

## Системы ЧПУ MITSUBISHI

Серия 700/70

**Руководство по программированию  
(Токарный вариант)**



MELDAS является зарегистрированной торговой маркой Mitsubishi Electric Corporation. Другие компании и названия выпускаемой ими продукции, встречающиеся в настоящем руководстве, являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками соответствующих компаний.

## Введение

Настоящая инструкция является руководством по программированию систем ЧПУ MITSUBISHI 700/70 серий.

В настоящем руководстве приведено описание правил программирования, поэтому с положениями настоящего руководства следует тщательно ознакомиться перед началом программирования. Также следует тщательно ознакомиться с «Указаниями по безопасности», расположенными на следующей странице, чтобы обеспечить безопасное применение устройства ЧПУ.

### Подробности описаны в этом руководстве

#### **ВНИМАНИЕ**

-  Для пунктов, отмеченных как «Ограничения» или «Пригодное для использования положение», в настоящем руководстве, инструкции по эксплуатации, изданные производителями станков, имеют приоритет над настоящим руководством.
-  Позиции, не описанные в настоящем руководстве, должны рассматриваться как "невозможные".
-  Настоящее руководство составлено для версии, при которой в систему включены все опциональные функции. Обратитесь к соответствующим спецификациям производителя станка перед началом использования.
-  Обратитесь к руководству по эксплуатации от производителя соответствующего станка для получения детальной информации по каждому станку.
-  Некоторые меню и функции могут отличаться от описанных в настоящем руководстве в зависимости от используемой системы ЧПУ (либо ее версии), а применение некоторых функций является невозможным. Перед использованием следует проверить все технические параметры системы.

### Общие меры предосторожности

- (1) Обратитесь к следующим документам за подробностями по обращению  
Руководство по эксплуатации систем ЧПУ MITSUBISHI 70/700 серий .....IB-1500042

## Указания по безопасности

Для обеспечения правильного использования следует всегда тщательно ознакомиться со спецификациями производителя станочного оборудования, настоящим руководством, сопутствующими инструкциями и прилагаемыми документами перед установкой, эксплуатацией, программированием, техническим обслуживанием или техническими проверками оборудования.

Следует понять принцип действия числового управления, меры безопасности и предупреждения перед началом использования системы ЧПУ.

Настоящее руководство подразделяет указания по безопасности на "**Опасность**", "**Предупреждение**" и "**Внимание**".



Возможно серьезное травмирование пользователя либо неминуемый летальный исход при неправильных действиях.



Возможно серьезное травмирование пользователя либо летальный исход при неправильных действиях.

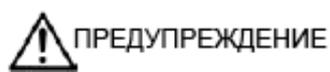


Возможно травмирование пользователя либо физическое повреждение при неправильном управлении.

Следует учитывать, что даже позиции, отмеченные знаком  **ВНИМАНИЕ**, могут привести к более серьезным последствиям в зависимости от ситуации. В любом случае в них приводится важная информация, которая всегда должна учитываться.



Не применяется в настоящем руководстве.



Не применяется в настоящем руководстве.



### 1. Позиции, относящиеся к продукту и руководству



Для случаев, отмеченных как "Ограничения" или "Пригодное для использования положение", настоящего руководства, инструкции по эксплуатации, изданные производителями машин, имеют приоритет над настоящим руководством.



Позиции, не описанные в настоящем руководстве, должны рассматриваться как "невозможные".



Настоящее руководство составлено для версии, при которой в систему включены все опциональные функции. Обратитесь к соответствующим спецификациям производителя станка перед началом использования.



Обратитесь к руководству по эксплуатации от производителя станка для получения детальной информации по конкретному станку.



Некоторые меню и функции могут отличаться от описанных в настоящем руководстве в зависимости от используемой системы ЧПУ (либо ее версии), а применение некоторых функций является невозможным. Перед использованием следует проверить все параметры системы.

## 2. Позиции, относящиеся к эксплуатации



Перед началом непосредственной обработки всегда следует выполнить прогон на холостом ходу для проверки программы обработки, величин смещения резца и детали и т.д.



Если величина смещения системы координат детали была изменена во время покадрового останова, то новое значение вступит в силу со следующего кадра.



Включайте и выключайте зеркальное отображение в центре управления зеркальным отображением.



Если величина смещения резца изменилась в автоматическом режиме работы (включая покадровый режим), данная величина вступит в силу со следующего кадра или последующих кадров.



Избегайте выключения команды синхронного вращения шпинделей, в то время как деталь зажата и в базовом и в синхронном шпинделе в течение синхронизации шпинделей. В противном случае возможен останов синхронного шпинделя и возникновение опасной ситуации.

## 3. Позиции, относящиеся к программированию



Команды "без цифр после G" рассматриваются при работе как "G00".



";" "EOB" и "%" "EOR" являются пояснительными символами. Действующими символами для ISO являются: "CR, LF", или "LF" и "%". Программы, созданные в меню редактирования, сохраняются в памяти NC в формате "CR, LF", однако программы, созданные при помощи внешних устройств, таких как FLD или RS-232C могут быть сохранены в формате "LF".

Действующими символами для EIA являются: "EOB (Конец кадра)" и "EOR (Конец записи)".



При составлении программы обработки следует выбрать подходящие условия обработки и убедиться в том, что не превышены данные производительности, мощности и предельные параметры станка и кадра NC. Примеры не учитывают условия обработки.



Запрещается изменять программы постоянных циклов без предварительного согласия производителя станка.



При программировании многоканальной системы следует обратить особое внимание на перемещения в программах других каналов.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Оси управления</b> .....	11
1.1. Система координат и оси управления .....	11
1.2. Системы координат и символы нулевой точки координат .....	12
<b>2. Единицы задания величин</b> .....	13
2.1. Единицы задания и единицы задания установочных данных .....	13
2.2. Индексированное приращение .....	15
<b>3. Форматы данных</b> .....	16
3.1. Коды ленты .....	16
3.2. Программные форматы .....	19
3.3. Формат данных на ленте .....	22
3.4. Опциональный пропуск кадра («/») .....	22
3.5. Номера программы/последовательности/кадра; O, N .....	23
3.6. Четность N/V .....	24
3.7. Списки G кодов .....	25
3.8. Меры предосторожности перед началом обработки .....	31
<b>4. Буферный регистр</b> .....	32
4.1. Входной буфер .....	32
4.2. Буферы предварительного чтения .....	33
<b>5. Позиционные команды</b> .....	34
5.1. Команды инкрементного/абсолютного значения .....	34
5.2. Задание радиуса/диаметра .....	35
5.3. Преобразование дюйм/метр; G20, G21 .....	36
5.4. Применение десятичной точки .....	38
<b>6. Функции интерполяции</b> .....	42
6.1. Позиционирование (быстрый ход); G00 .....	42
6.2. Линейная интерполяция; G01 .....	49
6.3. Круговая интерполяция; G02, G03 .....	52
6.4. Круговая интерполяция с указанием радиуса; G02, G03 .....	56
6.5. Выбор плоскости; G17, G18, G19 .....	58
6.6. Нарезание резьбы .....	60
6.6.1. Нарезание резьбы с постоянным шагом; G33 .....	60
6.6.2. Нарезание дюймовой резьбы; G33 .....	65
6.6.3. Нарезание непрерывной резьбы .....	67
6.6.4. Нарезание резьбы с переменным шагом; G34 .....	68
6.6.5. Нарезание круговой резьбы; G35, G36 .....	71
6.7. Винтовая интерполяция; G17, G18, G19 и G02, G03 .....	75
6.8. Фрезерная интерполяция; G12.1 .....	78
6.8.1. Выбор режима фрезерования .....	80
6.8.2. Оси задания и управляемые оси при фрезерной интерполяции .....	81
6.8.3. Выбор плоскости в режиме фрезерования .....	83
6.8.4. Настройка системы координат фрезерования .....	85
6.8.5. Подготовительные функции .....	87
6.8.6. Переключение из фрезерного в токарный режим; G13.1 .....	92
6.8.7. Подача .....	92
6.8.8. Вспомогательные программные функции .....	92
6.8.9. Прочие функции .....	93
6.8.10. Функции смещения резца .....	94
6.8.11. Контроль столкновений .....	110
6.9. Цилиндрическая интерполяция; G07.1 (только 6 и 7 списки G-кодов) .....	118
6.10. Интерполяция в полярных координатах; G12.1 (только 6 и 7 списки G-кодов) .....	126
6.11. Экспоненциальная интерполяция; G02.3, G03.3 .....	133

<b>7. Функции подачи</b> .....	139
7.1. Скорость быстрого хода.....	139
7.2. Величина рабочей подачи.....	139
7.3. F1-фиксированная подача.....	140
7.4. Минутная/оборотная подача (Синхронная/асинхронная подача); G94, G95.....	142
7.5. Задание подачи и её влияние на оси управления.....	144
7.6. Режим нарезания резьбы.....	148
7.7. Автоматическое ускорение/замедление.....	149
7.8. Ограничение скорости.....	149
7.9. Контроль точной остановки; G09.....	150
7.10. Режим контроля точной остановки; G61.....	153
7.11. Контроль замедления.....	154
7.11.1. Контроль замедления G1 → G0.....	156
7.11.2. Контроль замедления G1 →G1.....	157
7.12. Автоматическая коррекция подачи при обработке углов ; G62.....	158
7.13. Режим нарезания резьбы метчиком ; G63.....	163
7.14. Режим обработки (контурный режим) ; G64.....	163
<b>8. Выдержка времени</b> .....	164
8.1. Посекундная выдержка ; G04.....	164
<b>9. Вспомогательные функции</b> .....	166
9.1. Вспомогательные функции M (8-значные BCD).....	166
9.2. 2-й тип вспомогательных функций A, B, C (8-значные).....	168
9.3. Позиционирование индексного стола.....	169
<b>10. Шпиндельные функции</b> .....	171
10.1. Шпиндельные функции S (2-значные BCD)...для стандартных PLC параметров.....	171
10.2. Шпиндельные функции S (аналоговые 6-значные).....	171
10.3. Шпиндельные функции S (8-значные).....	172
10.4. Постоянная скорость резания; G96, G97.....	173
10.5. Ограничение скорости вращения шпинделя; G92.....	174
10.6. Управление шпинделем/С-осью.....	175
10.7. Синхронизация шпинделей.....	178
10.7.1. Синхронизация шпинделей I.....	179
10.7.2. Синхронизация шпинделей II.....	188
10.7.3. Меры предосторожности при использовании режима синхронизации шпинделей.....	193
10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель); G114.2.....	195
10.9. Синхронизация резец-шпиндель IB (полигонная обработка шпиндель-шпиндель); G51.2 (только 6 и 7 списки G-кодов).....	203
10.10. Синхронизация резец-шпиндель IC (полигонная обработка шпиндель-NC ось); G51.2 (только 6 и 7 списки G-кодов).....	211
10.11. Управление несколькими шпинделями.....	214
10.11.1. Управление несколькими шпинделями I (команда для нескольких шпинделей).....	215
10.11.2. Управление несколькими шпинделями I (команда выбора шпинделя).....	216
10.11.3. Управление несколькими шпинделями II.....	219
<b>11. Функции инструмента</b> .....	222
11.1. Функции инструмента T (8-значные BCD).....	222
<b>12. Функции смещения инструмента</b> .....	223
12.1. Смещение инструмента.....	223
12.1.1. Выполнение смещения инструмента.....	224
12.1.2. Расширенный метод выполнения смещения инструмента.....	225
12.2. Смещение по длине инструмента.....	227

12.3. Смещение по износу инструмента .....	229
12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента; G40, G41, G42, G46 .....	230
12.4.1. Вершина инструмента и направления коррекции .....	232
12.4.2. Действие коррекции радиуса при вершине инструмента .....	236
12.4.3. Прочие действия во время коррекции на радиус вершины инструмента .....	254
12.4.4. Команды G41/G42 и задание I, J, K .....	262
12.4.5. Прерывания во время коррекции на радиус вершины инструмента .....	267
12.4.6. Общие меры предосторожности при коррекции на радиус вершины инструмента .....	269
12.4.7. Контроль зареза детали .....	270
12.5. Программный ввод смещения инструмента; G10 .....	275
12.6. Управление ресурсом стойкости инструмента II .....	278
12.6.1. Расчет ресурса стойкости инструмента .....	281
<b>13. Вспомогательные программные функции .....</b>	<b>283</b>
13.1. Постоянные циклы токарного режима .....	283
13.1.1. Цикл продольной обработки; G77 .....	284
13.1.2. Цикл нарезания резьбы; G78 .....	286
13.1.3. Цикл обработки торца ; G79 .....	289
13.2. Постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси) .....	292
13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима .....	293
13.3.1. Цикл продольной черновой обработки; G71 .....	294
13.3.2. Цикл поперечной черновой обработки ; G72 .....	310
13.3.3. Цикл черновой обработки с формообразованием; G73 .....	312
13.3.4. Цикл чистовой обработки; G70 .....	316
13.3.5. Цикл поперечной обработки со стружкодроблением; G74 .....	317
13.3.6. Цикл продольной обработки со стружкодроблением; G75 .....	319
13.3.7. Цикл нарезания комбинированной резьбы; G76 .....	321
13.3.8. Меры предосторожности для смешанных постоянных циклов; G70 ~ G76 ....	325
13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима .....	328
13.5. Постоянные циклы сверления отверстий; G80 ~ G89 .....	333
13.5.1. Цикл глубокого поперечного сверления 1; G83 (цикл глубокого продольного сверления 1; G87) .....	341
13.5.2. Цикл поперечного нарезания метчиком; G84 (Цикл продольного нарезания метчиком; G88)/ цикл поперечного обратного нарезания; G84.1 (цикл продольного обратного нарезания; G88.1) .....	342
13.5.3. Цикл поперечной расточки; G85 (цикл продольной расточки; G89) .....	346
13.5.4. Цикл глубокого сверления 2; G83.2 .....	346
13.5.5. Отмена постоянного цикла сверления; G80 .....	349
13.5.6. Меры предосторожности при использовании постоянного цикла сверления .....	349
13.6. Постоянные циклы сверления; G80 ~ G89 (спец.формат ЧПУ Мицубиси) .....	351
13.6.1. Возврат в начальную точку и в точку R; G98, G99 .....	370
13.6.2. Задание системы координат детали в режиме постоянного цикла .....	371
13.7. Управление подпрограммами; M98, M99 .....	372
13.7.1. Вызов подпрограмм командами M98 и M99 .....	372
13.7.2. Вызов подпрограмм командами M198 .....	377
13.8. Команды переменных .....	378
13.9. Макрокоманды пользователя .....	381
13.9.1. Макрокоманды пользователя; G65, G66, G66.1, G67 .....	381
13.9.2. Команды макровывода .....	382
13.9.3. Вызов макрокоманд с помощью кодов ASCII .....	390
13.9.4. Переменные .....	395
13.9.5. Типы переменных .....	397
13.9.6. Операционные команды .....	435
13.9.7. Команды управления .....	441

13.9.8. Команды внешнего вывода .....	444
13.9.9. Меры предосторожности .....	446
13.10. Зеркальность ведомого инструмента.....	448
13.11. Снятие фасок / скругление углов I.....	458
13.11.1. Снятие фасок ",С" (или "I_", "K_", "C_").....	458
13.11.2. Скругление углов ",R_" (или "R_").....	460
13.11.3. Расширенное задание снятия фаски / скругления углов .....	462
13.11.4. Прерывание во время снятия фаски / скругления углов.....	464
13.12. Снятие фаски/скругление углов II.....	466
13.12.1. Снятие фаски ",С_" (или "I_", "K_", "C_").....	466
13.12.2. Скругление углов ",R_" (или "R_").....	469
13.12.3. Расширенное задание снятия фаски / скругления углов .....	470
13.12.4. Прерывание во время снятия фаски / скругления углов.....	470
13.13. Угловые команды.....	471
13.14. Геометрические команды.....	472
13.14.1. Геометрические команды I .....	472
13.14.2. Геометрические команды IB.....	475
13.15. Программный ввод параметров; G10, G11 .....	489
13.16. Макропрерывание.....	491
13.17. Возврат в позицию смены инструмента; G30.1 ~ G30.5 .....	499
13.18. Сбалансированная резка; G15, G14.....	502
13.19. Синхронизация между каналами системы.....	506
13.19.1. Код ожидания синхронизации (Код !).....	506
13.19.2. Синхронизация в заданной точке (Тип 1); G115 .....	509
13.19.3. Синхронизация в заданной точке (Тип 2); G116 .....	511
13.19.4. Синхронизация с помощью M-функции.....	513
13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы.....	516
13.20.1. Команда задания параметров.....	516
13.20.2. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы I; G76.1 .....	517
13.20.3. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы II; G76.2 .....	520
13.21. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы (спец. формат MELDAS). .....	524
<b>14. Функции задания системы координат .....</b>	<b>526</b>
14.1. Система координат и оси управления .....	526
14.2. Системы координат : базовая станка, детали и локальная.....	527
14.3. Нулевая точка станка и 2-я исходная точка .....	528
14.4. Автоматическое задание системы координат .....	529
14.5. Выбор системы координат станка; G53 .....	530
14.6. Задание системы координат; G92 .....	531
14.7. Выход в исходную (референтную) точку; G28, G29.....	532
14.8. Выход во 2-ю, 3-ю и 4-ю исходные (референтные) точки; G30 .....	536
14.9. Контроль исходной точки; G27.....	539
14.10. Задание и смещение системы координат детали; G54 ~ G59 (G54.1) .....	540
14.11. Задание локальной системы координат; G52.....	546
14.12. Предустановка системы координат детали; G92.1 .....	547
14.13. Система координат поворотной оси.....	552
<b>15. Функции безопасности.....</b>	<b>555</b>
15.1. Запретные зоны патрона/задней бабки; G22, G23.....	555
15.2. Ограничение рабочей зоны.....	560
<b>16. Функции измерения.....</b>	<b>562</b>
16.1. Автоматическое измерение длины инструмента; G37.....	562
16.2. Функция измерения; G31.....	566
16.3. Комбинационная функция измерения; G31.n, G04 .....	572
16.4. Комбинационная функция измерения 2; G31 .....	574
16.5. Функция измерения для переключения скорости.....	577

16.6. Программируемое токоограничение .....	580
<b>Приложение 1.</b> Таблица соответствия номеров программных параметров .....	581
<b>Приложение 2.</b> Ошибки программирования .....	584

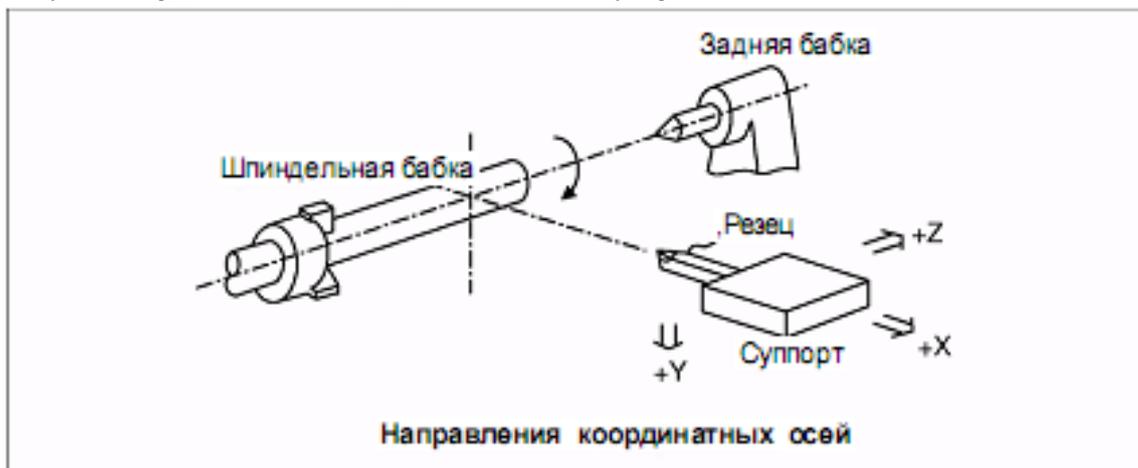
## 1. Оси управления

## 1.1. Система координат и оси управления

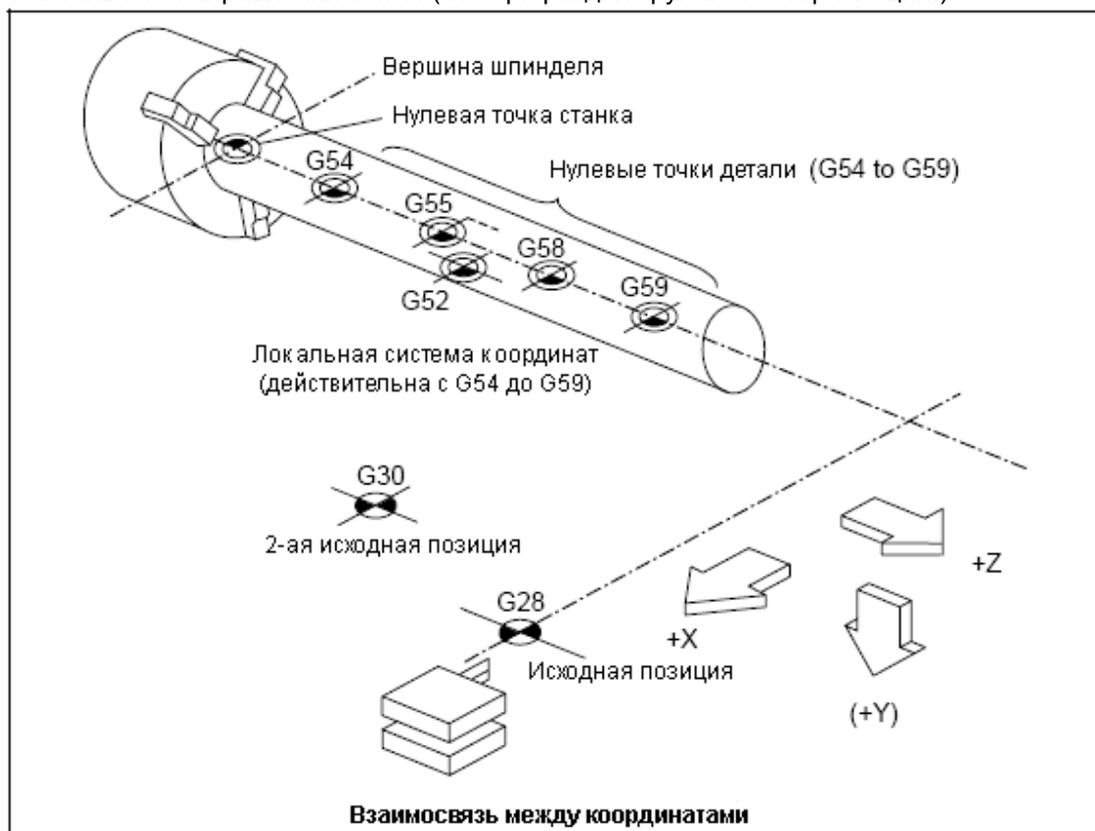


## Функция и назначение

В токарном станке ось, идущая параллельно шпинделю, называется осью Z, и ее положительное (прямое) направление – это то направление, в котором суппорт перемещается от шпиндельной бабки. Ось, находящаяся под прямым углом к оси Z, является осью X, и ее положительное (прямое) направление – это то направление, в котором она удаляется от оси Z, как показано на рисунке ниже.



Так как для системы координат токарного станка действует правило правой руки, то ось Y на рисунке выше, которая расположена под прямым углом к плоскости X-Z, имеет положительное направление вниз. Следует учитывать, что дуга в плоскости X-Z обрабатывается по часовой или против часовой стрелки, если смотреть со стороны положительного направления оси Y. (Смотри раздел круговой интерполяции.)



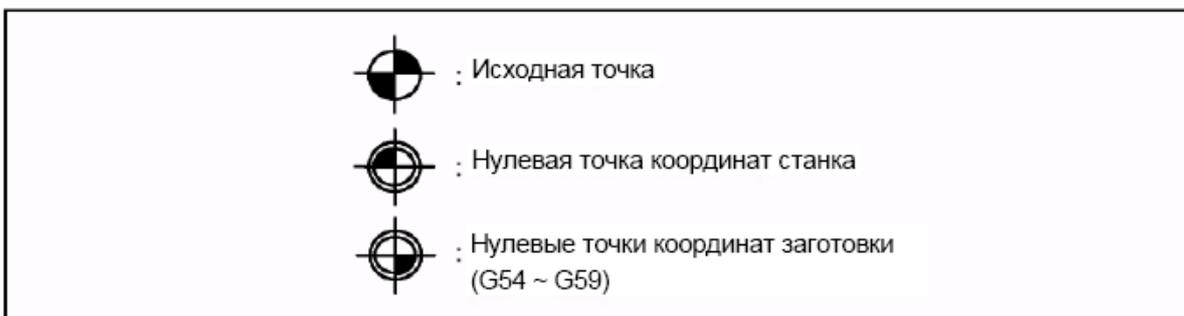
# 1. Оси управления

## 1.2. Системы координат и символы нулевой точки координат

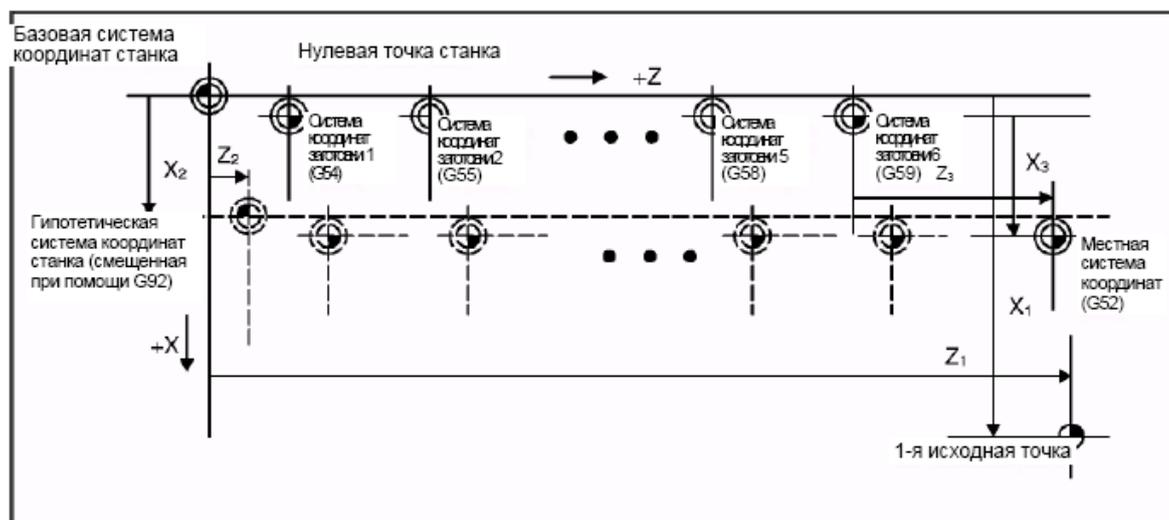
### 1.2. Системы координат и символы нулевой точки координат



#### Функция и назначение



После отработки выхода в “Исходную позицию” автоматически считываются, заданные в параметрах CNC, смещения для базовой системы координат станка и систем координат детали (G54 ~ G59). В базовой системе координат станка 1-я исходная позиция смещена от нулевой точки (нулевой точки системы координат станка) на величину, заданную в параметрах CNC .



