диаметр инструмента

<Пример>

Скорость резки: $V = 60$ м/мин.Диаметр инструмента: $D = \varnothing$ 20 мм→ $S = 1000 \times 60 / 3.14 \times 20 = 955 \text{ мин}^{-1}$

3) Определение скорости подачи.

- Выбор скорости подачи f (мм/оборот) или S_z (мм/резец) зависит от материала заготовки и используемого инструмента, см. «Таблицу режимов резки».

<Пример>

Материал заготовки: Алюминий

Используемый инструмент: Сверло (\varnothing 20 мм)→ Подача за оборот: $f = 0.35$ мм/оборот

- Получение скорости подачи F (мм/мин.) по следующей формуле:

$$F = S \times f$$

S: Скорость шпинделя

f: Подача за оборот

<Пример>

Скорость шпинделя: $S = 955 \text{ мин}^{-1}$ Подача за оборот: $f = 0.35$ мм/оборот→ $F = S \times f = 955 \times 0.35 = 344 \text{ мм/мин.}$

4) Создание программы на основе полученных данных.

Отверстие	Позиция	Программа	Объяснение
А	1	G55 G90 G00 X-75. Y35. Z50. S955 M03	Выполняется перемещение в позицию (X-75. Y35. Z50.) относительно рабочей нулевой точки (G90) на быстрой скорости (G00) в рабочей системе координат 2 (G55) В это время шпиндель начинает вращаться по часовой стрелке (M03) со скоростью 955 мин^{-1} (S955).
		M08	Запуск охладителя (M08)
	2	Z5.	Выполняется перемещение в позицию (Z50.) на быстрой скорости (G00).
	3	G01 Z-25. F334	Выполняется перемещение в позицию (Z-25.) в режиме резки (G01) со скоростью подачи 334 мм/мин. (F334)
	4	G00 Z50.	Выполняется перемещение в позицию (Z50.) на быстрой скорости (G00).
В	5	X0 Y-35.	Выполняется перемещение в позицию (X0 Y-35.) на быстрой скорости.
	6	Z5.	Аналогично позиции 2.
	7	G01 Z-25. F334	Аналогично позиции 3.
	8	G00 Z50.	Аналогично позиции 4.
С	9	X75. Y35.	Выполняется перемещение в позицию (X75. Y35.) на быстрой скорости.
	10	Z5.	Аналогично позиции 2.
	11	G01 Z-25. F334	Аналогично позиции 3.
	12	G00 Z50.	Аналогично позиции 4.



Памятка

Цикл группы.

В приведенном выше программировании, перемещения к обрабатываемым отверстиям (А: 2-4, В: 6-8, С: 10-12) имеют некоторую обусловленность при позиционировании отверстий.

В таком случае, групповой цикл может упростить программу использованием одного блока, содержащего G функции специальных обрабатывающих операций, которые обычно располагаются в последовательных блоках.

Различные циклы группы (G70 – G72 и G80 – G88) поддерживаются этим станком.