Местная (локальная) система координат (G52) работает внутри одной из систем координат детали, заданной командами G54-G59.

При использовании команды G92 базовая система координат станка может быть смещена и превращена в гипотетическую (условную) систему координат станка. Одновременно происходит смещение систем координат детали (G54-G59).

## 2. Единицы задания величин

### 2.1. Единицы задания и единицы задания установочных данных

## 2. Единицы задания величин

### 2.1. Единицы задания и единицы задания установочных данных



#### Функция и назначение

Единицы задания установочных данных, таких как величины компенсаций, являются общими единицами ввода значений, используемыми для всех осей.

Единицы задания используются для задания перемещений в технологической программе, в режиме MDI или управляющей перфоленты. Они выражаются в миллиметрах, дюймах или градусах (°).

В соответствии с параметрами, единицы задания назначаются для каждой оси, а единицы задания установочных данных действительны для всех осей.

	Параметры	Линейная ось		Ось вращения (°)
		Миллиметр	Дюйм	
Единицы задания установочных данных	#1003 iunit =B	0.001	0.0001	0.001
	=C	0.0001	0.00001	0.0001
	=D	0.00001	0.000001	0.00001
	=E	0.000001	0.0000001	0.000001
Единицы задания	#1015 cunit =0	Определяется #1003 iunit		
	=1	0.0001	0.00001	0.0001
	=10	0.001	0.0001	0.001
	=100	0.01	0.001	0.01
	=1000	0.1	0.01	0.1
	=10000	1.0	0.1	1.0

**(Замечание 1)** Выбор между дюймами и миллиметрами осуществляется двумя способами: выбор с помощью параметра (#1041 I\_inch: действует только по включению питания) и преобразованием при помощи G-команды (G20 или G21). Однако, если G-команда используется для преобразования, то оно применяется только к единицам задания, но не к единицам установочных данных. Таким образом, величины смещения инструментов и величины других компенсаций, так же, как значения переменных, должны быть заданы в соответствующих единицах – миллиметрах или дюймах.

**(Замечание 2)** Метрическое и дюймовое задание не могут использоваться одновременно.

**(Замечание 3)** Во время круговой интерполяции на оси, если в кадре заданы величины в различных единицах, то координаты центра (I, J, K) и величина радиуса (R) могут быть обработаны в соответствии с единицами установочных данных. (Используйте десятичную точку во избежание путаницы).

## 2. Единицы задания величин

### 2.1. Единицы задания и единицы задания установочных данных



#### Детальное описание

##### (1) Единицы различных данных

Единицы задания установочных данных определяют единицы задания значений параметров, единицы задания в командах программы, а также единицы задания для внешнего интерфейса для оси ПЛК и ручного маховика и т.д. Следующие правила показывают, как изменяются единицы каждого типа данных при изменении единиц задания установочных данных. Эта таблица применима к осям ЧПУ и осям ПЛК.

Данные	Система единиц	Устанавливаемое значение	Единицы ввода данных			
			1 мкм (B)	0.1 мкм (C)	10 нм (D)	1 нм (E)
Данные скорости Пример: быстрый ход	Миллиметр	20000 (мм/мин)	20000	20000	20000	20000
		Диапазон установки	1 ÷ 999999	1 ÷ 999999	1 ÷ 999999	1 ÷ 999999
	Дюйм	2000 (дюйм/мин)	20000	20000	20000	20000
		Диапазон установки	1 ÷ 999999	1 ÷ 999999	1 ÷ 999999	1 ÷ 999999
Данные позиции Пример: прогр. ограничение +	Миллиметр	123.123 (мм)	123.123	123.1230	123.12300	123.123000
		Диапазон установки	±99999.999	±99999.9999	±99999.99999	±99999.999999
	Дюйм	12.1234 (дюйм)	12.1234	12.12340	12.123400	12.1234000
		Диапазон установки	±9999.9999	±9999.99999	±9999.999999	±9999.9999999
Данные интерполяции	Миллиметр	1 (мкм)	2	20	200	2000
		Диапазон установки	±9999	±9999	±9999	±9999
	Дюйм	0.0001 (дюйм)	2	20	200	2000
		Диапазон установки	±9999	±9999	±9999	±9999

##### (2) Команды программ

Единицы задания в командах программ соответствуют приведенной выше таблице.

В случае данных с десятичной точкой, количество цифр в целой части остаётся постоянным, а количество цифр в дробной части будет увеличиваться в соответствии с уменьшением единиц задания установочных данных.

Если данные без десятичной точки заданы в команде позиционирования, эти данные будут обработаны с учетом действующих единиц задания для команд и для установочных данных.

Для величины скорости подачи при уменьшении единиц задания установочных данных количество цифр в целой части будет оставаться неизменным, а количество цифр в дробной части будет увеличиваться.

## 2.2. Индексированное приращение

**Функция и назначение**

Эта функция ограничивает значения в командах для вращающейся оси. Это может быть использовано для организации пошагового вращения поворотного стола и т.п. Возможно возникновение программной ошибки, если в программе задана команда с приращением, отличным от индексированного (задаётся значением параметра).

**Детальное описание**

Если установлено индексированное приращение (параметр) для ограничения командных значений, то вращающаяся ось может быть позиционирована на эту величину. Попытка задать приращение, отличное от индексированного, приведёт к возникновению программной ошибки (P20).

Позиция не будет проверяться на соответствие индексированной, если параметр установлен в 0.

**(Пример)** Когда значение индексированного приращения установлено в 2 градуса, допустимы только команды с приращением в 2 градуса или кратным 2.

G90 G01 C102. 000 ; ... Перемещение в угол 102 градуса.

G90 G01 C101. 000 ; ... Ошибка программирования

G90 G01 C102 ; ... Перемещение в угол 102 градуса. (Тип II десятичной точки)

Следующие осевые параметры используются.

#	Параметр		Содержание	Диапазон установки (единица)
2106	Единица шага	Индексированное приращение	Задайте шаговое приращение, на которое вращающаяся ось может быть позиционирована	От 0 до 360 (°)

**Меры предосторожности**

- Когда установлено индексированное приращение, позиционирование осуществляется по приращениям в градусах.
- Индексированная позиция проверяется только для вращающейся оси и не проверяется для остальных осей.
- Если индексированное перемещение установлено в 2 градуса, вращающаяся ось задана как ось В, и ось В переместили в режиме JOG в позицию 1.234, то возникнет ошибка индексации в случае задания команды "G90B5." или "G91B5.".

## 3. Форматы данных

### 3.1. Коды ленты



#### Функция и назначение

Командные коды ленты, используемые для данной системы управления, являются комбинациями букв алфавита (A, B, C, ...Z), цифр (0, 1, 2, ... 9) и символов (+, -, /, ...). Данные буквы, цифры и символы рассматриваются как кодовые символы. Каждый кодовый символ представлен комбинацией из 8 отверстий, которые могут присутствовать или отсутствовать. Данные комбинации образуют так называемые коды.

Данная система управления использует ISO кодировку (R-840).

**(Замечание 1)** Если во время работы задан код, не перечисленный в «Таблице кодов ленты», будет выведена ошибка программирования (P32).

**(Замечание 2)** Для удобства на дисплее ЧПУ используется знак " ; " для обозначения конца кадра (EOB/LF), который отделяет один кадр от другого. Запрещается использовать при непосредственном программировании клавишу " ; ", вместо неё следует использовать клавиши в соответствии со следующей таблицей.



### ВНИМАНИЕ



" ; " "EOB" и " % " "EOR" являются пояснительными символами. Фактическим кодом является "Перевод строки" и "%". (ISO кодировка (R-840))



#### Детальное описание

(1) Используйте клавиши из следующей таблицы при программировании.

EOB/EOR клавиши и отображение

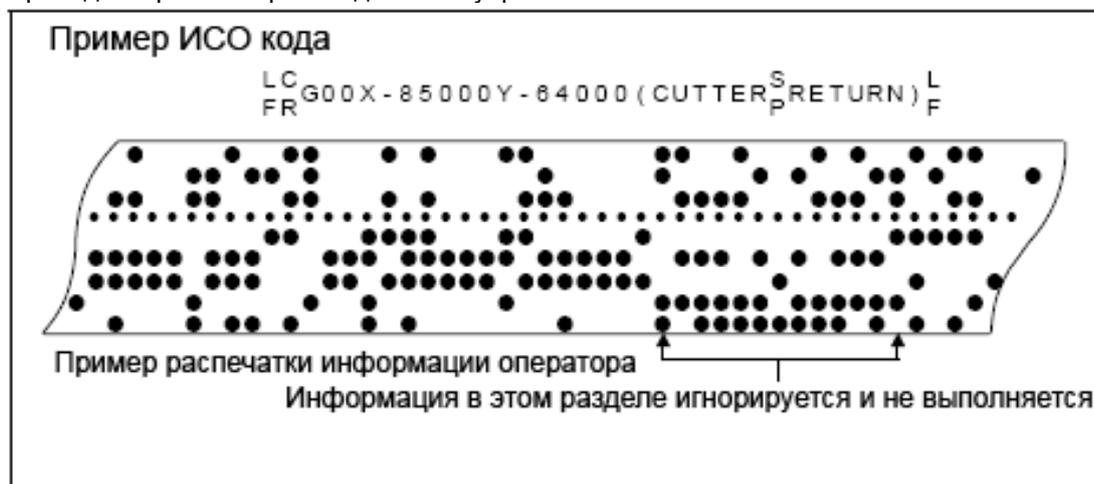
Клавиша	Код	ISO	Отображение на экране
Конец кадра		LF или NL	;
Конец записи		%	%

(2) **Раздел значимых данных (функция пропуска метки)**

После того, как включено электропитание или произведен сброс, все данные вплоть до первого конца кадра ( ; ) игнорируются в автоматическом режиме работы, в режиме ленты, в режиме загрузки из памяти или операции поиска. Иными словами, раздел значимых данных начинается с кодового символа или числового кода после символа конца кадра (;), который встретится первым после выполнения сброса.

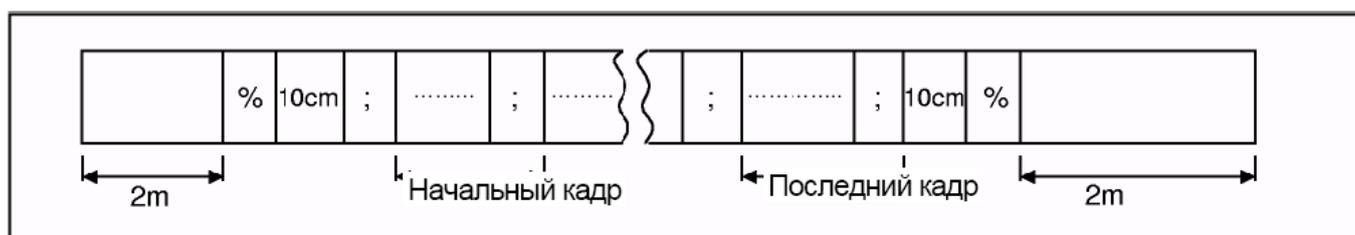
**(3) Игнорирование или прием данных к управлению**

При использовании ISO кодировки все данные между символом "(" и символом ")" (либо ";") игнорируются, хотя эти данные появляются на экране дисплея. Следовательно, название управляющей ленты, номер и другие данные, не связанные напрямую с управлением, могут быть вставлены в данный раздел. Данная информация (за исключением (B) в "Таблице кодов ленты") будет также загружена, однако в режиме загрузки ленты. После включения электропитания система переходит в режим "приема данных к управлению".

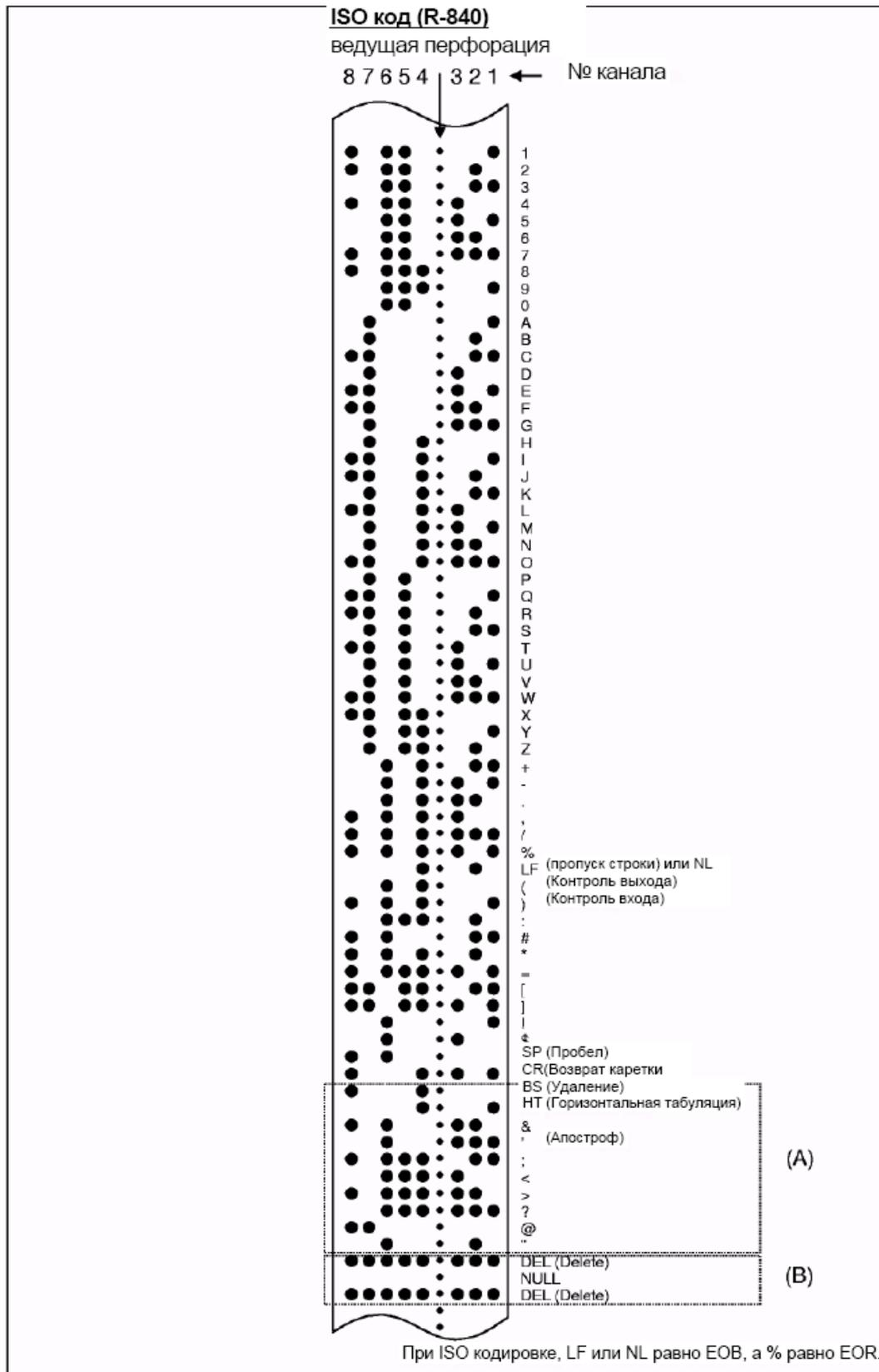
**(4) EOR (%) код**

Как правило, код «конец записи» проставляется с обоих концов ленты. Он выполняет следующие функции:

- Остановка перемотки при перемотке ленты (с устройством для перемотки)
- Запуск перемотки при поиске ленты (с устройством для перемотки)
- Завершение загрузки при загрузке с ленты в память

**(5) Подготовка ленты к работе (с устройством для перемотки ленты)**

Если устройство для перемотки ленты не используется, нет необходимости в 2-метровых пустых зонах с обоих концов ленты и в головном EOR (%) коде.



Коды (A) хранятся на ленте, но во время работы выдается ошибка (исключение, если они используются в разделе комментария).

Коды (B) являются не рабочими кодами и всегда игнорируются. (Контроль V четности не производится.)

Таблица кодов ленты

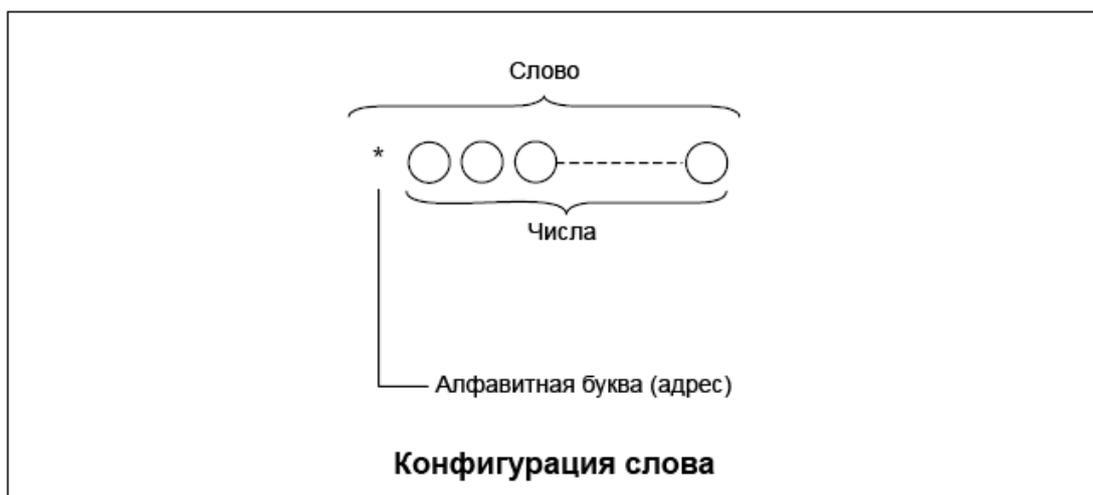
## 3.2. Программные форматы

**Функция и назначение**

Порядок, используемый при вводе управляющей информации в систему управления, называется форматом программы. Есть еще один формат, используемый в системе управления. Он называется «формат слов и адресов».

**Детальное описание****(1) Слово и адрес**

Слово является набором символов, расположенных в определенной последовательности. Слово используется в качестве элемента обрабатываемой информации и вызывает выполнение станком определенной операции. Каждое слово, используемое в данной системе управления, состоит из буквы алфавита и нескольких цифр (иногда со знаком "+" или "-" в начале цифровой группы).



Алфавитная буква в начале слова является адресом. Он определяет смысл следующих за ним цифровых данных.

Для получения более подробной информации по типам слов и набору значимых цифр слова, используемых в данной системе, смотри раздел «Детальное описание форматов».

**(2) Кадр**

Кадр является набором слов. Он включает данные, необходимые для выполнения станком определенных операций. Один кадр образует одну законченную операцию. Конец каждого кадра обозначен ЕОВ (End of Block) кодом.

**(3) Программы**

Программа является набором нескольких кадров.

## &lt;Детальное описание форматов&gt;

		Метрическая команда	Дюймовая команда	Поворотная ось (Метрич. команда)	Поворотная ось (Дюймов. команда)
№ программы		08	←	←	←
№ кадра/последовательности		N6	←	←	←
Подготовительная функция		G3/G21	←	←	←
Ось движения	0.001 (°) мм/ 0.0001"	X+53 Z+53 α+53	X+44 Z+44 α+44	X+53 Z+53 α+53	X+53 Z+53 α+53
	0.0001 (°) мм/ 0.00001"	X+54 Z+54 α+54	X+45 Z+45 α+45	X+54 Z+54 α+54	X+54 Z+54 α+54
	0.00001 (°) мм/ 0.000001"	X+55 Z+55 α+55	X+46 Z+46 α+46	X+55 Z+55 α+55	X+55 Z+55 α+55
	0.000001 (°) мм/ 0.0000001"	X+56 Z+56 α+56	X+47 Z+47 α+47	X+56 Z+56 α+56	X+56 Z+56 α+56
Дуга и радиус	0.001 (°) мм/ 0.0001"	I+53 K+53 R+53	I+44 K+44 R+44	I+53 K+53 R+53	I+44 K+44 R+44 (Замечание 5)
	0.0001 (°) мм/ 0.00001"	I+54 K+54 R+54	I+45 K+45 R+45	I+54 K+54 R+54	I+45 K+45 R+45 (Замечание 5)
	0.00001 (°) мм/ 0.000001"	I+55 K+55 R+55	I+46 K+46 R+46	I+55 K+55 R+55	I+46 K+46 R+46 (Замечание 5)
	0.000001 (°) мм/ 0.0000001"	I+56 K+56 R+56	I+47 K+47 R+47	I+56 K+56 R+56	I+47 K+47 R+47 (Замечание 5)
Выдержка времени	0.001 (с.)	X+53/P+8	←	←	←
Функция подачи	0.001 (°) мм/ 0.0001"	F62(Подача минут) F44(Подача на об.)	F53(Подача минут) F26(Подача на об.)	F63(Подача минут) F43(Подача на об.)	F54(Подача минут) F34(Подача на об.) (Замечание 6)
	0.0001 (°) мм/ 0.00001"	F63(Подача минут) F45(Подача на об.)	F54(Подача минут) F27(Подача на об.)	F64(Подача минут) F44(Подача на об.)	F55(Подача минут) F35(Подача на об.) (Замечание 6)
	0.00001 (°) мм/ 0.000001"	F64(Подача минут) F46(Подача на об.)	F55(Подача минут) F28(Подача на об.)	F65(Подача минут) F45(Подача на об.)	F56(Подача минут) F36(Подача на об.) (Замечание 6)
	0.000001 (°) мм/ 0.0000001"	F65(Подача минут) F47(Подача на об.)	F56(Подача минут) F28(Подача на об.)	F66(Подача минут) F46(Подача на об.)	F57(Подача минут) F37(Подача на об.) (Замечание 6)
Смещение инструмента		T1/T2	←	←	←
Вспомогательная функция (M)		M8	←	←	←
Функция шпинделя (S)		S8	←	←	←
Функция инструмента (T)		T8	←	←	←
Вспомогательные функции тип 2		A8/B8/C8	←	←	←
Подпрограмма		P8 H5 L4	←	←	←
Постоянный цикл	0.001 (°) мм/ 0.0001"	R+53 Q53 P8 L4	←	←	←
	0.0001 (°) мм/ 0.00001"	R+54 Q54 P8 L4	←	←	←
	0.00001 (°) мм/ 0.000001"	R+55 Q55 P8 L4	←	←	←
	0.000001 (°) мм/ 0.0000001"	R+56 Q56 P8 L4	←	←	←

(Замечание 1) «α» обозначает адрес дополнительной оси, такой как A, B или C.

**(Замечание 2)** Проверка количества цифр в слове производится по максимальному количеству цифр для данного адреса.

**(Замечание 3)** Числа могут не содержать начальных нулей.

**(Замечание 4)** Приведённые выше значения означают следующее:

Пример 1 : 08 : номер программы из 8-ми цифр

Пример 2 : G21 : Код G имеет 2 цифры слева от десятичной точки и одну цифру справа.

Пример 3 : X+53 : Код X использует знак «+» или «-» и имеет 5 цифр слева от десятичной точки и 3 цифры справа.

Например, ситуация, в которой ось X позиционируется (G00) в точку 45.123 мм в абсолютной системе координат (G90) представляется следующим образом:

G00 X45.123 ;



3 цифры после десятичной точки.

5 цифр перед десятичной точкой, так что это +00045, но нули слева и знак «+» опущены.

G0 также допустимо.

**(Замечание 5)** Если задана дуга с использованием оси вращения и линейной оси, и при этом применялись задания в дюймах, градусы будут преобразованы в 0.1 дюймов для интерполяции.

**(Замечание 6)** При использовании задания в дюймах, скорость оси вращения будет иметь дискретность 10 градусов.

Пример : Для команды F1. (минутная подача) это будет составлять 10 градусов в минуту.

**(Замечание 7)** Десятичные разряды после десятичной точки игнорируются, если задана команда с десятичной точкой, например, S команда, для которой десятичная точка недопустима.

**(Замечание 8)** Указанный формат одинаков при вводе из памяти, MDI или с устройства настройки и отображения.

**(Замечание 9)** Указывайте номер программы в отдельном кадре, который должен быть первым кадром программы.

## 3.3. Формат данных на ленте



## Функция и назначение

## (1) Лента хранения данных и значимые разделы (ISO, EIA автоматическое определение)

Коды ISO и EIA могут храниться в памяти таким же образом, как в режиме работы с лентой. После сброса, кодировка ISO/EIA автоматически распознается по коду EOB в начале строки.

Интервал для сохранения в памяти определяется, начиная со следующего кодового символа за первым (после сброса) EOB до кода EOR.

Значимые коды, перечисленные в «Таблице кодов ленты» в разделе 3.1 "Коды ленты", в указанном выше значимом разделе сохраняются в памяти. Все остальные коды игнорируются и не сохраняются.

Данные между символами "(" и ")" сохраняются в памяти.

## 3.4. Опциональный пропуск кадра («/»)



## Функция и назначение

Данная функция выборочно игнорирует определенные кадры в программе обработке, которые начинаются с символа наклонной черты "/".



## Детальное описание

- (1) Если функция опционального пропуска кадра активирована, кадры, начинающиеся с символа "/", игнорируются. Они выполняются при отключении данной функции. Проверка четности выполняется вне зависимости от того, активирована функция опционального пропуска кадра или нет. Если, например, все кадры должны быть выполнены для одной детали, но определенные кадры должны быть пропущены для другой, та же самая лента управления может быть использована при обработке различных деталей, если вставить код "/" в начале соответствующих кадров.



## Меры предосторожности

- (1) Код "/" для опционального пропуска кадра вставляется в начале кадра. Если вставить данный символ внутри кадра, это будет значить макрофункцию пользователя (команда деления).
- (Пример)** N20 G1 X25. /Z25. ; ..... NG (макрофункция пользователя, команда деления; в результате возникнет Ошибка программирования.)  
/N20G1 X25. Z25. ; ..... ОК
- (2) Проверка четности (H и V) производится вне зависимости от состояния функции опционального пропуска кадра.
- (3) Опциональный пропуск кадра производится немедленно до буфера предварительного чтения. По этой причине невозможно пропустить кадр, считанный в буфер предварительного чтения.
- (4) Данная функция действует даже при поиске кадра.
- (5) Все кадры с кодом "/" также вводятся и выводятся во время сохранения ленты и вывода ленты, вне зависимости от состояния функции опционального пропуска кадра.

## 3.5. Номера программы/последовательности/кадра; O, N



## Функция и назначение

Данные номера используются для наблюдения за исполнением программы обработки, а также для вызова программ обработки и отдельных этапов программ обработки.

- (1) Номера программ соответствуют деталям или отдельным подпрограммам и обозначаются через адрес "O", за которым следует набор из 8 цифр.
- (2) Номера последовательностей закрепляются за соответствующими группами кадров, которые образуют некую последовательность обработки. Они обозначаются через адрес "N", за которым следует набор из, максимум, 5 цифр.
- (3) Номера кадров автоматически определяются устройством. Для них автоматически задается нулевое значение каждый раз, когда производится чтение номера программы или номера последовательности, и их номер увеличивается на один, пока номера программ или номера последовательностей не будут заданы для кадров, которые впоследствии будут считаны.

По этой причине все кадры программ обработки, приведенные в таблице ниже, могут быть определены без комбинации номеров программ, номеров последовательностей и номеров кадров.

Программа обработки	Дисплей пульта		
	№ программы	№ряда	№кадра
O1 2345678 (DEMO, PROG) ;	12345678	0	0
N100GOOG90X120. Z100. ;	12345678	100	0
G94S1000;	12345678	100	1
N102 G71 P210 Q220 I0.2 K0.2 D0.5 F600 ;	12345678	102	0
N200G94S1200F300;	12345678	200	0
N210G01 XOZ95. ;	12345678	210	0
G01 X20. ;	12345678	210	1
G03X50. Z80. K-15. ;	12345678	210	2
G01 Z55. ;	12345678	210	3
G02X80. Z40. 115. ;	12345678	210	4
G01 X100. ;	12345678	210	5
G01 Z30. ;	12345678	210	6
G02Z10. K-15. ;	12345678	210	7
N220 G01 ZO ;	12345678	220	0
N230GOOX120. Z150. ;	12345678	230	0
N240 M02 ;	12345678	240	0
%	12345678	240	0

## 3.6. Четность H/V



## Функция и назначение

Проверка четности позволяет определить, была ли произведена перфорация ленты правильно или нет. Она включает проверку ошибок перфорированных кодов или, выражаясь другими словами, ошибок перфорации. Существует два вида проверки четности: Четность H и Четность V.

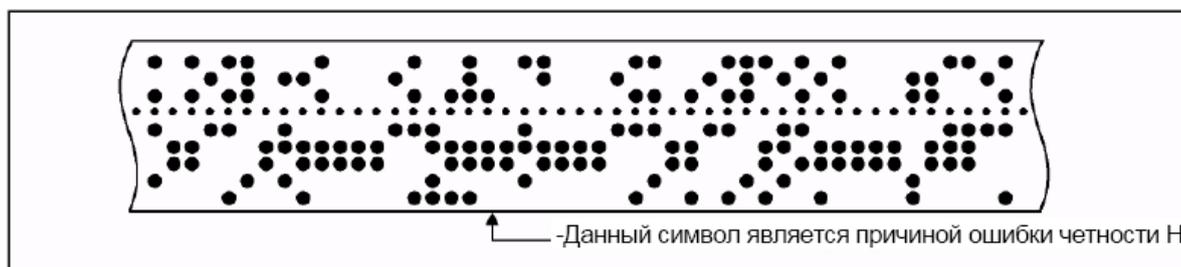
**(1) Четность H**

Четность H проверяет количество отверстий, отвечающих за конфигурацию кодового символа, проверка производится в режиме работы ленты, ввода ленты и поиска номера ряда. Ошибка четности H возникает в следующих случаях.

**(а) ISO кодировка**

Если определен код с нечётным количеством отверстий в разделе значимых данных.

**(Пример 1) Пример ошибки четности H (Для ISO кодировки)**



При возникновении ошибки четности H, лента останавливается с выводом соответствующего кода ошибки.

**(2) Четность V**

Проверка четности V выполняется в режиме TAPE, при вводе ленты и поиске номера последовательности, если для параметра ввода/вывода #9n15 (где n =1-5) PARITY V задано значение "1". Данная функция не выполняется во время режима MEMORY. Ошибка четности V возникает в случае : если количество символов начиная с первого значимого до кода EOB (;) в разделе значимых данных в вертикальном направлении ленты является нечетным, то есть, если количество символов в одном кадре является нечетным.

При обнаружении ошибки четности V лента останавливается на символе, следующем за EOB (;).

**(Замечание 1)** Среди кодов ленты есть коды, которые считаются символами для проверки четности и коды, которые таковыми не считаются. Для более подробной информации смотри "Таблицу кодов ленты" в разделе 3.1 "Коды ленты".

**(Замечание 2)** Любые коды пробелов, которые могут попадаться в разделе начиная с исходного кода EOB до кода адреса или "/" кода, учитываются при проверке четности V.

## 3.7. Списки G кодов



## Функция и назначение

G коды включают шесть списков G кодов 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Один список выбирается при помощи настройки параметра "#1037cmdtyp".

cmdtyp	Список G кодов
3	Список 2
4	Список 3
5	Список 4
6	Список 5
7	Список 6
8	Список 7

Объяснение G-функций дается при использовании списка 3 кодов G.

**(Замечание 1)** Ошибка программирования (P34) возникает, если задана команда G, не включенная в таблицу или списки команд G.

**(Замечание 2)** Выводится аварийный сигнал, если задана команда G без дополнительных параметров.

Таблица списков команд G

Список G команд						Группа	Функция	Раздел
2	3	4	5	6	7			
$\Delta$ G00	$\Delta$ G00	$\Delta$ G00	$\Delta$ G00	$\Delta$ G00	$\Delta$ G00	01	Позиционирование	6.1
$\Delta$ G01	$\Delta$ G01	$\Delta$ G01	$\Delta$ G01	$\Delta$ G01	$\Delta$ G01	01	Линейная интерполяция	6.2
G02	G02	G02	G02	G02	G02	01	Круговая интерполяция CW	6.3, 6.4
G03	G03	G03	G03	G03	G03	01	Круговая интерполяция CCW	6.3, 6.4
G02.3	G02.3	G02.3	G02.3	G02.3	G02.3	01	Экспоненциальная интерполяция CW	6.11
G03.3	G03.3	G03.3	G03.3	G03.3	G03.3	01	Экспоненциальная интерполяция CCW	6.11
G04	G04	G04	G04	G04	G04	00	Выдержка времени	8.1
				G07.1 G107	G07.1 G107	19	Цилиндрическая интерполяция	6.9
G09	G09	G09	G09	G09	G09	00	Контроль точного останова	7.9
G10	G10	G10	G10	G10	G10	00	Программный ввод параметров/ смещений инструмента/детали	12.5, 13.15
G11	G11	G11	G11	G11	G11	00	Отмена режима программного ввода параметров/смещений инструмента/ детали	12.5, 13.15
				G12.1 G112	G12.1 G112	19	Интерполяция полярных координат включена	6.10
				G13.1 G113	G13.1 G113	19	Отмена интерполяции полярных координат	6.10
G12.1	G12.1	G12.1	G12.1			19	Фрезерная интерполяция включена	6.8
*G13.1	*G13.1	*G13.1	*G13.1			19	Отмена фрезерной интерполяции	6.8
*G14	*G14	*G14	*G14			18	• Сбалансированная обработка выключение	13.18
G15	G15	G15	G15			18	• Сбалансированная обработка включение	13.18

Список G кодов						Группа	Функция	Раздел
2	3	4	5	6	7			
G16	G16	G16	G16			02	Выбор плоскости фрезерной интерполяции Y-Z цилиндрическая плоскость	6.8.3
ΔG17	ΔG17	ΔG17	ΔG17	ΔG17	ΔG17	02	Выбор плоскости X-Y	6.5
ΔG18	ΔG18	ΔG18	ΔG18	ΔG18	ΔG18	02	Выбор плоскости Z-X	6.5
ΔG19	ΔG19	ΔG19	ΔG19	ΔG19	ΔG19	02	Выбор плоскости Y-Z	6.5
ΔG20	ΔG20	ΔG20	ΔG20	ΔG20	ΔG20	06	Дюймовое задание величин	5.3
ΔG21	ΔG21	ΔG21	ΔG21	ΔG21	ΔG21	06	Метрическое задание величин	5.3
G22	G22	G22	G22			04	Задание контроля запретных зон	15.1
*G23	*G23	*G23	*G23			04	Отмена контроля запретных зон	15.1
				G22	G22	00	Программное ограничение ВКЛ	15.2
				G23	G23	00	Программное ограничение ВЫКЛ	15.2
G27	G27	G27	G27	G27	G27	00	Проверка выхода в исходную точку	14.9
G28	G28	G28	G28	G28	G28	00	Автоматический выход в исходную точку	14.7
G29	G29	G29	G29	G29	G29	00	Возврат из исходной точки	14.7
G30	G30	G30	G30	G30	G30	00	Выход во 2-ую, 3-ю и 4-ю исходную точку	14.8
G30.1	G30.1	G30.1	G30.1	G30.1	G30.1	00	Выход в позицию смены инструмента 1	13.17
G30.2	G30.2	G30.2	G30.2			00	Выход в позицию смены инструмента 2	13.17
G30.3	G30.3	G30.3	G30.3			00	Выход в позицию смены инструмента 3	13.17
G30.4	G30.4	G30.4	G30.4			00	Выход в позицию смены инструмента 4	13.17
G30.5	G30.5	G30.5	G30.5			00	Выход в позицию смены инструмента 5	13.17
G31	G31	G31	G31	G31	G31	00	Функция измерения/Комбинационная функция измерения 2	16.2 16.4
G31.1	G31.1	G31.1	G31.1	G31.1	G31.1	00	Комбинационная функция измерения 1-1	16.3
G31.2	G31.2	G31.2	G31.2	G31.2	G31.2	00	Комбинационная функция измерения 1-2	16.3
G31.3	G31.3	G31.3	G31.3	G31.3	G31.3	00	Комбинационная функция измерения 1-3	16.3
G32	G33	G32	G33	G32	G33	01	Нарезание резьбы	6.6.1 6.6.2
G34	G34	G34	G34	G34	G34	01	Нарезание резьбы с переменным шагом	6.6.4
G35	G35	G35	G35	G35	G35	01	Нарезание круговой резьбы CW	6.6.5
G36	G36	G36	G36	G36	G36	01	Нарезание круговой резьбы CCW	6.6.5
G37	G37	G36/G37	G36/G37	G36/G37 G37.1 G37.2	G36/G37 G37.1 G37.2	00	Автоматическое измерение длины инструмента	16.1
*G40	*G40	*G40	*G40	*G40	*G40	07	Отмена коррекции на радиус резца	12.4
G41	G41	G41	G41	G41	G41	07	Коррекция радиуса резца (левая)	12.4
G42	G42	G42	G42	G42	G42	07	Коррекция радиуса резца (правая)	12.4
G46	G46	G46	G46	G46	G46	07	Коррекция радиуса резца (автоматический выбор направления) ВКЛ	12.4

Список G кодов						Группа	Функция	Раздел
2	3	4	5	6	7			
G43.1	G43.1	G43.1	G43.1	G43.1	G43.1	20	Режим управления первым шпинделем	10.11.2
G44.1	G44.1	G44.1	G44.1	G44.1	G44.1	20	Режим управления выбранным шпинделем	10.11.2
G47.1	G47.1	G47.1	G47.1	G47.1	G47.1	20	Режим одновременного управления всеми шпинделями	10.11.2
G50	G92	G50	G92	G50	G92	00	Задание системы координат/ Задание предельной скорости шпинделя	10.5 14.6
*G50.2	*G50.2	*G50.2	*G50.2			11	Отмена масштабирования	
G51.2	G51.2	G51.2	G51.2			11	Включение масштабирования	
				G50.2 G250	G50.2 G250	00	Отмена режима полигональной обработки (синхронизация оси шпиндель-резец)	10.9
				G51.2 G251	G51.2 G251	00	Режим полигональной обработки включен (синхронизация оси шпиндель-резец)	10.9
G52	G52	G52	G52	G52	G52	00	Задание местной системы координат	14.11
G53	G53	G53	G53	G53	G53	00	Выбор системы координат станка	14.5
*G54	*G54	*G54	*G54	*G54	*G54	12	Выбор системы координат детали 1	14.10
G55	G55	G55	G55	G55	G55	12	Выбор системы координат детали 2	14.10
G56	G56	G56	G56	G56	G56	12	Выбор системы координат детали 3	14.10
G57	G57	G57	G57	G57	G57	12	Выбор системы координат детали 4	14.10
G58	G58	G58	G58	G58	G58	12	Выбор системы координат детали 5	14.10
G59	G59	G59	G59	G59	G59	12	Выбор системы координат детали 6	14.10
G54.1	G54.1	G54.1	G54.1	G54.1	G54.1	12	48 дополнительных систем координат детали	14.10
G61	G61	G61	G61	G61	G61	13	Режим проверки точного останова	7.10
G62	G62	G62	G62	G62	G62	13	Автоматическая коррекция подачи на углах	7.12
G63	G63	G63	G63	G63	G63	13/19	Режим нарезания резьбы метчиком	7.13
*G64	*G64	*G64	*G64	*G64	*G64	13/19	Режим обработки (контурный режим)	7.14
G65	G65	G65	G65	G65	G65	00	Вызов макроса пользователя	13.9.1
G66	G66	G66	G66	G66	G66	14	Модальный вызов макроса пользователя А	13.9.1
G66.1	G66.1	G66.1	G66.1	G66.1	G66.1	14	Модальный вызов макроса пользователя В	13.9.1
*G67	*G67	*G67	*G67	*G67	*G67	14	Отмена модального вызова макроса пользователя	13.9.1
G68	G68	G68	G68			15	Задание зеркальности для ведомого инструмента	13.10
G69	G69	G69	G69			15	Отмена задания зеркальности для ведомого инструмента	13.10
				G68	G68	15	Задание зеркальности для ведомого инструмента или задание режима сбалансированной обработки	13.10
				*G69	*G69	15	Отмена задания зеркальности для ведомого инструмента или отмена режима сбалансированной обработки	13.10
G70	G70	G70	G70	G70	G70	09	Цикл чистовой обработки	13.3.4
G71	G71	G71	G71	G71	G71	09	Цикл черновой продольной обработки	13.3.1
G72	G72	G72	G72	G72	G72	09	Цикл черновой поперечной обработки	13.3.2
G73	G73	G73	G73	G73	G73	09	Цикл черновой обработки с формообразованием	13.3.3
G74	G74	G74	G74	G74	G74	09	Цикл торцевой подрезки	13.3.5
G75	G75	G75	G75	G75	G75	09	Цикл продольной подрезки	13.3.6
G76	G76	G76	G76	G76	G76	09	Цикл нарезания комбинированной резьбы	13.3.7

### 3.7. Списки G кодов

Список G кодов						Группа	Функция	Раздел
2	3	4	5	6	7			
G76.1	G76.1	G76.1	G76.1	G76.1	G76.1	09	• Двухсистемный синхронный цикл нарезания резьбы (1)	13.20.2
G76.2	G76.2	G76.2	G76.2	G76.2	G76.2	09	• Двухсистемный синхронный цикл нарезания резьбы (2)	13.20.3
G90	G77	G90	G77	G90	G77	09	Постоянный цикл продольного точения	13.1.1
G92	G78	G92	G78	G92	G78	09	Постоянный цикл нарезания резьбы	13.1.2
G94	G79	G94	G79	G94	G79	09	Постоянный цикл торцевого точения	13.1.3
								13.5
*G80	*G80	*G80	*G80	*G80	*G80	09	Отмена постоянного цикла сверления	13.5.5 13.6
G81	G81	G81	G81	G81	G81	09	Постоянный цикл (сверление/наметка точек сверлом)	13.6
G82	G82	G82	G82	G82	G82	09	Постоянный цикл (сверление/расточка)	13.6
G79	G83.2	G79	G83.2	G79	G83.2	09	Цикл глубокого сверления 2	13.5.4
G83	G83	G83	G83	G83	G83	09	Цикл глубокого сверления (ось Z)/ Цикл глубокого сверления малого диаметра	13.5 13.5.1
G83.1	G83.1	G83.1	G83.1	G83.1	G83.1	09	Цикл глубокого сверления (без вывода сверла из металла)	13.6
G84	G84	G84	G84	G84	G84	09	Цикл нарезания резьбы метчиком (ось Z)	13.5 13.5.2
G85	G85	G85	G85	G85	G85	09	Цикл расточки (ось Z)	13.5 13.5.3
G87	G87	G87	G87	G87	G87	09	Цикл глубокого сверления (ось X)	13.5 13.5.1
G88	G88	G88	G88	G88	G88	09	Цикл нарезания резьбы метчиком (ось X)	13.5 13.5.2
G89	G89	G89	G89	G89	G89	09	Цикл расточки (ось X)	13.5 13.5.3
G84.1	G84.1	G84.1	G84.1	G84.1	G84.1	09	Цикл нарезания резьбы метчиком (реверсирование метчика) (ось Z)	13.5.2
G84.2	G84.2	G84.2	G84.2	G84.2	G84.2			13.6
G88.1	G88.1	G88.1	G88.1	G88.1	G88.1	09	Цикл нарезания резьбы метчиком (реверсирование метчика) (ось X)	13.5.2
G50.3	G92.1	G50.3	G92.1	G50.3	G92.1	00	Установка координат детали	14.12
ΔG96	ΔG96	ΔG96	ΔG96	ΔG96	ΔG96	17	Постоянство скорости резания ВКЛ	10.4
ΔG97	ΔG97	ΔG97	ΔG97	ΔG97	ΔG97	17	Постоянство скорости резания ВЫКЛ	10.4
ΔG98	ΔG94	ΔG98	ΔG94	ΔG98	ΔG94	05	Асинхронная подача (минутная подача)	7.4
ΔG99	ΔG95	ΔG99	ΔG95	ΔG99	ΔG95	05	Синхронная подача (подача на оборот)	7.4
-	ΔG90	-	ΔG90	-	ΔG90	03	Абсолютное задание перемещений	5.1
-	ΔG91	-	ΔG91	-	ΔG91	03	Инкрементное задание перемещений	5.1
-	*G98	-	*G98	-	*G98	10	Завершение постоянного цикла в исходной точке	13.6 13.6.1
-	G99	-	G99	-	G99	10	Завершение постоянного цикла в точке R	13.6.1

Список G кодов						Группа	Функция	Раздел
2	3	4	5	6	7			
G113	G113	G113	G113			00	Отмена режима полигонной обработки (отмена режима синхронизации шпиндель/шпиндель)	10.8
G114.1	G114.1	G114.1	G114.1			00	Синхронизация шпинделей	10.7.1
G114.2	G114.2	G114.2	G114.2			00	Режим полигонной обработки (синхронизация шпиндель-шпиндель) ВКЛ	10.8
G115	G115	G115	G115	G115	G115	00	• Указание начальной точки синхронизации тип 1	13.19.2
G116	G116	G116	G116	G116	G116	00	• Указание начальной точки синхронизации тип 2	13.19.3
G117	G117	G117	G117	G117	G117	00	• Вывод вспомогательных функций во время перемещения осей	

**(Замечание 1)** Символ (\*) указывает на G-команду в каждой группе, которая выбирается, когда включилось питание или произошёл сброс, при инициализации модального режима.

**(Замечание 2)** Символ (Δ) указывает на G-команду, для которого возможен выбор параметров для инициализации модального режима при включении электропитания или после выполнения сброса. Учтите, что выбор перевода дюйм/метр возможен только после включения электропитания.

**(Замечание 3)** Символ (•) указывает на мультисистемную функцию.

**(Замечание 4)** Если в команде заданы два или более G-команд из одной группы, то последний G-команд будет действителен.

**(Замечание 5)** Данный список кодов G является списком стандартных G-команд. В зависимости от станка, могут присутствовать перемещения осей, отличные от стандартных, когда они вызываются макрофункцией G-команд. Обратитесь к руководству по эксплуатации от производителя станка.

**(Замечание 6)** Инициализация будет отличаться для каждой разновидности сброса.

- (1) "Сброс 1"  
Инициализация производится при включении параметра инициализации сброса (#1151 rstinit).
- (2) "Сброс 2" и "Сброс и перемотка"  
Инициализация производится при выдаче сигнала.
- (3) Сброс по кнопке аварийного стопа  
Аналогичен "Сбросу 1".
- (4) При выполнении автоматического сброса в начале отдельных функций, таких как возврат в исходную позицию.  
Аналогичен "Сбросу и перемотке".

(Замечание 7) Меры предосторожности для списков 6 и 7 кодов G.

(1) G68 и G69

Когда обе функции, задания зеркальности ведомого инструмента и режима сбалансированной резки, действительны, то G68 и G69 будут восприняты как команды, соответственно, задания и отмены зеркальности ведомого инструмента.

(Задание зеркальности ведомого инструмента имеет приоритет).

(2) G36

G36 выполняет для две функции, автоматическое измерение длины резца и нарезание круговой резьбы (CCW). Выполняемая функция определяется значением параметра "#1238 set10/bit0" (нарезание круговой резьбы).

Если для "#1238 set10/bit0" задано значение 0

G код	Функция
G35	Нарезание круговой резьбы по часовой стрелке (CW)
G36	Автоматическое измерение длины резца X
G37	Автоматическое измерение длины резца Z

Если для "#1238 set10/bit0" задано значение 1

G код	Функция
G35	Нарезание круговой резьбы по часовой стрелке (CW)
G36	Нарезание круговой резьбы против часовой стрелки (CW)
G37	Автоматическое измерение длины резца Z



## ВНИМАНИЕ



Команды «без чисел после G» будут восприняты как «G00».

#### 3.8. Меры предосторожности перед началом обработки



#### Меры предосторожности



### ВНИМАНИЕ



При создании программы обработки выбирайте подходящие условия обработки, и убедитесь, что не превышены значения производительности, ёмкости и предельные параметры станка и системы ЧПУ. Примеры не учитывают условий обработки.



Перед непосредственным началом обработки следует всегда выполнить холостой прогон для проверки программы обработки, уровня смещения резца и детали, и т.д.

## 4. Буферный регистр

## 4.1. Входной буфер

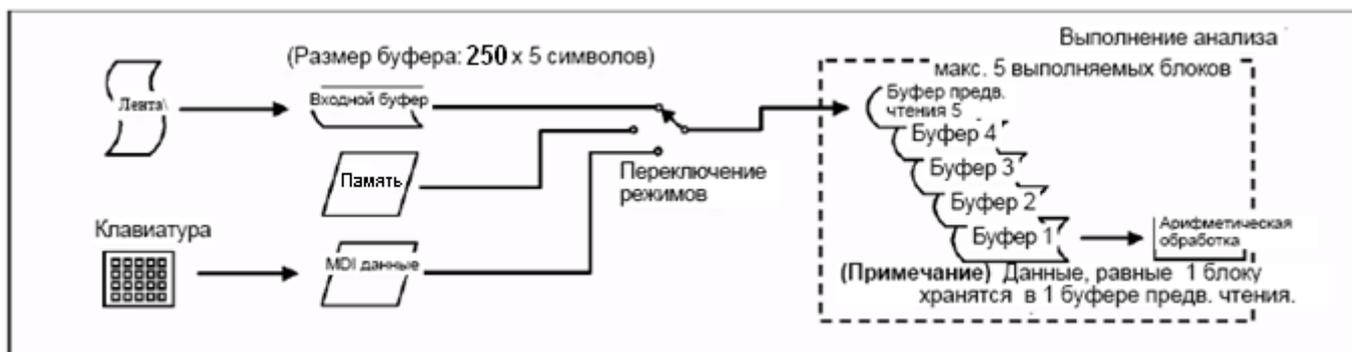


## Функция и назначение

Если буфер предварительного чтения является пустым во время работы ленты или RS-232C, данные входного буфера немедленно переносятся в буфер предварительного чтения, и, при условии, что содержащиеся во входном буфере данные не превышают предела в  $250 \times 4$  кодовых символов, следующие данные (макс. 250 кодовых символов) считываются и загружаются во входной буфер.

Данный буфер предназначен для предотвращения операционных задержек, причиной которых является время считывания считывающего устройства ленты, а также для плавного перехода от кадра к кадру.

Однако эффект предварительного чтения утрачивается, если время выполнения кадра короче времени считывания ленты для следующего кадра.



Объем входного буфера составляет  $250 \times 5$  кодовых символов (включая код EOB).

- (1) Содержание входного буферного регистра обновляется кадрами по 250 символов.
- (2) Только значимые коды из раздела значимых данных считываются во входной буфер.
- (3) Данные между символами "(" и ")" (включая сами символы "(" и ")") считываются во входной буфер. Даже если функция опционального пропуска кадра включена, данные начиная с кода "/" (косая черта) вплоть до кода EOB считываются во входной буфер.
- (4) При сбросе происходит удаление данных из входного буфера.

**(Замечание 1)** Объем входного буфера (250 символов) варьируется в зависимости от модели.

#### 4.2. Буферы предварительного чтения



##### Функция и назначение

При автоматической обработке, как правило, предварительно считывается содержание 1 кадра, что обеспечивает непрерывное выполнение программы. Однако при коррекции на радиус вершины резца предварительно считываются максимум 5 кадров для расчета точки пересечения включая контроль зарезов детали.

Характеристики данных в рамках 1 кадра являются следующими:

- (1) Данные 1 кадра сохраняются в данном буфере.
- (2) Только значимые коды из раздела значимых данных считываются в буфер предварительного чтения.
- (3) Данные между символами "(" и ")" не считываются в буфер предварительного чтения. Если функция опционального пропуска кадра включена, данные начиная с кода "/" (косая черта) вплоть до кода ЕОВ не считываются в буфер предварительного чтения.
- (4) При сбросе происходит удаление данных из буфера предварительного чтения.
- (5) Если задается покадровый режим при выполнении программы, буфер предварительного чтения загружает данные следующего кадра и затем производит останов программы.



##### Меры предосторожности

- (1) В зависимости от того, выполняется ли программа в непрерывном или покадровом режиме, реакция на внешние сигналы управления для функции опционального пропуска кадра и других функций будет разной.
- (2) Если внешний сигнал управления, например, опциональный пропуск кадра, задается или снимается при помощи команды М, то это воздействие не будет иметь влияния на информацию уже считанную в буферный регистр.
- (3) Если согласно внешней команде М предварительное считывание запрещено, то перерасчет производится следующим образом:  
Команда М распознается устройством PLC, после чего выдается "запрос на перерасчет" в интерфейсе PLC - NC.  
(Если активирован "запрос на перерасчет", то производится повторная обработка предварительно считанной программы.)

5. Позиционные команды

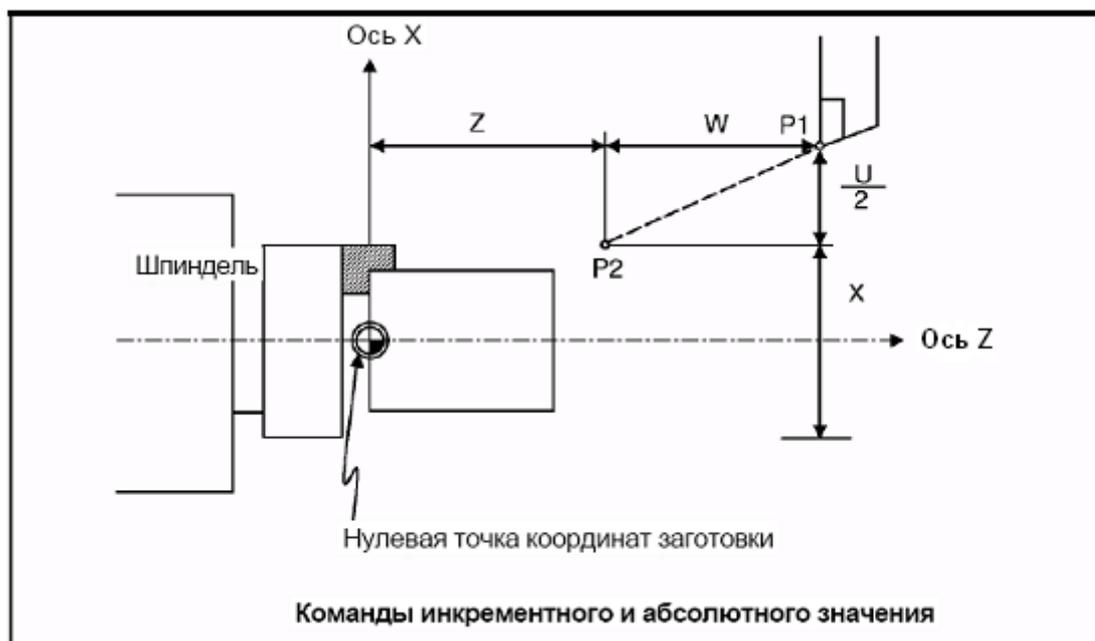
5.1. Команды инкрементного/абсолютного значения



Функция и назначение

Существует два способа задания величины перемещения инструмента: задание инкрементного значения и задание абсолютного значения.

Инкрементный метод задает расстояние от точки последнего подвода до точки, в которую требуется переместиться. Абсолютный метод задает координаты точки, к которой нужно переместиться, в системе координат. На следующем рисунке показано, что происходит при перемещении резца из точки P1 в точку P2.



Команды инкрементного значения и команды абсолютного значения для оси X и оси Z распознаются по адресу, если параметр "#1076 AbsInc" установлен в 1, и распознаются по G-функциям (G90/ G91), если параметр установлен в 0. Аналогичным способом для дополнительных осей (ось C или ось Y): они разделяются по адресу или G-функциям.

		Система команд	Замечания
Абсолютное значение	Ось X	Адрес X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Установите соответствия между адресами и осями в параметрах "#1013 axname" и "#1014 incax".</li> </ul>
	Ось Z	Адрес Z	
	Ось C/Y	Адрес C/Y	
Инкрементное значение	Ось X	Адрес U	<ul style="list-style-type: none"> <li>Абсолютные и инкрементные значения могут вместе использоваться в одном и том же кадре.</li> </ul>
	Ось Z	Адрес W	
	Ось C/Y	Адрес H/V	

(Пример)

X \_\_\_\_\_ W \_\_\_\_\_ ;

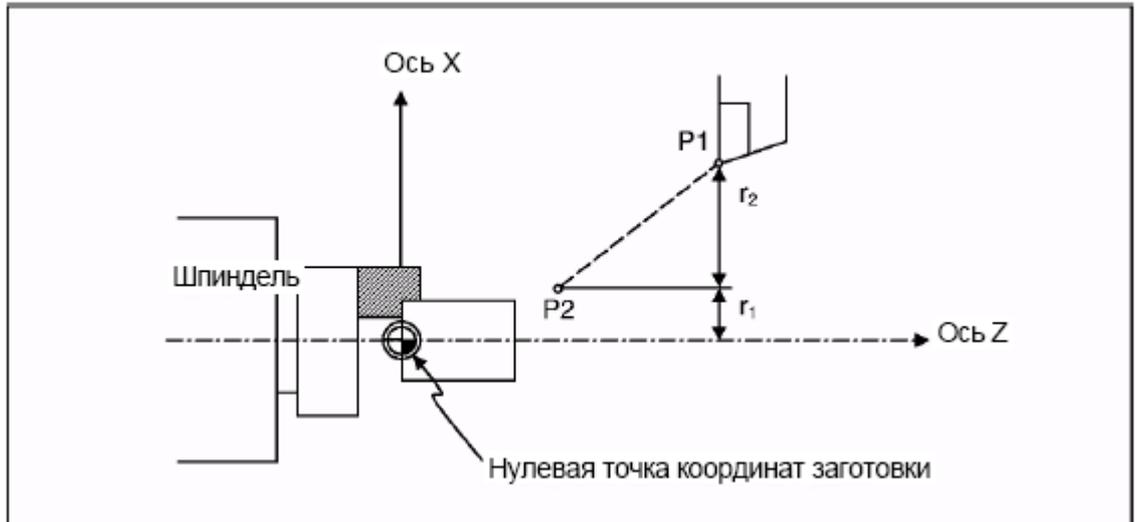
Команда инкрементного значения для оси Z  
 Команда абсолютного значения для оси X

**(Примечание 1)** Если значение параметра "#1076 AbsInc" равно 1, а H используется для адреса инкрементной команды, то символ H в командах M98, G114.2, и G10 L50 будет рассматриваться как параметр этих команд. Перемещение оси при этом не произойдет.

## 5.2. Задание радиуса/диаметра

Поперечные сечения деталей, обрабатываемых на токарном станке, имеют форму круга, для задания команд перемещения в направлении оси X могут использоваться значения диаметра или радиуса. Задание перемещения в радиусах вызывает перемещение инструмента на величину задания. Задание перемещения в диаметрах вызывает перемещение инструмента в направлении оси X на величину, равную половине задания, а в направлении оси Z на величину задания.

Система позволяет задавать перемещения в диаметрах или в радиусах в зависимости от установки параметра CNC (#1019 dia). Рисунок ниже демонстрирует выполнение команд при перемещении инструмента из точки P1 в точку P2.



команда X		команда U		Примечания
Радиус	Диаметр	Радиус	Диаметр	
$X = r_1$	$X = 2r_1$	$U = r_2$	$U = 2r_2$	Если выбрано задание в диаметрах, команда U отработает задание в радиусах при соответствующем значении параметра "#1077 radius".

Команды радиуса и диаметра



## Меры предосторожности

- (1) В указанном выше примере резец перемещается от P1 к P2 по оси X в направлении «минус», так что при задании команды инкрементного значения к величине задания добавляется знак минуса.
- (2) В данном руководстве, для удобства, при использовании диаметрального задания используются как оси X, так и оси U.

## 5.3. Преобразование дюйм/метр; G20, G21

**Функция и назначение**

Единицы измерения задаваемых величин в командах могут быть изменены с дюймовых на метрические единицы при помощи команды G20/G21.

**Формат команды**

**G20/G21;**

G20 Дюймовое задание

G21 Метрическое задание

**Детальное описание**

Команды G20 и G21 отвечают только за выбор единиц задания. Они не отвечают за выбор единиц минимального перемещения (дискретности перемещения). Выбор G20 и G21 имеет значение только для линейных осей и не имеет значения для осей вращения.

**Единица вывода, командная единица и единица установки**

Единицы измерения значений, отображаемых на дисплее пульта определяются параметром "#1041 I\_inch».

Для команд скорости/перемещения результатом будет следующее:

Задание скорости/перемещения будет отображаться в метрической системе, когда "#1041 I\_inch" установлен в «1» во время обработки функции G21.

Метрические единицы задания скорости/перемещения будут преобразованы в дюймы и отображены на дисплее, если "#1041 I\_inch" установлен в «0» при выполнении функции G20. После включения питания и сброса выбор единиц задания определяется комбинацией параметров "#1041 I\_inch", "#1151 rstint" и "#1210 RstGmd/bit5".

**Ось ЧПУ**

Единица	Изначально дюйм ВЫКЛ (внутр. единицы метрич.) #1041 I_inch=0		Изначально дюйм ВКЛ (внутр. единицы дюйм.) #1041 I_inch=1	
	G21	G20	G21	G20
Задание скорости/перемещения	метрическая	дюймовая	метрическая	дюймовая
Отображение координаты	метрическая	метрическая	дюймовая	дюймовая
Отображение скорости	метрическая	метрическая	дюймовая	дюймовая
Установка/отображение параметров пользователя	метрическая	метрическая	дюймовая	дюймовая
Установка/отображение смещения детали/инструмента	метрическая	метрическая	дюймовая	дюймовая
Команда ручной подачи	метрическая	метрическая	дюймовая	дюймовая

**Ось ПЛК**

Единица	#1042 pcinch=0 (метрическая)	#1042 pcinch=1 (дюймовая)
Задание скорости/перемещения	метрическая	дюймовая
Отображение координаты	метрическая	дюймовая
Установка/отображение параметров пользователя	метрическая	дюймовая



#### Меры предосторожности

- (1) Данные инструментов и значения параметров будут вводиться/выводиться в соответствии с установленными в "#1041 I\_inch" единицами измерения. При отсутствии параметра "#1041 I\_inch" единицы измерения будут соответствовать используемым в данный момент в ЧПУ.
- (2) Единицы чтения/записи, используемые в окне ПЛК, жёстко установлены как метрические, вне зависимости от параметров или режима функции G20/G21.
- (3) Ошибка программирования (P33) возникнет, если функция G20/G21 вызвана в одном и том же кадре со следующими G-функциями. Задайте функцию в отдельном кадре.
  - G7.1 (Цилиндрическая интерполяция)
  - G12.1 (Интерполяция полярных координат)

## 5.4. Применение десятичной точки



## Функция и назначение

Описываются варианты применения десятичной точки. Десятичная точка ставится в метрических или дюймовых величинах перемещения, расстояния, скорости и т.д. Параметр "#1078 Descrt2" определяет, при какой цифре не нужно ставить десятичную точку (тип I или тип II).



## Детальное описание

- (1) Десятичная точка используется для расстояний, углов, времени и скоростей в программе обработки.
- (2) Смотри таблицу на странице "Используемые адреса и возможность применения десятичной точки" для получения подробной информации по адресам, в которых применяется десятичная точка.
- (3) В команде с десятичной точкой допустимый диапазон задаваемых значений приведен ниже (для значения параметра #1015 cunit=10).

	Команда перемещения (линейная)	Команда перемещения (вращающаяся)	Скорость подачи	Выдержка времени
Единицы задания [мм]	-99999.999 ÷ 99999.999	-99999.999 ÷ 99999.999	0.001 ÷ 1000000.000	0 ÷ 99999.999
Единицы задания [дюйм]	-9999.9999 ÷ 9999.9999		0.0001 ÷ 1000000.0000	

- (4) Десятичная точка применяется также для команд, задающих переменные данные, используемые в подпрограммах.
- (5) Числа с десятичной точкой используемые с адресами не позволяющие ее применение, будут обрабатываться только как целые числа, при этом цифры, находящиеся за десятичной точкой, игнорируются. В адресах D, H, L, M, N, O, P, S и T десятичная точка не используется. Все переменные рассматриваются как данные с десятичными точками.



## Меры предосторожности

- (1) Если вставлен арифметический оператор, данные обрабатываются как данные с десятичной точкой.  
(Пример 1) G00 X123+0;  
Это команда перемещения оси X на 123 мм. Она не будет равна 123 мкм.



## Пример программы

(1) Пример программы с адресами с десятичной точкой

Пример программы \ Характеристики	Команда десятичной точки 1		Команда десятичной точки 2 При 1 = 1 мм
	При 1 = 1 мкм	При 1 = 10 мкм	
G0 X123.45 (все десятичные точки - мм)	X123.450 мм	X123.450 мм	X123.450 мм
G0 X12345	X12.345 мм (вес последней цифры 1 мкм)	X123.450 мм	X12345.000 мм
#111 = 123, #112 = 5.55 X#111 Z#112	X123.000 мм, Z5.550 мм	X123.000 мм, Z5.550 мм	X123.000 мм, Z5.550 мм
#113 = #111 + #112 (сложение)	#113 = 128.550	#113 = 128.550	#113 = 128.550
#114 = #111 - #112 (вычитание)	#114 = 117.450	#114 = 117.450	#114 = 117.450
#115 = #111 * #112 (умножение)	#115 = 682.650	#115 = 682.650	#115 = 682.650
#116 = #111/#112 #117 = #112/#111 (деление)	#116 = 22.162, #117 = 0.045	#116 = 22.162, #117 = 0.045	#116 = 22.162, #117 = 0.045



## Ввод десятичной точки I, II и достоверность команды десятичной точки

В приведенной на следующей странице таблице ввод десятичной точки типа I и типа II приводит к разным результатам для команд, в которых десятичная точка не используется. Ввод десятичной точки типа I и типа II имеет одинаковый эффект для команд, использующих десятичную точку.

## (1) Ввод десятичной точки типа I

Цифра в самом младшем разряде командных данных соответствует единице задания.

(Пример) Если задано "X1" в системе 1μм, результат получится тот же, что и от команды "X0.001"

## (2) Ввод десятичной точки типа II

Цифра в самом младшем разряде командных данных соответствует единице задания.

(Пример) Если задано "X1" в системе 1μм, результат получится тот же, что и от команды "X1.".

## 5. Позиционные команды

### 5.4. Ввод десятичной точки

#### Используемые адреса и возможность применения десятичной точки

Адрес	Десятичная точка	Применение	Примечания
A	Да	Координаты позиции	
	Нет	2-й тип вспомогательной функции	
	Да	Угловые данные	
	Нет	№ программы MRC	
	Нет	Ввод параметра программой, № оси.	
	Да	Цикл глубокого сверления (2), Безопасная дистанция	
	Да	Постоянная времени ускорения/замедления синхронного шпинделя	
B	Да	Координаты позиции	
	Нет	2-й тип вспомогательной функции	
C	Да	Координаты позиции	
	Нет	2-й тип вспомогательной функции	
	Да	Величина обхода угла	,C
	Да	Программный ввод смещения инструмента Величина компенсации радиуса вершины резца (инкрементная)	
	Да	Ширина снятия фасок (цикл продольной резки)	
D	Да	Автоматическое измерение длины инструмента, диапазон замедления d	
	Нет	Ввод программного параметра, байтовые данные	
	Нет	Номер синхронного шпинделя при синхронизации шпинделей	
E	Да	Дюймовая резьба Точный шаг резьбы	
	Да	Скорость подачи при обработке углов	
F	Да	Скорость подачи	
	Да	Шаг резьбы	
G	Да	Подготовительная функция	
H	Да	Координаты позиции	
	Нет	Номера последовательностей в подпрограммах	
	Нет	Ввод программного параметра, битовые данные	
	Нет	Выбор пересечения линия-дуга (геометрия)	
	Нет	Номер базового шпинделя при синхронизации шпинделей	
I	Да	Координаты центра окружности	
	Да	Компенсация радиуса вершины резца/ векторные компоненты компенсации ра	
	Да	Глубокое сверление (2) Величина первого прохода	
	Да	G0/G1 диапазон «в позиции» Цикл сверления, диапазон «в позиции» G0	,I

Адрес	Десятичная точка	Применение	Примечания
J	Да	Координаты центра окружности	
	Да	Коррекция на радиус вершины резца / векторные компоненты коррекции на радиус	
	Нет	Глубокое сверление (2) Выдержка в точке возврата	
	Нет	Глубокое сверление G1 погрешность «в позиции»	,J
K	Да	Координаты центра окружности	
	Да	Коррекция на радиус вершины резца / векторные компоненты коррекции на радиус	
	Нет	Цикл обработки отверстий Количество повторов	
	Да	Цикл глубокого сверления(2) Величины второго и последующих проходов	
L	Да	Величина увеличения/уменьшения шага резьбы (нарезание резьбы с переменным шагом)	
	Нет	Подпрограмма Количество повторов	
	Нет	Выбор типа программного ввода коррекции резца	L2 L10 L11
	Нет	Ввод программного параметра, выбор	L70
	Нет	Ввод программного параметра, двухсловные данные	4 байта
	Нет	Синхронизация	
M	Нет	Данные жизни инструмента	
	Нет	Вспомогательная функция	
N	Нет	Номер последовательности	
	Нет	Ввод программного параметра, номер данных	
O	Нет	Номера программ	
P	Нет	Выдержка времени	
	Нет	Программные номера вызова подпрограмм.	
	Нет	Номера 2й, 3й и 4й исходных точек	
	Нет	Постоянство скорости резания, номер оси.	
	Нет	Номер последовательности MRC конечной формы	
	Да	Величина смещения/врезания	
	Нет	Цикл нарезания смешанной резьбы, количество проходов, фаска, угол резца	
	Да	Цикл нарезания смешанной резьбы Высота резьбы	
Нет	Номер коррекции при программном вводе коррекции резца		

(Замечание 1) Все десятичные точки действительны в аргументах макросов пользователя

## 5. Позиционные команды

Адрес	Команда десятичной точки	Применение	Примечания	
P	Нет	Ввод программного параметра, № раздела		
	Да	Координаты позиции		
	Нет	Команда сигнала пропуска		
	Да	Координаты центра дуги (абсолютное значение) (геометрия)		
	Нет	№ последовательности для возврата из подпрограммы		
	Нет	Номер системы координат детали (расширенные)		
	Нет	№ группы данных жизни инструмента		
Q	Нет	Минимальная фиксированная скорость вращения шпинделя		
	Нет	№ конца последовательности конечной формы MRC		
	Да	Цикл подрезки Величина резки/смещения		
	Да	Цикл нарезания смешанной резьбы Минимальная величина резания		
	Да	Цикл нарезания смешанной резьбы Величина первого прохода		
	Да	Цикл глубокого сверления 1 Величина обработки при каждом проходе		
	Нет	Программный ввод коррекции резца № предполагаемой точки вершины резца		
	Нет	Цикл глубокого сверления (2) Выдержка времени в точке обработки		
	Да	Координаты центра дуги (абсолютное значение) (геометрия)		
	Да	Начальный угол нарезания резьбы		
	Нет	Метод управления данными жизни резца		
	R	Да	R-заданный радиус дуги	
		Да	Радиус скругления углов	,R
Да		Автоматическое измерение длины инструмента, диапазон замедления g		
Да		Величина MRC продольного / поперечного отвода		
Нет		MRC номер раздела		
Да		Цикл подрезки, величина возврата		
Да		Цикл подрезки, величина выхода		
Да		Цикл нарезания смешанной резьбы, чистовой допуск		
Да		Цикл нарезания смешанной резьбы / цикл обточки, конусная разность		
Да		Цикл сверления / цикл глубокого сверления (2), расстояние до точки R		

## 5.4. Ввод десятичной точки

Адрес	Команда десятичной точки	Применение	Примечания
R	Да	Программный ввод компенсации резца/ Величина компенсации радиуса резца	
	Да	Координаты позиции	
	Да	Цикл грубого резания (продольный) (торцевой) величина протяжки	
	Да	Переход синхронное/асинхронное нарезание резьбы метчиком	,R
	Да	Величина смещения фазы при синхронизации шпинделей	
	S	Нет	Команды шпинделя
S	Нет	Максимальная фиксированная скорость вращения шпинделя	
	Нет	Управление постоянной скоростью резания, скорость резания	
	Нет	Программный ввод параметра, данные длиной в 1 слово	2 байта
	T	Нет	Команды инструмента
U	Да	Координаты позиции	
	Да	Программный ввод коррекции резца	
	Да	Цикл черновой обработки (продольный) величина прохода	
	Да	Выдержка времени	
V	Да	Координаты позиции	
	Да	Программный ввод коррекции резца	
W	Да	Координаты позиции	
	Да	Программный ввод коррекции резца	
	Да	Цикл черновой обработки (поперечный) величина резания	
X	Да	Координаты позиции	
	Да	Выдержка времени	
	Да	Программный ввод коррекции резца	
Y	Да	Координаты позиции	
	Да	Программный ввод коррекции резца	
Z	Да	Координаты позиции	
	Да	Программный ввод коррекции резца	

(Замечание 1) Все десятичные точки действительны в аргументах макросов пользователя

## 6. Функции интерполяции

### 6.1. позиционирование (быстрый ход); G00



#### Функция и назначение

Эта команда сопровождается значениями координат. Она позиционирует инструмент по линейной или нелинейной траектории от текущей (начальной) точки до конечной точки, координаты которой задаются.



#### Формат команды

<b>G00 X_/U_ Z_/W_ ;</b>	
X, U, Z, W	Значения координат

Адреса команды действительны для всех дополнительных осей.



#### Детальное описание

- (1) После выдачи команды, режим G00 сохраняется, пока не будет отменен другой G-функцией, либо пока не будет отдана команда G01, G02, G03 или G33 из группы 01. Если следующей командой будет G00, то требуется задать только значения координат.
- (2) По команде G00 в начальной точке кадра производится разгон, а в конце кадра – замедление. Переход к следующему кадру выполняется после того, как будет отработано заданное перемещение, и будет отсутствовать ошибка позиционирования. Величина допустимой ошибки позиционирования определяется параметром CNC.
- (3) Любая G команда (G83÷ G89) в группы 9 отменяется (G80) командой G00.
- (4) Передвижение резца вдоль линейной или нелинейной траектории определяется параметром, однако при этом время позиционирования не изменяется.
  - (а) Линейная траектория – это то же самое, что и линейная интерполяция (G01), но скорость ограничена скоростью быстрого хода для каждой оси.
  - (б) Нелинейная траектория – резец позиционируется независимо для каждой оси на скорости быстрого хода.
- (5) Если за G адресом не следует номер, адрес рассматривается как G00.



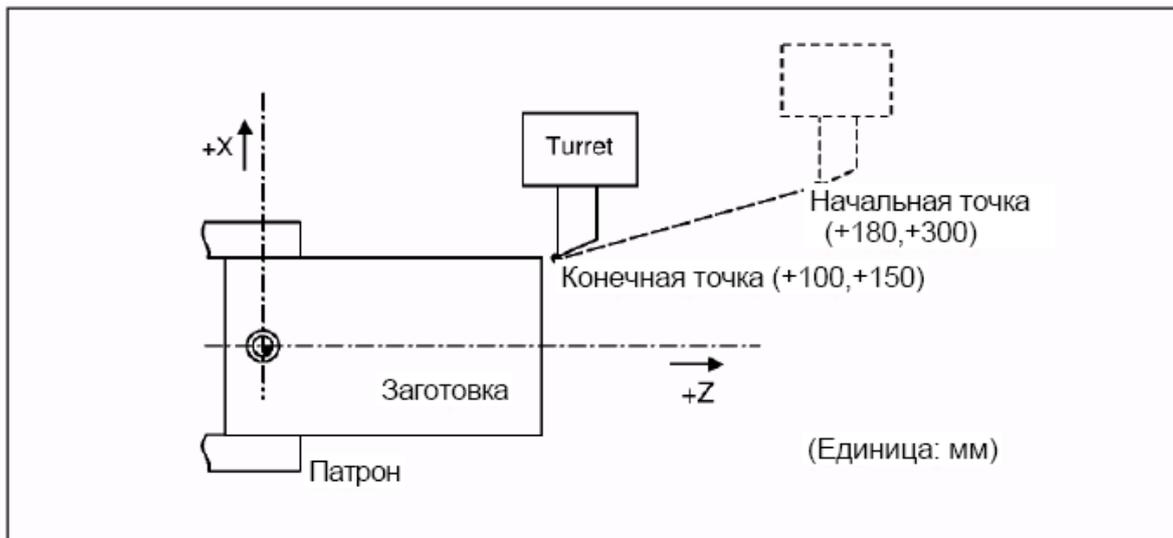
#### **ВНИМАНИЕ**



Команды «без значения после G» будут восприняты как «G00».



## Пример программы



G00 X100000 Z150000 ;	Абсолютное задание
G00 U-80000 W-150000;	Инкрементное задание (С единицей задания 0.001мм)

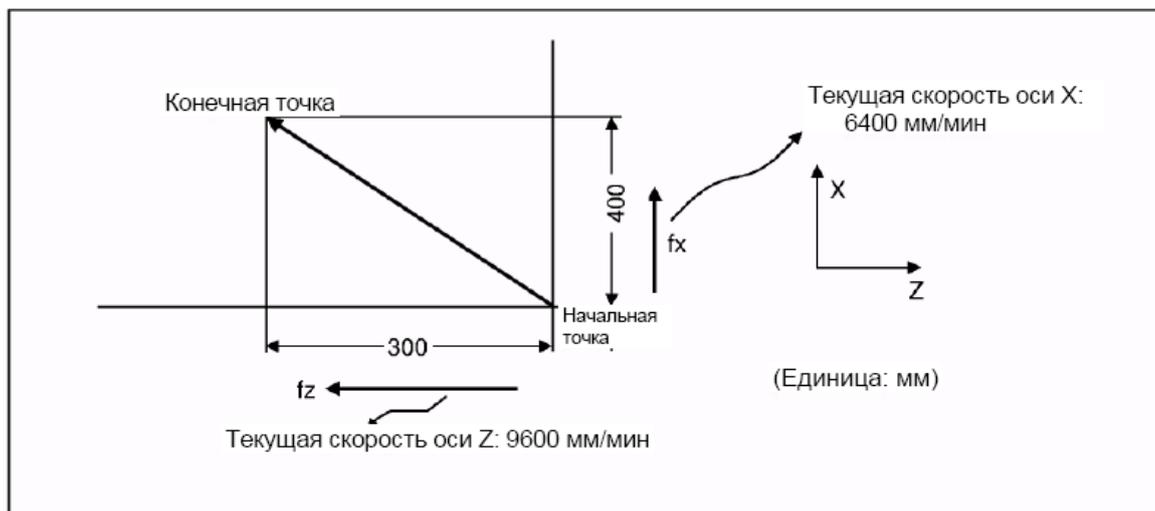


## Меры предосторожности

**(Замечание 1)** Если для параметра "#1086 GOIntp" задано значение 0, траектория, вдоль которой происходит позиционирование резца, будет кратчайшим путем, соединяющим начальную и конечную точки. Скорость позиционирования рассчитывается автоматически, чтобы получить минимальное время перемещения, но чтобы командные скорости для каждой оси не превысили скорость быстрого хода.

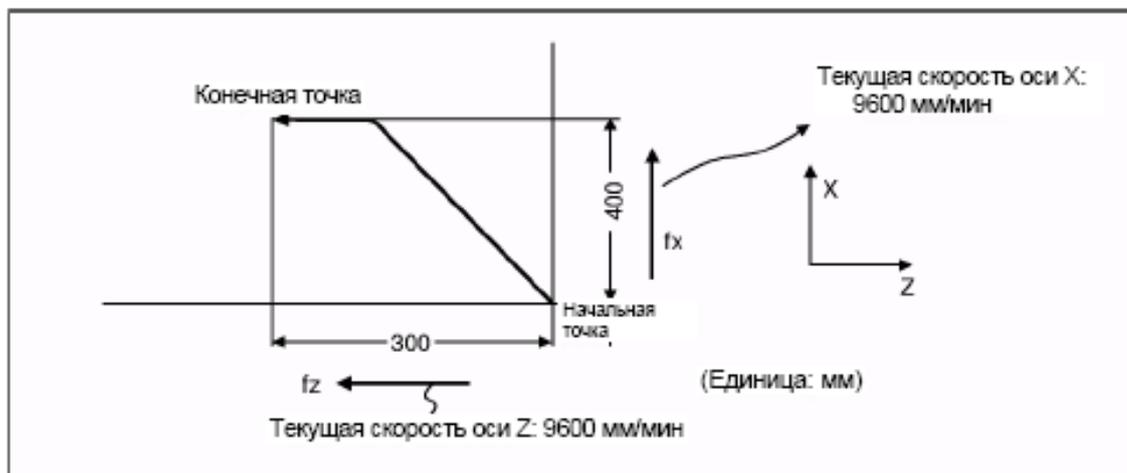
Если, к примеру, скорости быстрого хода для оси X и оси Z составляют 9600мм/мин, резец будет следовать по траектории, указанной на рисунке ниже, если в программе задано следующее:

G00 Z-300000 X400000 ; (С единицей задания 0.001мм)



**(Замечание 2)** Если для параметра "#1086 GOIntp" задано значение 1, резец будет передвигаться по траектории от начальной точки к конечной точке на скорости быстрого хода для каждой оси. Если, к примеру, скорости быстрого хода для оси X и оси Z составляют 9600мм/мин, резец будет следовать по траектории, указанной на рисунке ниже, если в программе задано следующее:

G00 Z - 300000 X400000 ; (Значение единицы ввода 0.001мм)



**(Замечание 3)** Скорость быстрого хода для каждой оси по команде G00 будет определяться характеристиками конкретного станка, поэтому следует обратиться к технической документации станка.

**(Замечание 4)** Контроль замедления быстрого хода (G00)

Существует два метода для проверки замедления быстрого хода; метод командного замедления и метод проверки на достижение диапазона «в позиции»). Метод выбирается параметром "#1193 inpos".

■ Если "inpos" = "1"

После завершения быстрого хода (G00) следующий кадр будет выполнен только после подтверждения, что остаточные расстояния для каждой оси меньше установленных величин. (Смотри «Операции во время проверки на достижение заданной позиции».)

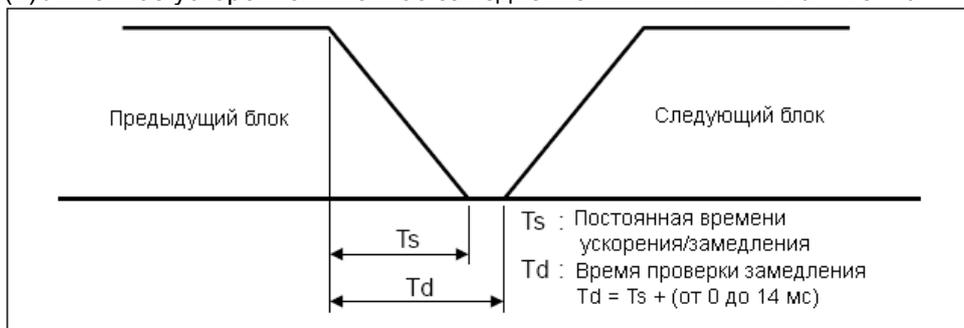
Подтверждение остаточного расстояния должно производиться при помощи диапазона выхода на заданную позицию,  $L_R$ .  $L_R$  является значением настройки сервопараметра "#2224 SV024".

Целью проверки скорости быстрого хода является минимизация времени позиционирования. Чем больше значение сервопараметра "#2224 SV024", тем на большую величину сокращается время, но остаточное расстояние предыдущего кадра в момент начала следующего кадра также увеличивается, и это может создать трудности в реальной обработке. Проверка остаточных расстояний выполняется через определённые интервалы. Соответственно, есть вероятность невозможности получения реальной величины сокращения времени позиционирования при помощи установки значения sv024.

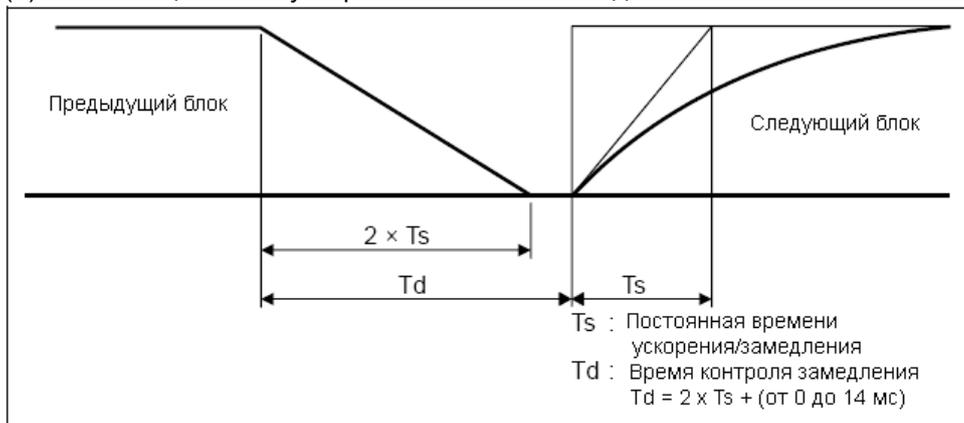
■ Если "inpos" = "0"

После завершения быстрого хода (G00) следующий кадр будет выполнен по истечении контрольного времени замедления ( $T_d$ ). Контрольное время замедления зависит, как показано ниже, от типа ускорения/замедления.

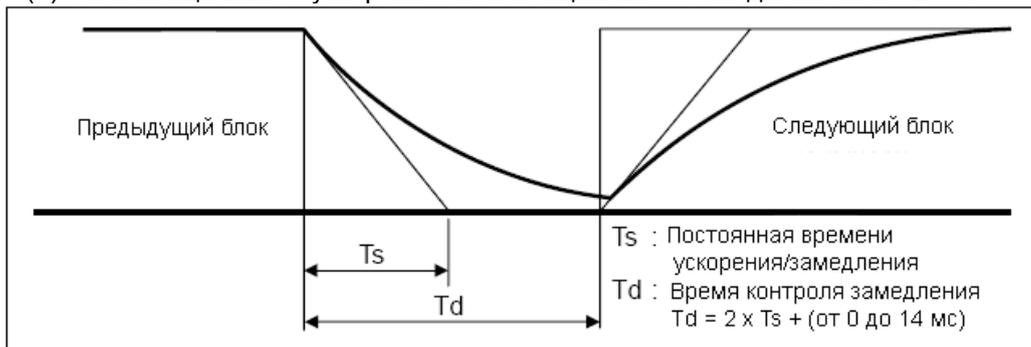
(1) Линейное ускорение/линейное замедление.....  $T_d = T_s + \alpha$



(2) Экспоненциальное ускорение/линейное замедление.....  $T_d = 2 \times T_s + \alpha$



(3) Экспоненциальное ускорение/экспоненциальное замедление..  $T_d = 2 \times T_s + \alpha$



Где  $T_s$  – это постоянная времени ускорения,  $\alpha = 0 \div 14$  мс

Время, необходимое для контроля замедления во время быстрого хода, является наибольшим из контрольных времён замедления быстрого хода каждой оси, определяемых постоянными времени ускорения/замедления быстрого хода и режимом ускорения/замедления быстрого хода одновременно управляемых осей.

## 6. Функции интерполяции

### 6.1. Позиционирование (быстрый ход)



#### Команда позиционирования с программируемым диапазоном выхода в заданную позицию

Команда управляет диапазоном выхода на заданную координату для команды позиционирования программы обработки.

```
G00 X_ Z_ ,I_ ;
```

Диапазон «в позиции»

Значения координат каждой оси для позиционирования



#### Операции, выполняемые во время проверки достижения выбранной позиции

Выполнение следующего кадра начинается после подтверждения того, что величина позиционной ошибки командного кадра позиционирования (быстрый ход: G00) и кадра, который выполняет проверку замедления, с командой линейной интерполяции (G01), меньше диапазона выхода на заданную координату, установленного данной командой. Диапазон «в позиции» в данной команде действителен только в этом командном кадре, поэтому метод проверки замедления, заданный в базовом параметре "#1193 inpos", используется для кадров, которые не имеют команды диапазона выхода на заданную позицию.

В случае движения нескольких осей, система ЧПУ подтверждает, что уровень ошибки позиции каждой оси движения в каждой системе не превышает диапазон выхода на заданную координату, заданный в команде, перед тем, как будет выполнен следующий кадр. Отличия между случаями, когда проверка выхода на заданную координату управляется параметром (базовый параметр "#1193 inpos" установлен в 1; смотри следующую страницу) и с помощью данной команды, показаны ниже.

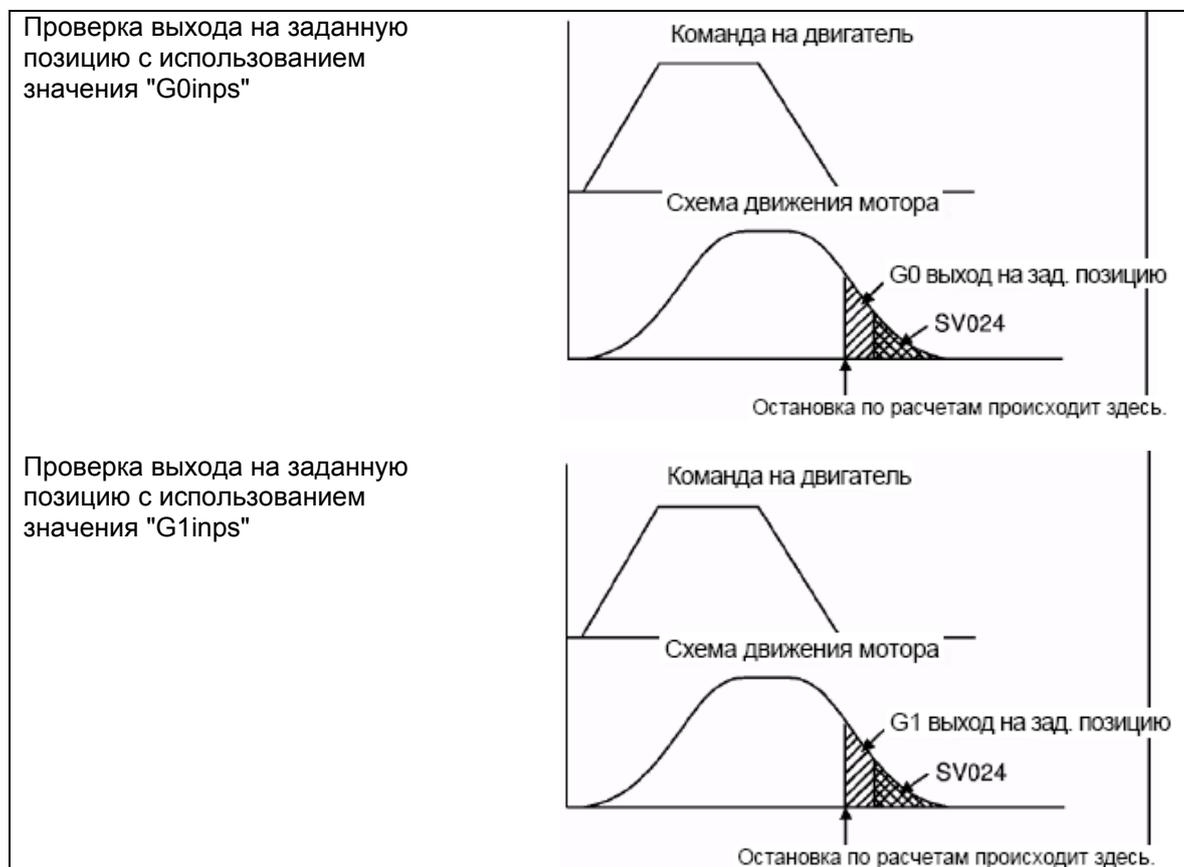
#### Отличия при проверке «в позиции», заданной параметром

Проверка выхода на заданную позицию при помощи команды с адресом «,I»	Проверка выхода на заданную позицию при помощи параметра
После начала замедления управляемой системы сравниваются величина позиционной ошибки и командный диапазон «в позиции»	После начала замедления управляемой системы сравниваются величина позиционной ошибки сервосистемы и значение параметра (диапазон «в позиции»)
<p>Ts : Постоянная времени ускорения/замедления                      Td : Время проверки замедления                      Td = Ts + (0 до14мс)</p>	



## Установка диапазона «в позиции» G0/G1

Если значение настройки сервопараметра "#2224 SV024" меньше значения настройки диапазона «в позиции» G0 "#2077 G0inps" и диапазона «в позиции» G1 "#2078 G1inps", проверка выхода на заданную позицию производится с диапазоном «в позиции» G0 и диапазоном «в позиции» G1.



Если значение SV024 больше, то проверка выхода на заданную позицию завершается тогда, когда величина ошибки становится меньше значения параметра SV024.

Метод проверки выхода на заданную позицию зависит от метода, заданного в параметре проверки замедления.

**(Замечание 1)** Был ли диапазон «в позиции» (программируемый диапазон «в позиции») задан в команде программы, или он был задан параметрами (SV024, G0inps, G1inps) или установкой их значений в программе – для выполнения проверки на достижение заданной позиции используется наибольшее значение из них.

**(Замечание 2)** Если значение SV024 больше, чем диапазон выхода на заданную позицию G0/диапазон выхода на заданную позицию G1, проверка выхода на заданную позицию производится со значением SV024.

**(Замечание 3)** Когда включено обнаружение ошибок, проверка выхода на заданную позицию выполняется принудительно.

## 6.2. Линейная интерполяция; G01



## Функция и назначение

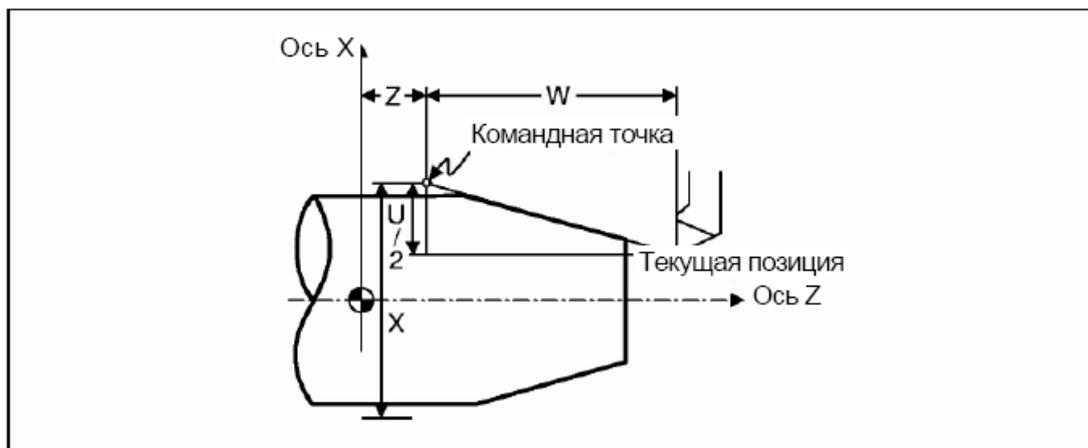
Данная команда сопровождается словами координат и командой скорости подачи. Она заставляет резец перемещаться (интерполировать) линейно из текущей позиции в конечную точку, заданную координатными словами, на скорости, заданной адресом F. В этом случае скорость подачи, определяемая адресом F, всегда действует как линейная скорость в направлении перемещения центра вершины резца.



## Формат команды

**G01 X\_/U\_ Z\_/W\_ α\_ F\_ ,I\_ ; ("α" – дополнительная ось)**

X, U, Z, W, α	Значения координат
F	Скорость подачи (мм/мин или °/мин)
I	Диапазон «в позиции». Он действует только в текущем кадре. Если команда не содержит такого адреса, то диапазон «в позиции» определяется настройкой параметра "#1193 inpos". От 1 до 999999 (мм).



## Детальное описание

Как только была отдана данная команда, режим работы сохраняется до тех пор, пока не будет задана другая G функция (G00, G02, G03, G33, G34) в группе 01, которая изменяет режим G01. Поэтому, если следующей командой будет также G01 и скорость подачи останется неизменной, все что необходимо сделать, это ввести слова координат. Если команда F не задана в первом командном кадре G01, выводится Ошибка программирования (P62).

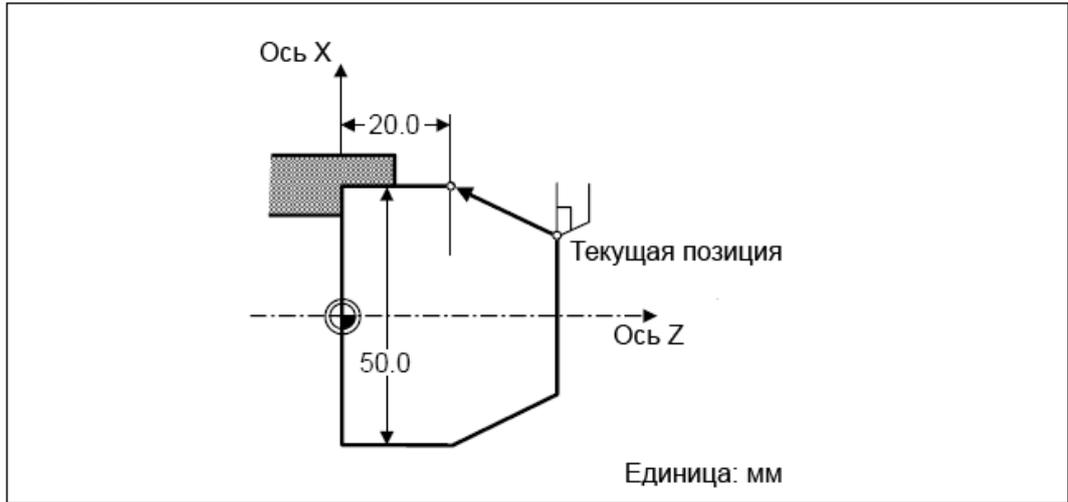
Скорость подачи для оси вращения задается в °/мин (единица позиционирования с десятичной точкой). (F300 = 300°/мин)

G-функции (G70 ~ G89) в группе 09 отменяются (G80) командой G01.



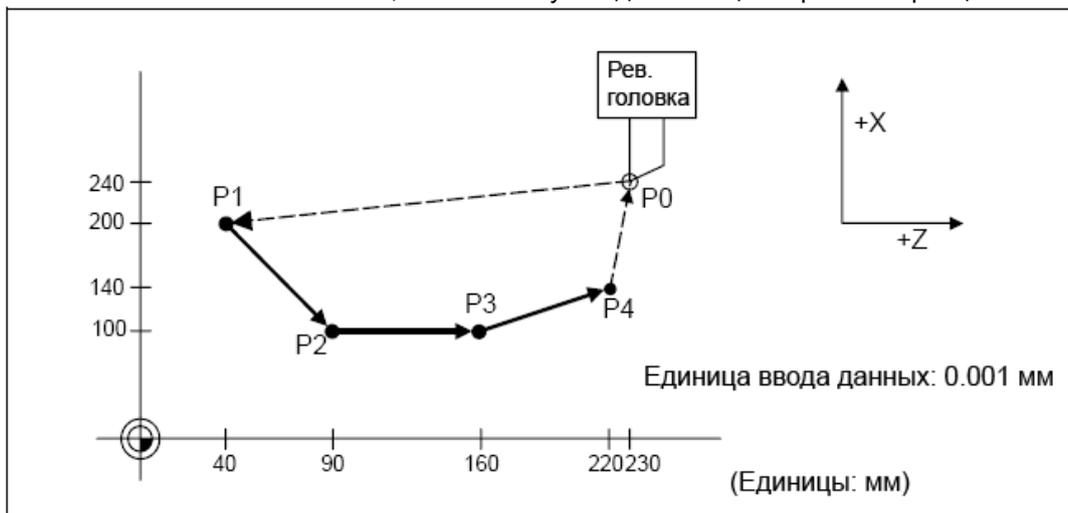
Пример программы

(Пример 1)



G01 X50.0 Z20.0 F300 ;	
------------------------	--

(Пример 2) Резка в последовательности P1 → P2 → P3 → P4 при скорости подачи 300мм/мин. P0 → P1 , P4 → P0 служат для позиционирования реза



G00	X200000 Z40000 ;	P0 → P1
G01	X100000 Z90000 F300 ;	P1 → P2
	Z160000 ;	P2 → P3
	X140000 Z220000 ;	P3 → P4
G00	X240000 Z230000 ;	P4 → P0



### Команда линейной интерполяции с указанием диапазона "в позиции"

Команда задаёт диапазон выхода на заданную позицию для команды линейной интерполяции в программе обработки.

Заданный диапазон выхода на заданную позицию действителен в команде линейной интерполяции только при выполнении проверки замедления.

- Если включен переключатель распознавания ошибки.
- Если G09 (точная проверка остановки) задано в том же самом кадре.
- Если выбран G61 (режим точной проверки остановки).

```
G01 X_ Z_ F_ ,I_ ;
```



**(Замечание 1)** Смотри раздел "6.1 Позиционирование (быстрый ход); G00" для получения подробной информации по операции проверки выхода на заданную позицию.

## 6.3. Круговая интерполяция; G02, G03



## Функция и назначение

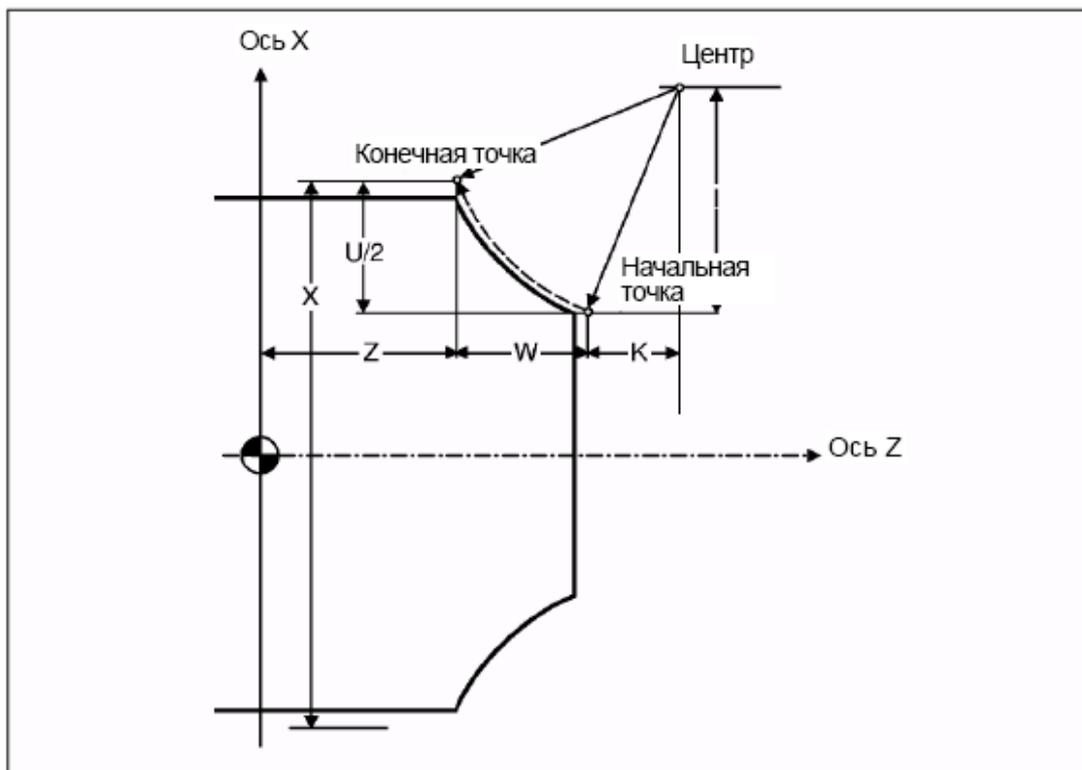
Эти команды служат для перемещения инструмента по окружности.



## Формат команды

<b>G02 (G03)</b>	<b>X_/U_ Z_/W_ I_ K_ F_ ;</b>
G02	По часовой стрелке (CW)
G03	Против часовой стрелки (CCW)
X/U	Координаты конечной точки окружности, ось X (абсолютное значение системы координат детали для X, инкрементное значение от текущей позиции для U)
Z/W	Координаты конечной точки окружности, ось Z (абсолютное значение системы координат детали для Z, инкрементное значение от текущей позиции для W)
I	Центр круга, ось X (для I, команда радиуса/инкрементное значение координаты X центра, если смотреть с начальной точки)
K	Центр круга, ось Z (для K, инкрементное значение координаты Z центра, если смотреть из начальной точки)
F	Скорость подачи

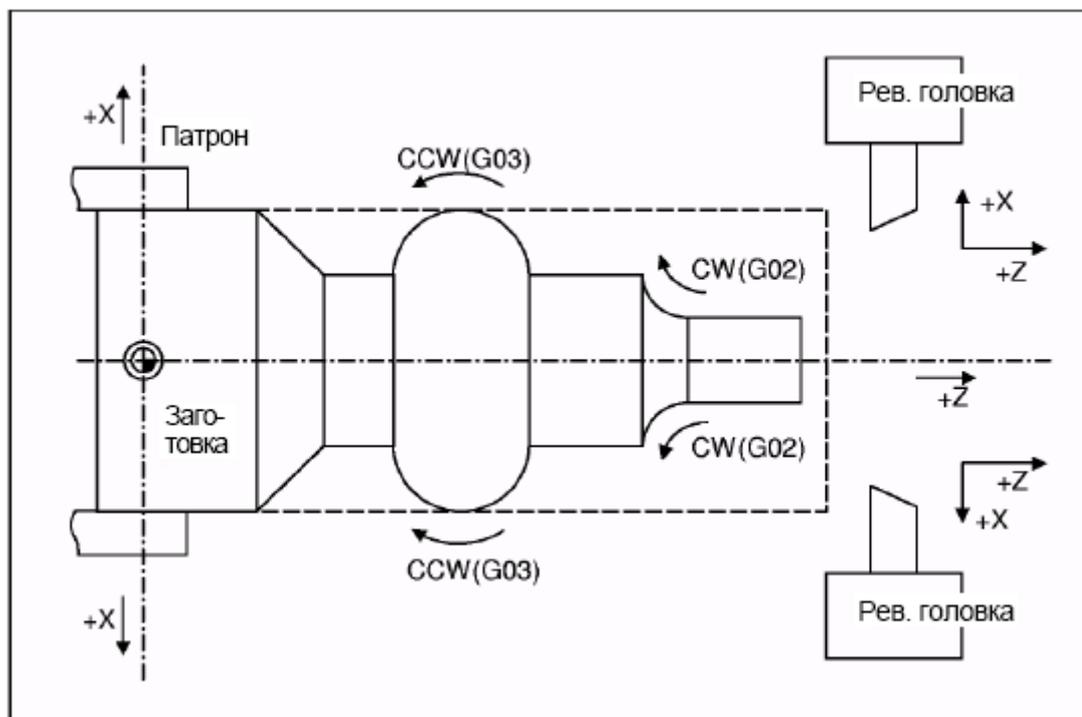
Значения координат центра окружности задаются в соответствии с единицами ввода инкрементных значений. Будьте внимательны при задании команды дуги для оси, которая имеет другие единицы ввода. Используйте десятичную точку в командах во избежание путаницы.





## Детальное описание

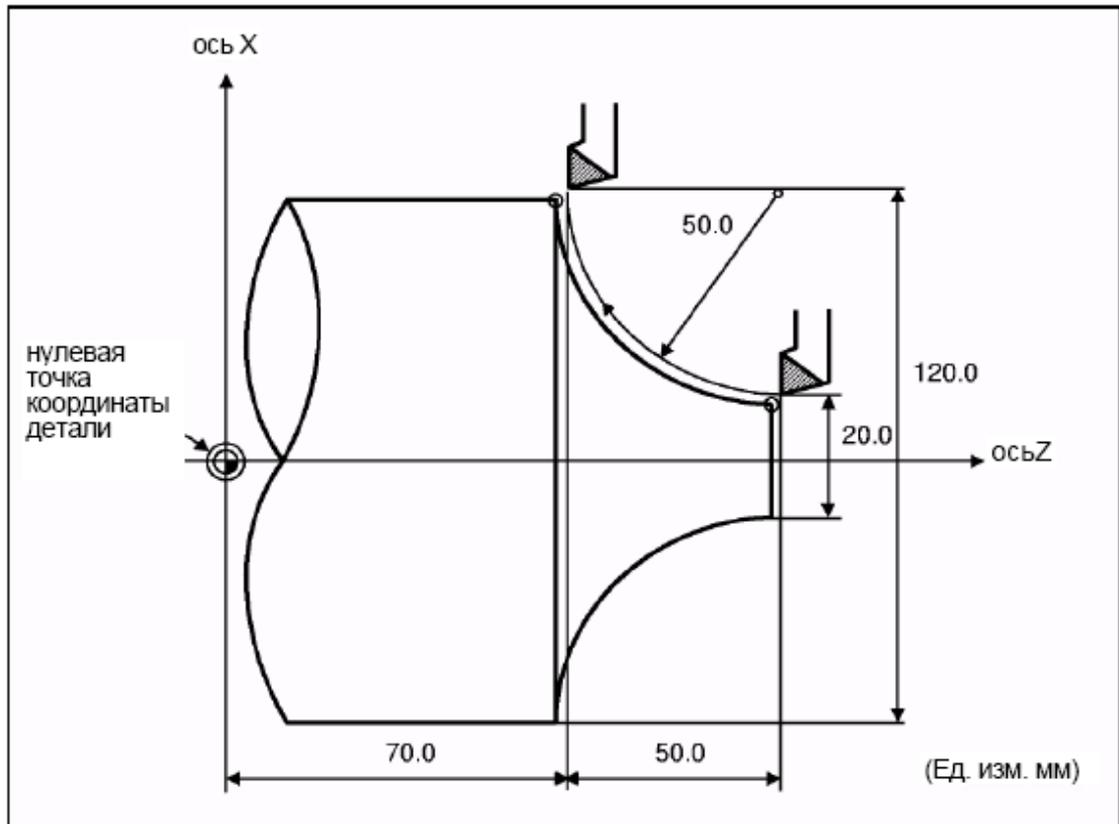
- (1) G02 (или G03) сохраняется, пока не будет отдана другая команда G (G00, G01 или G33) в группе 01, которая изменит режим.  
 Направление кругового вращения разделяется командами G02 и G03:  
 G02 : по часовой стрелке (CW)  
 G03 : против часовой стрелки (CCW)



- (2) Дуга, которая распространяется более чем на один квадрант, может быть выполнена командой единичного кадра.
- (3) Для круговой интерполяции необходимы следующие данные.
- |   |  |
|---|--|
| а) Направление вращения                 | :По часовой стрелке (G02) или против часовой стрелки (G03) |
| б) Координаты конечной точки окружности | :Задаются адресами X, Z, U, W                              |
| в) Координаты центра окружности         | :Задаются адресами I, K (инкрементные значения)            |
| г) Скорость подачи                      | :Задаётся адресом F  |
- (4) Выдается Ошибка программирования, если не заданы I, K или R.  
 Особое внимание следует обратить на знак для I и K, так как I является расстоянием по направлению оси X до центра дуги, если смотреть из начальной точки, а K является расстоянием по направлению оси Z.
- (5) T команды не могут отдаваться в модальном режиме G2/G3.  
 Возникнет ошибка программы (P151), если T-команда задана в модальном режиме G2/G3.



## Пример программы



G2 X120.0 Z70.0 150.0 F200 ;	команда абсолютного значения
G2 U100.0 W-50.0 150.0 F200 ;	команда инкрементного значения



## Меры предосторожности

- (1) Термины "по часовой стрелке" (G02) и "против часовой стрелки" (G03), используемые для круговых операций, определены для случая, когда в системе координат «правой руки» обратное направление противоположно прямому направлению оси координат, которая находится под прямым «правым» углом к рассматриваемой поверхности.
- (2) Если все координаты конечной точки пропущены или конечная точка занимает то же положение, что и начальная точка, то использование «I» и «K» при задании центра является тем же, что и задание дуги в  $360^\circ$  (замкнутый круг).
- (3) В случае, если при круговой команде начальная и конечная точка радиуса не совпадают, происходит следующее:
  - (а) Ошибка программы (P70) проявляется в начальной точке круга, если ошибка  $\Delta R$  больше параметра "#1084 RadErr".



- (б) Спиральная интерполяция в направлении заданной конечной точки проявляется, если ошибка  $\Delta R$  меньше значения параметра.



## 6.4. Круговая интерполяция с указанием радиуса; G02, G03



## Функция и назначение

Наряду с обычными командами круговой интерполяции, основанными на указании центра координат окружности (I, K), эти команды можно так же использовать при непосредственном обозначении радиуса круга R.



## Формат команды

**G02 (G03) X\_/U\_ Z\_/W\_ R\_ F\_;**

X/U координаты конечной точки ось X

Z/W координаты точки начала ось Z

R радиус окружности

F скорость подачи

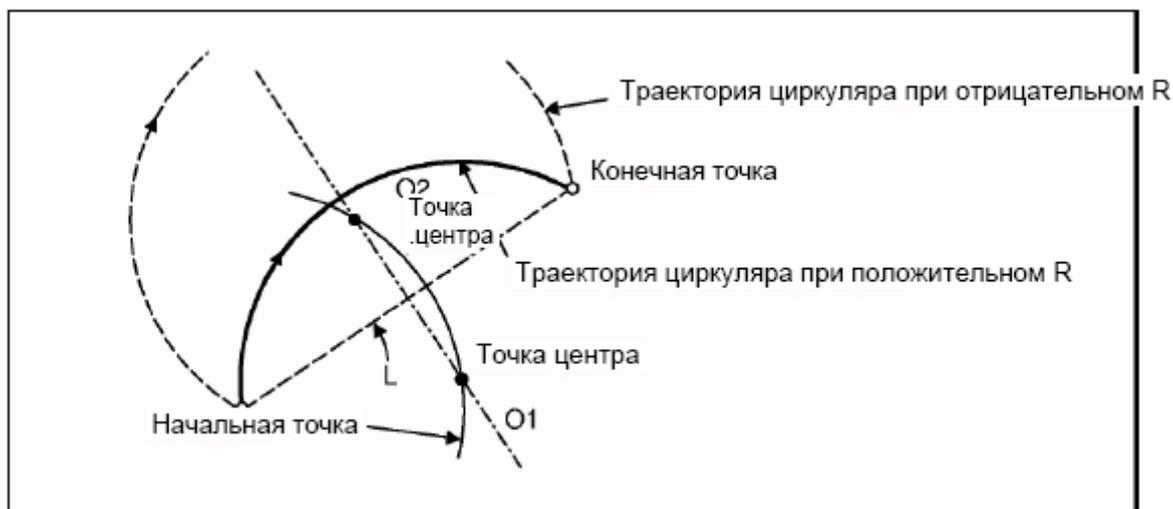
Радиус дуги задаётся с учётом единиц ввода инкрементных значений. Будьте внимательны при задании команды дуги для оси, которая имеет другие единицы ввода. Используйте десятичную точку в командах во избежание путаницы.



## Детальное описание

Центр круга находится на линии биссектрисы, которая перпендикулярна линии, соединяющей начальную и конечную точку круга. Точка, в которой дуга с заданным радиусом, чья начальная точка является центром, пересекает перпендикулярную линию биссектрисы, служит координатами центра круговой команды.

Если заданное в программе значение R положительно, дуга меньше полукруга, если же оно отрицательно, то дуга больше полукруга.



Следующее условие должно соблюдаться при указании R в команде круговой интерполяции:

$$\frac{L}{2 \times r} \leq 1$$

Где L – линия от начальной до конечной точки.

Если  $L/2 - r >$  (параметр: #1084 RadErr), возникнет аварийная ситуация.

Если R и I, K указаны одновременно и в одном и том же кадре, круговая команда со спецификацией R является приоритетной.

В случае полнокруговой команды (где начальная и конечная точка совпадают), круговая команда с указанием R будет завершена немедленно, если она задана, и операция не будет выполнена. В таком случае следует использовать I, K спецификации круговой команды.



Пример программы

(Пример 1)

G03 Zz1 Xx1 Rr1 Ff1 ;	Дуга с указанием R на плоскости Z-X
-----------------------	-------------------------------------

(Пример 2)

G02 Xx1 Zz1 Ii1 Kk1 Rr1 Ff1 ;	Дуга с указанием R на плоскости Z-X (Если R и I, K указаны одновременно и в одном и том же кадре, круговая команда с указанием R является приоритетной.)
-------------------------------	---

## 6.5. Выбор плоскости; G17, G18, G19



## Функция и назначение

Эти команды используются для выбора плоскости управления и плоскости, на которой существует дуга. Если три базисные оси и параллельные оси, соответствующие этим базисным, заданы как параметры, то эти команды могут выбрать плоскость, образованную любыми непараллельными осями. Если ось вращения введена как параллельная ось, то эти команды могут выбрать плоскость, содержащую ось вращения.

Эти команды используются для выбора:

- Плоскость для круговой интерполяции
- Плоскость для корректировки R вершины



## Формат команды

<b>G17;</b>	<b>(выбор плоскости I-J)</b>
<b>G18;</b>	<b>(выбор плоскости K-I)</b>
<b>G19;</b>	<b>(выбор плоскости J-K)</b>

I, J и K обозначают каждую базисную или параллельную ось.

При включении питания или сбросе системы будет выбрана плоскость, установленная в параметре "#1025 I\_plane".





## Ввод параметров

	#1026÷1028 base_I, J, K	#1029÷1031 aux_I, J, K
I	X	Y
J	Y	
K	Z	

Табл.1 Примеры ввода параметров выбора плоскости

Базовые оси и параллельные оси могут быть заданы в параметрах. Одна и та же ось может быть задана дважды, но в таком случае плоскость определяется системой выбора плоскости (4).

В качестве управляемых осей невозможно установить оси, которые не были введены.

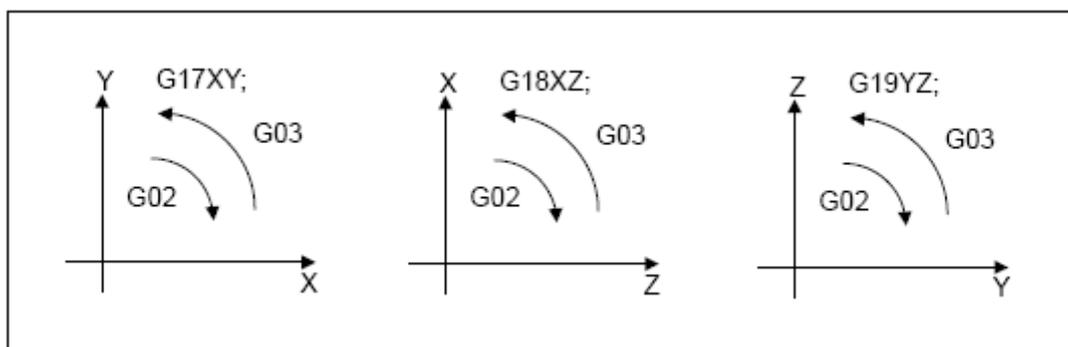


## Система выбора плоскости

В данном разделе описывается выбор плоскости для примеров ввода параметров, показанных в табл. 1.

- (1) Адреса оси, заданные в том же кадре, что и команда выбора плоскости (G17, G18, G19), определяют, какие из базовых или параллельных осей должны быть в выбранной на данный момент плоскости.

(Пример)



- (2) Выбор плоскости не выполняется в кадрах, где не задан G-команд (G17, G18, G19) выбора плоскости.

G18 X\_Z\_ ; Z-X плоскость

Y\_Z\_ ; Z-X плоскость (плоскость без изменений)

- (3) Если в кадре, содержащем G-команд (G17, G18, G19) выбора плоскости, пропущены адреса осей, предполагается, что адреса трех базовых осей были заданы.

G18; (Z-X плоскость = G18XZ;)

- (4) Если базовые оси или их параллельные оси повторяются или заданы в том же кадре, что и G-команд (G17, G18, G19) выбора плоскости, плоскость определяется вначале базовыми осями, а затем параллельными осями.

G18 XYZ ; Выбрана плоскость Z-X.

Поэтому движение Y не относится к выбранной плоскости.

- (Замечание 1) Если «2» в параметре "#1025 Lplane" активна, при включении или сбросе системы выбрана плоскость G18.

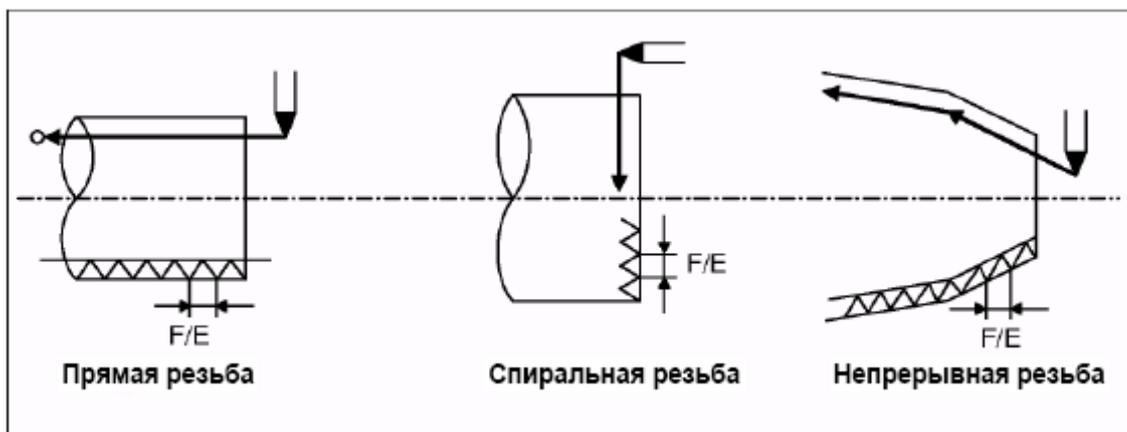
## 6.6. Нарезание резьбы

## 6.6.1. Нарезание резьбы с постоянным шагом; G33



## Функция и назначение

Команда G33 отвечает за управление подачей резца, синхронизированной с вращением шпинделя, что позволяет производить прямое нарезание резьбы с постоянным шагом, нарезание конической резьбы и нарезание непрерывной резьбы.



## Формат команды

**G33 Z/W\_\_ X/U\_\_ F\_\_ Q\_\_ ; (Команда нарезания резьбы с нормальным шагом)**

Z, W, X, U Конечная точка резьбы

F Шаг в направлении длинной оси (оси с наибольшим вращением)

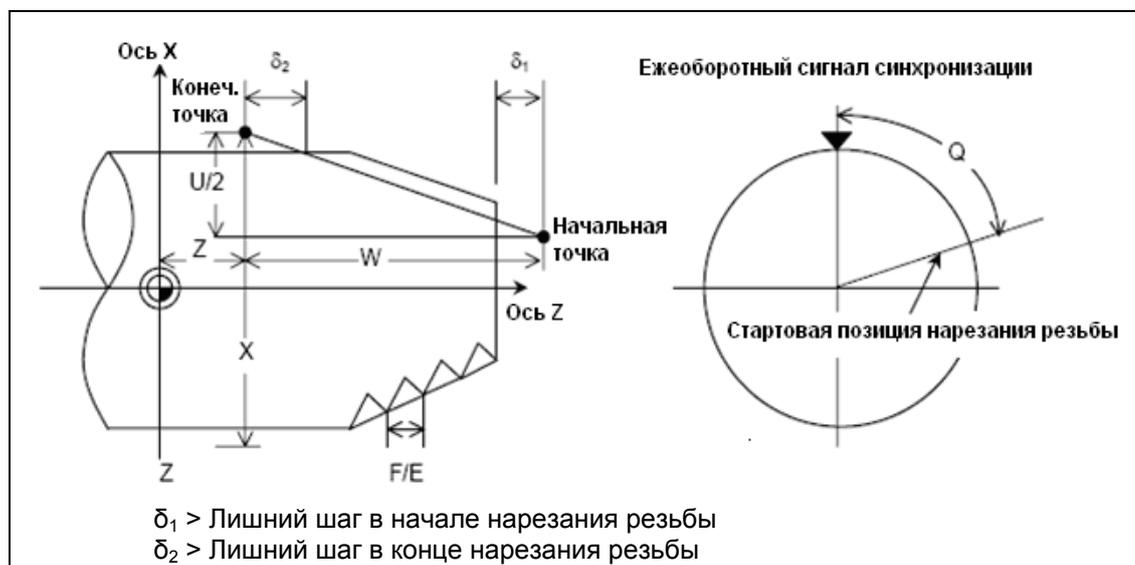
Q Начальный угол нарезания резьбы,  $0.001 \div 360.000^\circ$

**G33 Z/W\_\_ X/U\_\_ E\_\_ Q\_\_ ; (Команда нарезания резьбы с точным шагом)**

Z, W, X, U Конечная точка резьбы

F Шаг в направлении длинной оси (оси с наибольшим вращением)

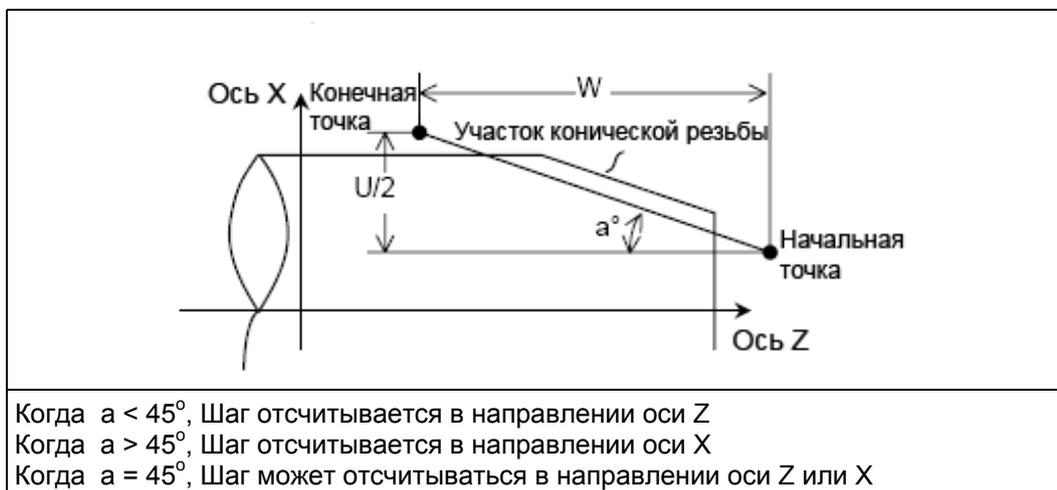
Q Начальный угол нарезания резьбы,  $0.001 \div 360.000^\circ$





## Детальное описание

- (1) Команда E обозначает также количество выступов при нарезании дюймовой резьбы, а будет она задавать количество выступов или точный шаг, можно определить установкой параметра.  
(Параметр "#1229 set 01/bit" установлен на "1" для задания точного шага).
- (2) Шаг в направлении длинной оси задается для конической резьбы.



## Метрические единицы ввода для нарезания резьбы

Единицы ввода	В (0.001 мм)			С (0.0001 мм)		
	F (мм/об)	E (мм/об)	E (выступов/дюйм)	F (мм/об)	E (мм/об)	E (выступов/дюйм)
Минимальное командное приращение	1 (=1.000), (1.=1.000)	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)	1 (= 1.00), (1.=1.00)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.000), (1.=1.000)
Диапазон команды	0.001 ÷ 999.999	0.00001 ÷ 999.99999	0.03 ÷ 999.99	0.0001 ÷ 999.9999	0.000001 ÷ 999.999999	0.255 ÷ 999.999

Единицы ввода	D (0.00001 мм)			E (0.000001 мм)		
	F (мм/об)	E (мм/об)	E (выступов/дюйм)	F (мм/об)	E (мм/об)	E (выступов/дюйм)
Минимальное командное приращение	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)	1 (= 1.0000000), (1.=1.0000000)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1 (= 1.000000), (1.=1.000000)	1(=1.00000000), (1.=1.00000000)	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)
Диапазон команды	0.00001 ÷ 999.99999	0.0000001 ÷ 999.9999999	0.2550 ÷ 999.9999	0.000001 ÷ 999.999999	0.00000001 ÷ 999.99999999	0.25500 ÷ 999.99999

## Дюймовые единицы ввода для нарезания резьбы

Единицы ввода	B (0.0001 дюйм)			C (0.00001 дюйм)		
Адрес в команде	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (выступов/дюйм)	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (выступов/дюйм)
Минимальное командное приращение	1(=1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.00000), (1.=1.00000)	1(=1.0000000), (1.=1.0000000)	1(=1.00000), (1.=1.00000)
Диапазон команды	0.0001 ÷ 99.9999	0.000001 ÷ 39.370078	0.0255 ÷ 9999.9999	0.00001 ÷ 99.99999	0.0000001 ÷ 39.3700787	0.25401 ÷ 9999.99999

Единицы ввода	D (0.000001 дюйм)			E (0.0000001 дюйм)		
Адрес в команде	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (выступов/дюйм)	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	E (выступов/дюйм)
Минимальное командное приращение	1 (=1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.00000000), (1.=1.00000000)	1 (=1.000000), (1.=1.000000)	1 (=1.0000000), (1.=1.0000000)	1 (= 1.000000000), (1.=1.000000000)	1 (=1.0000000), (1.=1.0000000)
Диапазон команды	0.000001 ÷ 99.999999	0.00000001 ÷ 39.37007874	0.025500 ÷ 9999.99999	0.0000001 ÷ 99.9999999	0.000000001 ÷ 39.370078740	0.0255000 ÷ 9999.9999999

**(Замечание 1)** Невозможно задать шаг, если скорость подачи, преобразованная в подачу в минуту, превышает максимальную скорость резания.

- (3) Функция постоянного контроля поверхностной скорости не должна использоваться для команд нарезания конической резьбы или команд нарезания спиральной резьбы.
- (4) Скорость вращения шпинделя должна сохраняться постоянной с момента начала нарезания и до его окончания.
- (5) Если в целях прекращения подачи в процессе нарезания резьбы использовать функцию остановки подачи, то выступы резьбы потеряют свою форму. По этой причине остановка подачи не работает в процессе нарезания резьбы. Помните, что это справедливо для времени с момента выполнения команды нарезания резьбы до момента движения оси. Если кнопка остановки подачи будет нажата во время нарезания резьбы, последует остановка кадра в конечной точке кадра, который следует за кадром, завершающим нарезание резьбы (более не режим G33).
- (6) Преобразованная скорость подачи сравнивается с фиксированной скоростью подачи резания в момент начала нарезания резьбы, и если она превышает фиксированную скорость, возникнет операционная ошибка.
- (7) В целях защиты шага в процессе нарезания резьбы преобразованная скорость подачи при нарезании резьбы иногда может превышать фиксированную скорость.
- (8) Лишний шаг обычно производится в начале резьбы и в конце нарезания в силу задержки сервосистемы или по другой подобной причине.  
Поэтому необходимо задавать длину резьбы, которая определяется добавлением длины лишнего шага  $\delta_1$  и  $\delta_2$  к требуемой длине резьбы.
- (9) Вращение шпинделя подлежит следующему ограничению:

$$1 \leq R \leq \frac{\text{максимальная скорость подачи}}{\text{шаг резьбы}}$$

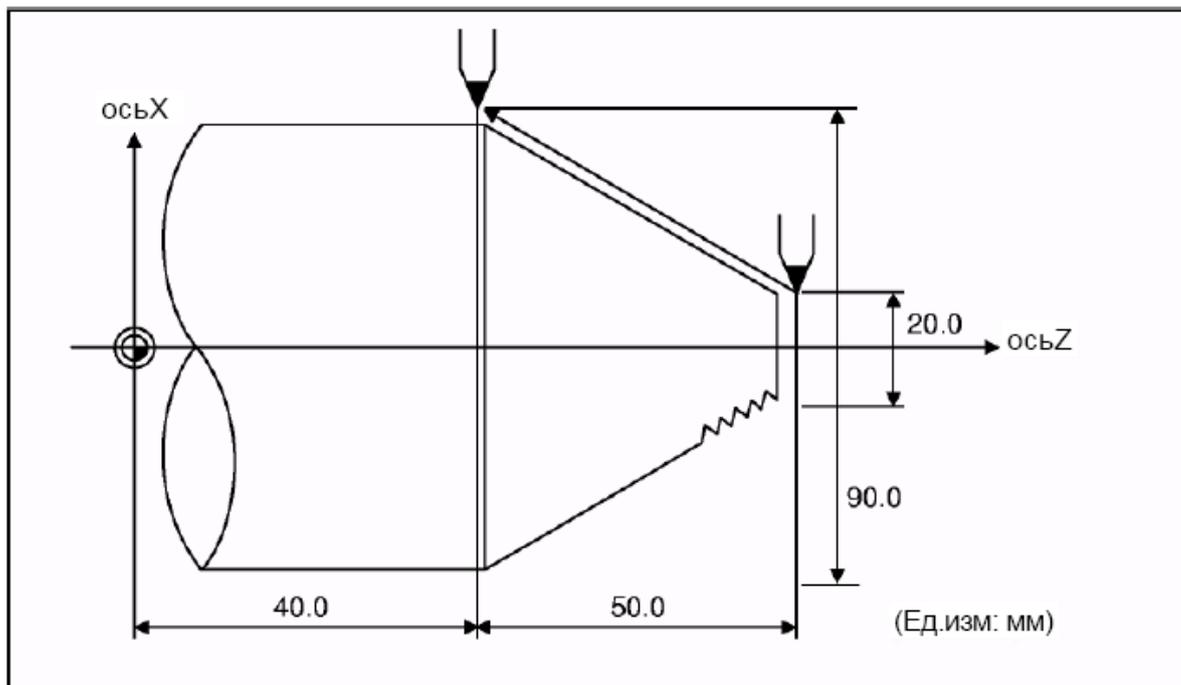
Где R < Приемлемая скорость датчика (об/мин),  
R = Скорость вращения шпинделя (об/мин),  
Шаг резьбы = мм или дюйм,  
Максимальная скорость подачи = мм/мин или дюйм/мм, (ограниченная спецификациями оборудования).

- (10) Ошибка программирования (P97) может возникнуть, если в выражении (9)  $R < 1$ , так как ход резьбы будет очень большим при наибольшей скорости подачи.

- (11) Холостой прогон допустим для нарезания резьбы, но скорость подачи в режиме холостого прогона не синхронизирована с вращением шпинделя. Сигнал холостого хода проверяется в начале нарезания резьбы, а любые переключения во время резания игнорируются.
- (12) Для команд нарезания резьбы включается режим синхронной подачи, даже если действует команда асинхронного режима (G94).
- (13) Коррекция скорости вращения шпинделя и скорости подачи не действует, и скорости фиксируются в 100% во время нарезания резьбы.
- (14) Если команда нарезания резьбы выполняется во время компенсации R вершины инструмента, то компенсация временно отменяется и выполняется нарезание резьбы.
- (15) Если режим работы был переключен в другой автоматический режим во время выполнения G33, то сначала выполняется следующий командный кадр, который не содержит команду нарезания резьбы, а затем автоматическая операция останавливается.
- (16) Если режим работы был переключен в ручной режим во время выполнения G33, то сначала выполняется следующий командный кадр, который не содержит команду нарезания резьбы, а затем автоматическая операция останавливается. В случае поблочного выполнения сначала выполняется следующий командный кадр, который не содержит команду нарезания резьбы (когда режим G33 отменён), а затем автоматическая операция останавливается. Обратите внимание, что автоматическая операция останавливается до начала движения оси по команде G33.
- (17) Команда нарезания резьбы ожидает синхросигнала одного оборота от кругового энкодера и затем начинает движение. Обратите внимание на выполнение синхронизации между системами перед нарезанием резьбы на мультисистеме. Например, когда используется мультисистема с одним шпинделем, если одна система начинает выполнять команду нарезания резьбы во время нарезания резьбы другой системой, то движение начнётся без ожидания синхроимпульса кругового энкодера.
- (18) Начальный угол нарезания резьбы не является модальным. Если в команде G33 не указано "Q", то это будет воспринято как "Q0".
- (19) Прерывание автомат/ручной действительно во время нарезания резьбы.
- (20) Если значение, превышающее 360.000, задано в команде G33 Q, то возникнет Ошибка программирования (P35).
- (21) G33 нарезает один ряд одним циклом. Для нарезания двух рядов необходимо изменить значение Q и задать ту же команду.



## Пример программы



G33 X90.0 Z40.0 E1 2.34567 ;	Команда абсолютного значения
G33 U70.0 W-50.0 E1 2.34567 ;	Команда инкрементного значения

## 6.6.2. Нарезание дюймовой резьбы; G33



## Функция и назначение

Если в команде G33 задано количество вершин на дюйм резьбы в направлении длинной оси, то управление подачей инструмента будет синхронизировано с вращением шпинделя, что означает возможность нарезания прямой резьбы с постоянным шагом и конической резьбы.



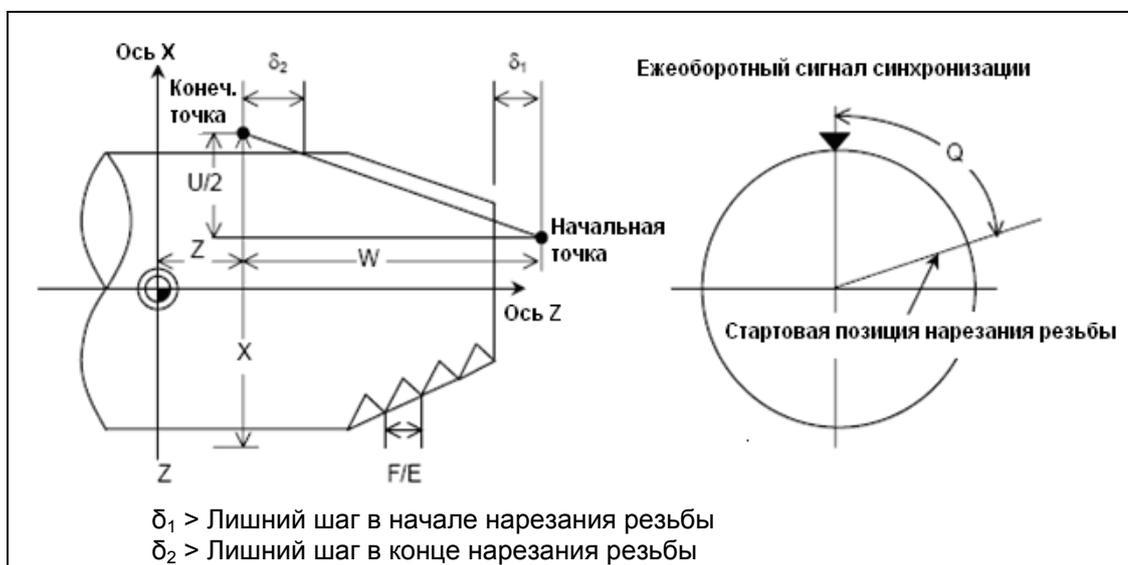
## Формат команды

**G33 Z/W\_\_ X/U\_\_ E\_\_ Q\_\_ ;**

Z, W, X, U      Конечная точка резьбы

E                  Количество вершин на дюйм резьбы в направлении длинной оси (оси с наибольшим перемещением) (число с десятичной точкой также допустимо)

Q                  Начальный угол нарезания резьбы,  $0.001 \div 360.000^\circ$

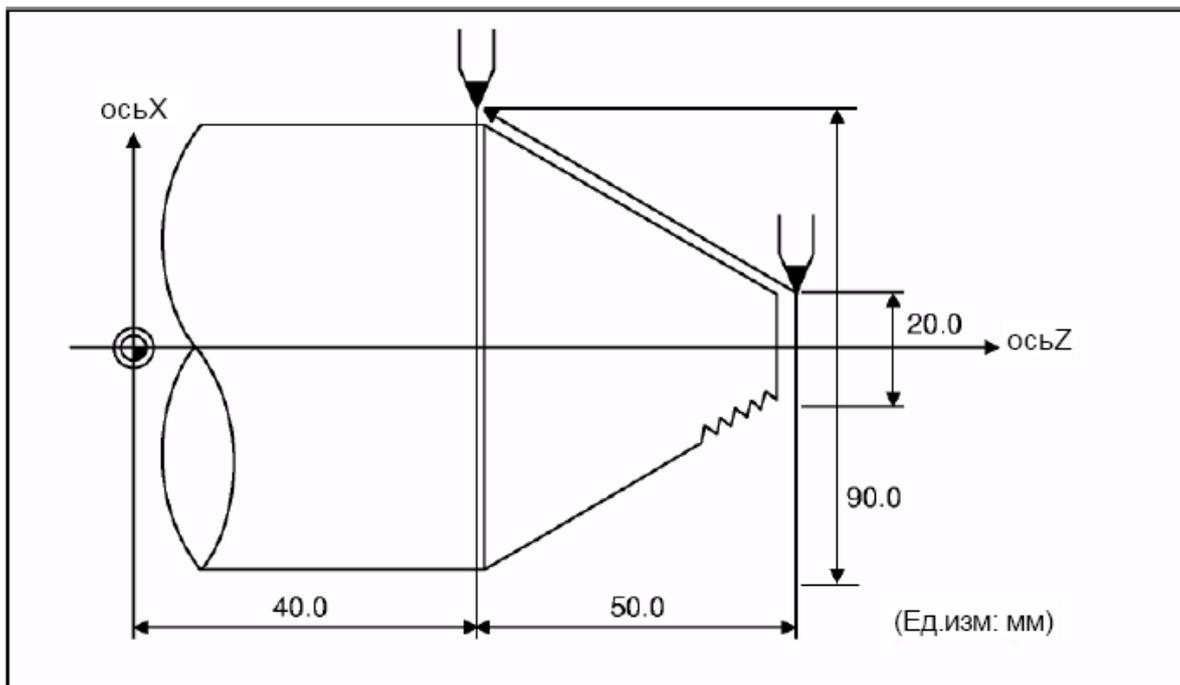


## Детальное описание

- (1) Количество вершин резьбы в направлении длинной оси обрабатывается как количество вершин на дюйм.
- (2) Код E также используется для указания точной величины шага резьбы, и будет ли код E обозначать число вершин или точный шаг определяется установкой параметра. (Для указания количества вершин резьбы кодом E установите параметр "#1229 set 01/bit 1" в "0".)
- (3) Значение команды E, в случае задания шага, должно быть в пределах допустимой величины шага для резьбы.
- (4) Сммотри раздел «6.6.1. Нарезание резьбы с постоянным шагом»



## Пример программы



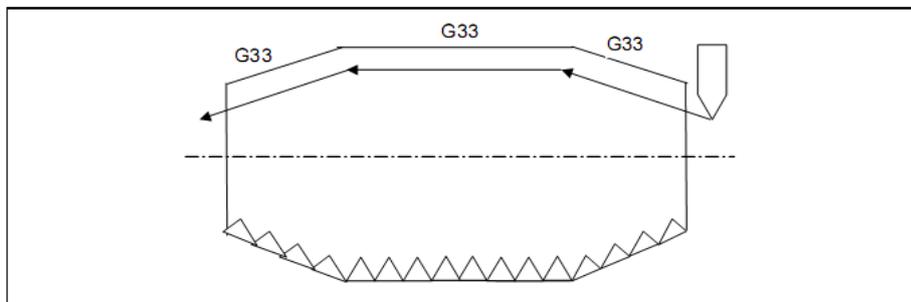
G33 X90.0 Z40.0 E12.0 ;	Команда абсолютного значения
G33 U70.0 W-50.0 E12.0 ;	Команда инкрементного значения

## 6.6.3. Нарезание непрерывной резьбы



## Функция и назначение

Непрерывное нарезание резьбы можно выполнить путём последовательного вызова команд нарезания резьбы. Таким образом, существует возможность нарезания специальных видов резьбы с изменяющимся контуром и/или переменным шагом.



## Формат команды

**G33 Zz1/Ww1 Xx1/Uu1 Ff1/Ee1 Qq1 ;**

**G33 Zz2/Ww2 Xx2/Uu2 Ff2/Ee2 Qq2 ;**

**G33 Zz3/Ww3 Xx3/Uu3 Ff3/Ee3 Qq3 ;**

Zzn, Wwn, Xxn, Uun      Конечная точка резьбы

Ffn/Een                      Шаг в направлении длинной оси (оси с наибольшим вращением)

Qqn                            Начальный угол нарезания резьбы, 0.001 ÷ 360.000°



## Детальное описание

(1) Первый кадр в команде нарезания непрерывной резьбы ожидает прихода ежеоборотного сигнала синхронизации шпинделя перед тем как начать нарезание резьбы. Для второго и последующих кадров движение начинается немедленно, без ожидания синхросигнала шпинделя.

Таким образом, стартовый угол нарезания резьбы (Q) может быть задан только в первом кадре.

(2) Команда G33 может быть опущена во втором и последующих кадрах.

(3) При программировании нарезания непрерывной резьбы указывайте команды нарезания резьбы в последовательных кадрах. Если встретится другая команда, то непрерывное нарезание резьбы не выполнится.

Однако, если команда, которая не вызывает перемещения осей (команда G4 выдержки времени, команда MST и т.д.) задана между кадрами нарезания резьбы, то возможно задать ожидание синхросигнала шпинделя после 2-го кадра при помощи параметров.

#	Данные	Содержание	Диапазон установки
1270	ext06/ bit6	Установка ожидания сигнала Z-фазы при нарезании непрерывной резьбы: 0: если между кадрами нарезания резьбы задана команда без перемещения осей (команда MST и т.д.), то 2-й кадр нарезания резьбы ожидает синхросигнала вращения шпинделя, чтобы начать перемещение. 1: даже если между кадрами нарезания резьбы задана команда без перемещения осей (команда MST и т.д.), то нарезание резьбы во 2-м кадре начинает перемещение без ожидания синхросигнала вращения шпинделя	0/1

(4) В остальном следует руководствоваться описанием команд нарезания резьбы с постоянным шагом.

## 6.6.4. Нарезание резьбы с переменным шагом; G34



## Функция и назначение

Нарезание резьбы с переменным шагом задается командой, указывающей величину уменьшения или увеличения шага на оборот винта.



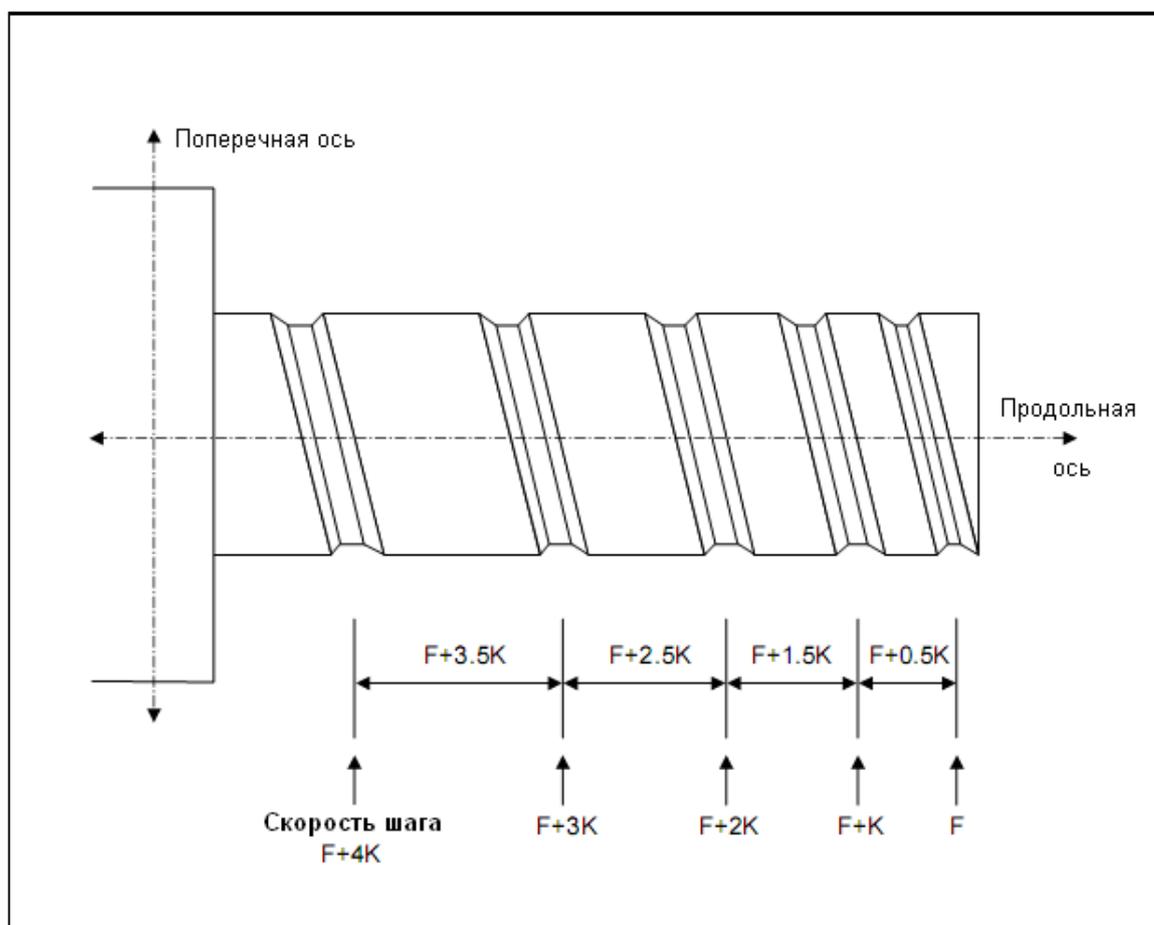
## Формат команды

**G34 Z/W\_\_ X/U\_\_ F/E\_\_ K\_\_ ;**

Z/W, X/U      Конечная точка резьбы

F/E              Стандартный шаг винта

K                величина уменьшения или увеличения шага на оборот винта.





## Детальное описание

(1) Диапазон значений для команды приведен ниже.

## Нарезание резьбы, метрические величины

Единицы задания	B (0.001мм)		C (0.0001мм)	
	F (мм/об)	E (мм/об)	F (мм/об)	E (мм/об)
Наименьшее приращение в команде	1 (=1.000), (1.=1.000)	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.000000), (1.=1.000000)
Диапазон значений	0.001 ÷ 999.999	0.00001 ÷ 999.99999	0.0001 ÷ 999.9999	0.000001 ÷ 999.999999

Единицы задания	D (0.00001мм)		E (0.000001мм)		B/C/D/E
	F (мм/об)	E (мм/об)	F (мм/об)	E (мм/об)	
Наименьшее приращение в команде	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)	1 (= 1.0000000), (1.=1.0000000)	1 (= 1.000000), (1.=1.000000)	1 (=1.00000000), (1.=1.00000000)	K (n * мм/об) n: Число вершин Так же как F или E (со знаком)
Диапазон значений	0.00001 ÷ 999.99999	0.0000001 ÷ 999.9999999	0.000001 ÷ 999.999999	0.00000001 ÷ 999.99999999	

## Нарезание резьбы, дюймовые величины

Единицы задания	B (0.0001дюйм)		C (0.00001дюйм)	
	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)
Наименьшее приращение в команде	1(=1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.000000), (1.=1.000000)	1(=1.00000), (1.=1.00000)	1(=1.0000000), (1.=1.0000000)
Диапазон значений	0.0001 ÷ 99.9999	0.000001 ÷ 39.370078	0.00001 ÷ 99.99999	0.0000001 ÷ 39.3700787

Единицы задания	D (0.000001дюйм)		E (0.0000001дюйм)		B/C/D/E
	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	F (дюйм/об)	E (дюйм/об)	
Наименьшее приращение в команде	1 (= 1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.00000000), (1.=1.00000000)	1 (= 1.0000000), (1.=1.0000000)	1 (= 1.000000000), (1.=1.000000000)	K (n * дюйм/об) n: Число вершин Так же как F или E (со знаком)
Диапазон значений	0.000001 ÷ 99.999999	0.00000001 ÷ 39.37007874	0.0000001 ÷ 99.9999999	0.000000001 ÷ 39.370078740	

(2) Положительное значение K соответствует увеличивающимся шагам.

Величина перемещения в одном кадре (n шагов) = (F + K) + (F + 2K) + (F + 3K) + ... + (F+nK)

(3) Отрицательное значение K соответствует уменьшающимся шагам.

Величина перемещения в одном кадре (n шагов) = (F - K) - (F - 2K) - (F - 3K) - ... - (F - nK)

(4) Ошибка программирования возникнет, если шаг резьбы задан неправильно.

№ ошибки	Значение	Способ устранения
P93	<b>Недопустимое значение шага</b> (1) Недопустимое значение задано для F/E или K в команде нарезания резьбы (2) Последний шаг выходит за диапазон значений F/E.	Укажите правильные значения F/E и K. <b>(Сноска 1)</b>

**(Сноска 1)** Последний шаг =  $\sqrt{F^2 + 2KZ}$

Количество шагов =  $(-F + \text{последний шаг})/K$

Z: Длина продольной оси

(5) В остальном следует руководствоваться описанием команд нарезания резьбы с постоянным шагом. (Раздел 6.6.1. "Нарезание резьбы с постоянным шагом; G33").

## 6.6.5. Нарезание круговой резьбы; G35, G36



## Функция и назначение

Нарезание резьбы с переменным шагом задается командой, указывающей величину уменьшения или увеличения шага на оборот винта.



## Формат команды

G35(G36) X/U\_\_ Z/W\_\_ { $\frac{I-K}{R}$ } F/E\_\_ Q\_\_ ;

G35 По часовой стрелке

G36 Против часовой стрелки

X/U Координата конечной точки дуги, ось X (абсолютное значение в системе координат детали для X, инкрементное значение от текущей позиции для U)

Z/W Координата конечной точки дуги, ось Z (абсолютное значение в системе координат детали для Z, инкрементное значение от текущей позиции для W)

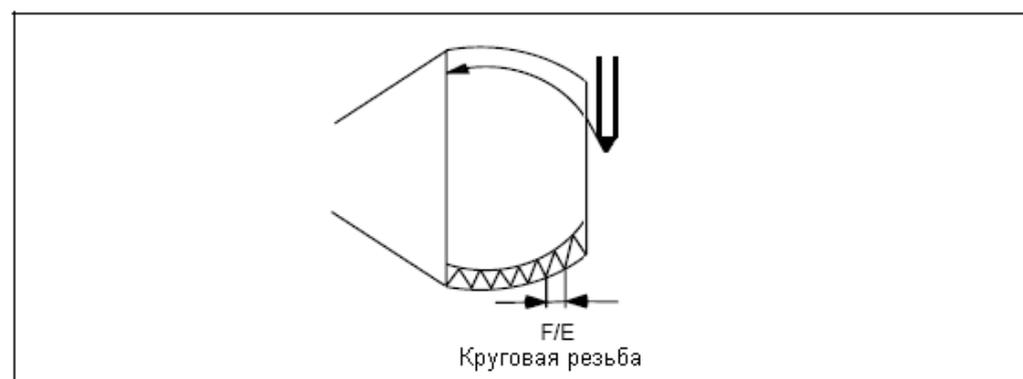
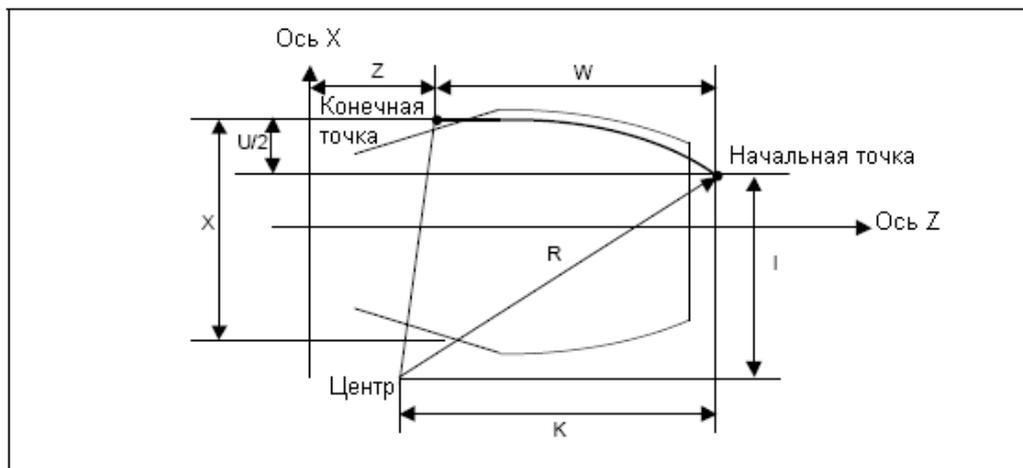
I Центр дуги, ось X (инкрементное значение для центра дуги, считая от начальной точки)

K Центр дуги, ось Z (инкрементное значение для центра дуги, считая от начальной точки)

R Радиус дуги

F/E Шаг в продольном направлении (вдоль оси с наибольшим перемещением) (F.. нарезание резьбы с нормальным шагом/ E.. резьба с точным шагом, дюймовая резьба)

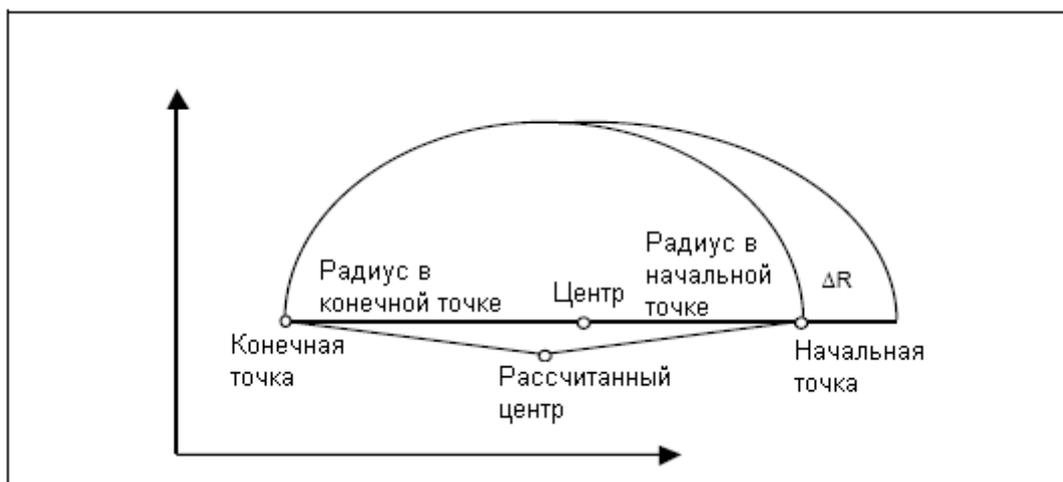
Q Начальный угол нарезания резьбы, 0.000 ÷ 360.000°



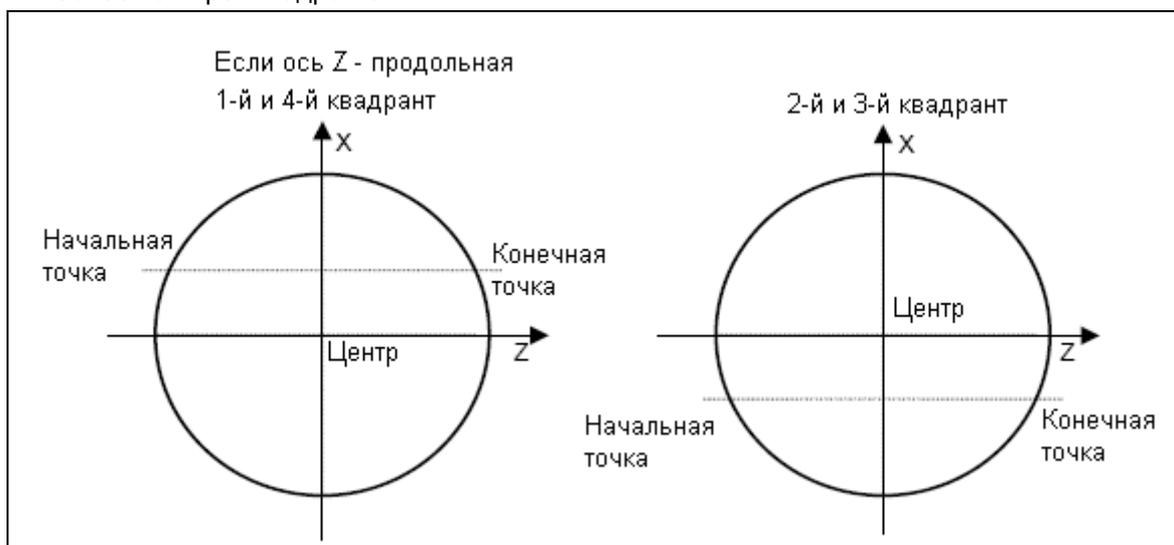


## Детальное описание

- (1) Ошибка программирования (P33) возникнет, если начальная и конечная точки совпадают или если угол дуги больше  $180^\circ$ .
- (2) Следующие ситуации могут возникнуть, если радиус дуги в начальной точке не совпадает с радиусом дуги в конечной точке.
  - Ошибка программирования (P70) возникнет, если ошибка  $\Delta R$  будет больше значения параметра "#1084 RadErr".
  - Интерполирование начнется от центра дуги, где радиус дуги в начальной точке и радиус дуги в конечной точке совпадают, если ошибка  $\Delta R$  будет меньше значения параметра "#1084 RadErr".



- (3) Ошибка программирования (P33) возникнет, если знак  $R$  отрицательный.
- (4) Ошибка программирования (P33) возникнет, если отсутствуют  $I\_K$  и  $R$  параметры в команде.
- (5) Параметр  $R$  имеет приоритет, если  $I\_K$  и  $R$  параметры заданы в одном кадре.
- (6) Если центр дуги задан в  $(0,0)$ , то команда дуги может быть выполнена в двух соседних квадрантах. Ошибка программирования (P33) возникнет при попытке построить дугу в более чем трех квадрантах.



- (7) В случае равных перемещений горизонтальное направление в выбранной плоскости будет принято за продольную ось.

Выбор плоскости	Продольная ось в случае равных перемещений
G17 (XY плоскость)	ось I
G18 (ZX плоскость)	ось K
G19 (YZ плоскость)	ось J

- (8) Обычно G36 используется для задания двух функций: автоматического измерения длины резца и нарезания круговой резьбы (против часовой стрелки). Какая функция будет выполнена, зависит от значения параметра "#1238 set10/bit0" (нарезание круговой резьбы).

Если #1238 set10/bit0 установлен в 0

G-функция	Назначение
G35	Нарезание круговой резьбы по часовой стрелке (CW)
G36	Автоматическое измерение длины инструмента X

Если #1238 set10/bit0 установлен в 1

G-функция	Назначение
G35	Нарезание круговой резьбы по часовой стрелке (CW)
G36	Нарезание круговой резьбы против часовой стрелки (CCW)
G37	Автоматическое измерение длины инструмента Z
G37.1	Автоматическое измерение длины инструмента X
G37.2	Автоматическое измерение длины инструмента Z

- (9) Если скорость подачи резания продольной и поперечной осей больше величины фиксированной скорости, то в начале нарезания резьбы возникнет «M01 ошибка операции 107», и нарезание резьбы не будет начато.
- (10) Во время нарезания резьбы скорость подачи может превзойти фиксированную скорость, чтобы обеспечить шаг резьбы. В этом случае «M01 ошибка операции 107» возникнет, но нарезание резьбы будет продолжено.  
Однако, если скорость подачи превысит фиксированную скорость во время команды нарезания круговой резьбы, которая задана во втором или последующих кадрах нарезания непрерывной резьбы, то работа в автоматическом режиме будет остановлена перед командой нарезания круговой резьбы во втором кадре, и возникнет «M01 ошибка операции 107».
- (11) Нарезание непрерывной резьбы осуществляется заданием последовательности из команд нарезания резьбы. Это позволяет нарезать специальные резьбы, шаг и форма которых могут изменяться. Нарезание непрерывной резьбы может быть задано в порядке: дуга → дуга, дуга → постоянный шаг, постоянный шаг → дуга.
- (12) Обычно лишний шаг нарезается в конце и начале резьбы из-за задержки сервоприводов. Поэтому задавайте необходимую длину резьбы с учетом длины лишнего шага в начале и конце резьбы.  
Другой способ задания требуемой длины резьбы: задайте команду нарезания круговой резьбы (G35/G36) с нужной длиной резьбы, а перед ней и после неё задайте команды нарезания резьбы с постоянным шагом (G33) с длиной резьбы, равной величине лишнего шага для требуемой круговой резьбы. (Нарезание непрерывной резьбы в порядке постоянный шаг → дуга → постоянный шаг.)

**Взаимосвязь с другими функциями**

- (1) Ошибка программирования (P113) возникнет, если функция G35/G36 задана для оси, не принадлежащей выбранной плоскости.
- (2) Скорость нарезания резьбы не синхронизируется с вращением шпинделя при холостом прогоне. (Шаг резьбы не гарантируется.)
- (3) Если во время нарезания резьбы включается сигнал холостого хода, то он игнорируется.
- (4) Если нажата кнопка останова подачи во время нарезания резьбы, то ЧПУ выполнит останов после завершения обработки кадра, следующего за кадром, в котором оканчивается нарезание резьбы. Т.е. останов выполняется после выхода из режима нарезания резьбы.
- (5) Нарезание круговой резьбы выполняется нормально даже в зеркальном режиме.
- (6) Ошибка программирования (P201) возникнет, если команда нарезания круговой резьбы G35/G36 задана в программе конечной формы в постоянном цикле смешанного типа.
- (7) Ошибка программирования (P385) возникнет, если скругление углов или снятие фасок задано во время нарезания круговой резьбы или в следующем кадре.
- (8) Линейная и круговая резьба не могут быть заданы одновременно, в противном случае возникнет ошибка программирования (P395 или P70).
- (9) Если нарезание резьбы задано во время коррекции на радиус вершины резца, то коррекция временно отменяется, и выполняется нарезание резьбы.
- (10) Не задавайте команду нарезания круговой резьбы в режиме постоянной скорости резания. Резьба не будет нарезана корректно, потому что скорость вращения шпинделя будет изменяться во время нарезания резьбы.

**Меры предосторожности**

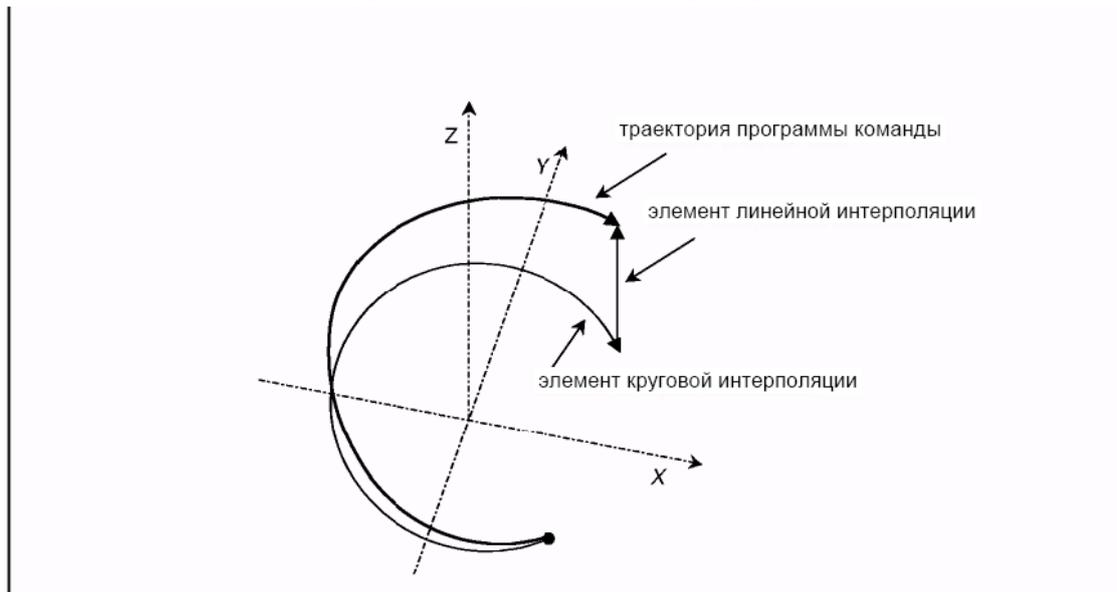
- (1) Коррекция скорости вращения шпинделя не действует во время нарезания резьбы.
- (2) Ошибка программирования (P39) возникнет, если команда нарезания круговой резьбы G35/G36 задана без аргументов.

## 6.7. Винтовая интерполяция; G17, G18, G19 и G02, G03



## Функция и назначение

Данная функция задает движение инструмента по спирали, совмещая линейную интерполяцию одной оси с круговой интерполяцией двух других осей.



## Формат команды

**G17 G02 (G03) X/U\_\_ Y/V\_\_ Z/W\_\_ I\_\_ J\_\_ F\_\_;**

**G17 G02 (G03) X/U\_\_ Y/V\_\_ Z/W\_\_ R\_\_ F\_\_;**

G17	Плоскость дуги (G17: X-Y плоскость, G18: Z-X плоскость, G19: Y-Z плоскость)
G02 (G03)	Направление вращения дуги (G02: по час. стрелке, G03: против ч.с.)
X/U__, Y/V__	Координаты конечной точки дуги
Z/W__	Координаты конечной точки линейной оси
I__, J__	Координаты центра дуги
R__	Радиус дуги
F__	Величина подачи

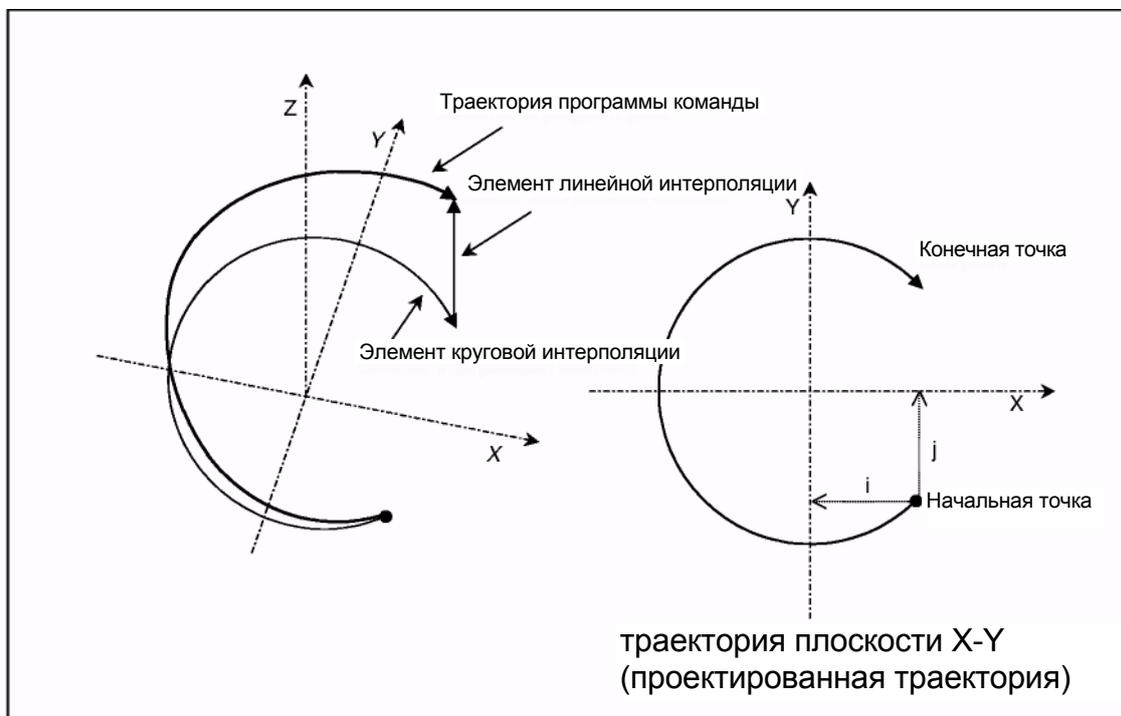
**(Замечание 1)** В данном руководстве используются следующие установки: I ось :X , J ось :Y, K ось :Z.



## Детальное описание

Следующая траектория будет иметь место при приведенном задании:

G17 G02 X/U\_\_ Y/V\_\_ Z/W\_\_ I\_\_ J\_\_ F\_\_;



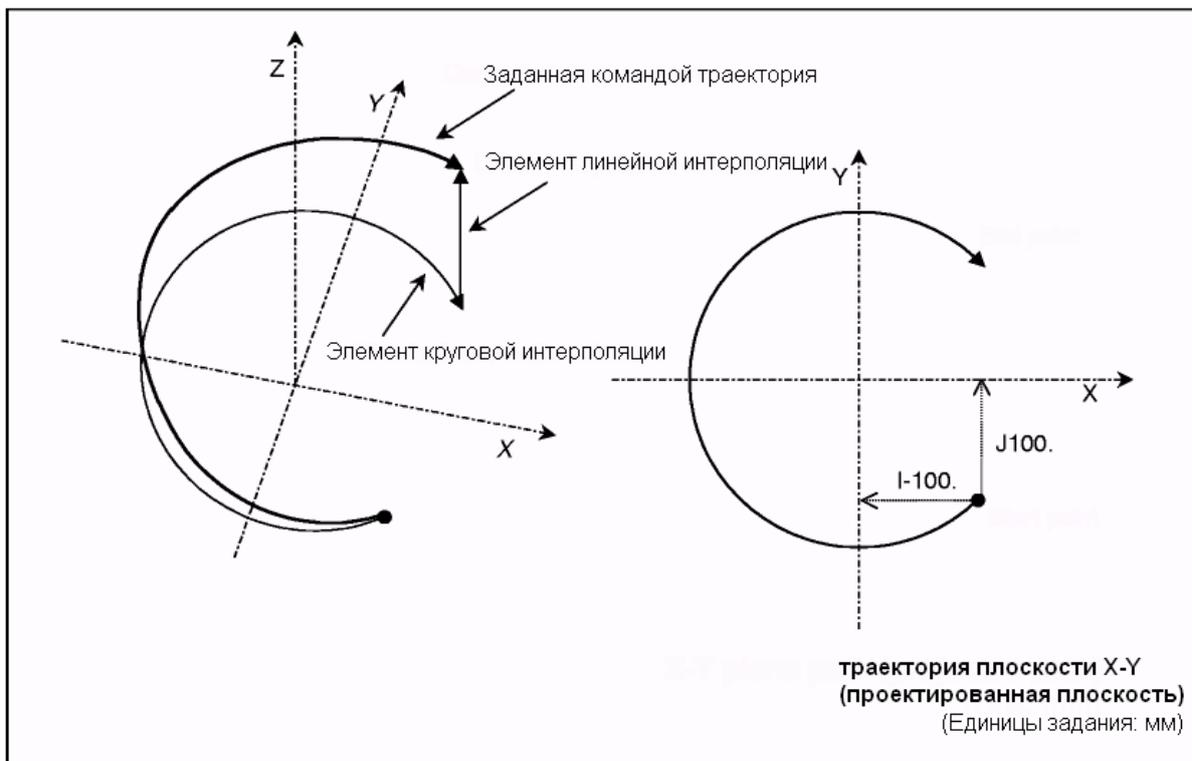
Левый рисунок это вид на процесс с боку, а правый показывает плоскость дуги сверху.



## Пример программы

(Пример)

```
G17 G02 X100. Y100. Z100. I-100. J100. F120 ;
```



Левый рисунок это вид на процесс с боку, а правый показывает плоскость дуги сверху. Координаты начальной точки : 100mm по оси X и -100mm в направлении оси Y в системе координат детали, обработка начинается с подачи 120мм/мин и с заданным вращением.



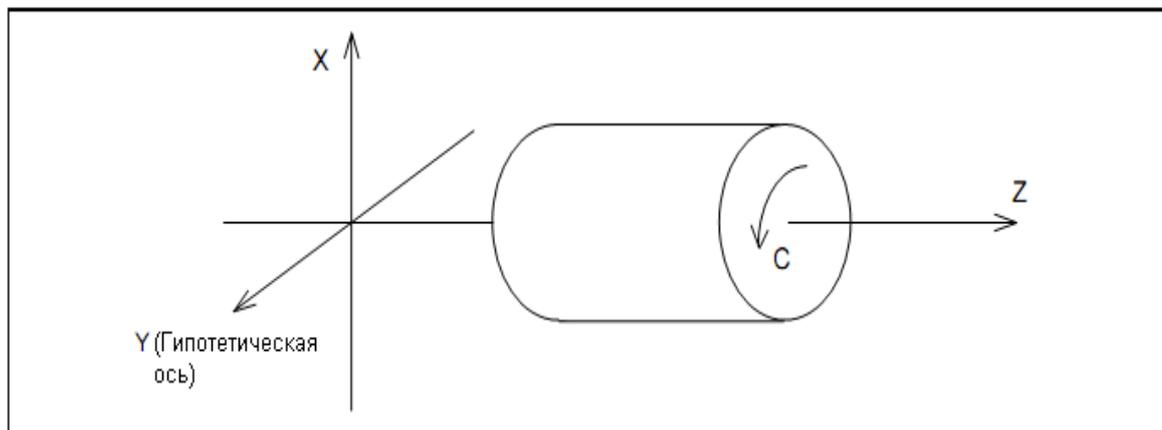
## Меры предосторожности

- (1) При выполнении винтовой интерполяции, задавайте линейное перемещение по осям, которые не участвуют в круговой интерполяции.
- (2) Можно задать число осей, не более максимального количества, управляемого системой ЧПУ одновременно.
- (3) Не может быть задано более одного оборота. (Соблюдены требования круговой интерполяции.)
- (4) Задавайте величину подачи как совокупную скорость всех осей.
- (5) При винтовой интерполяции оси, определяющие плоскость, являются осями круговой интерполяции, а другие оси – осями линейной интерполяции.
- (6) Графическое моделирование процесса невозможно.
- (7) Команды обработки углов, заданные до или после кадра винтовой интерполяции, действуют только для осей, принадлежащих выбранной плоскости.
- (8) Смотри раздел круговой интерполяции (G02, G03) для разъяснения параметров и сообщений об ошибках.

## 6.8. Фрезерная интерполяция; G12.1

**Функция и назначение**

Фрезерная интерполяция используется для контурного управления путем преобразования команд, заданных в ортогональной системе координат в перемещения линейной оси и оси вращения (вращения детали).



Команда G12.1 задаётся для выполнения фрезерования, а команда G13.1 задаётся для отмены фрезерования и возврата к обычной токарной обработке.

**Формат команды**

<b>G12.1 D__ E__;</b>	<b>Режим фрезерования ВКЛЮЧЕН</b>
D	Выбор обозначения гипотетической оси фрезерования
E	Назначение оси вращения для фрезерной интерполяции

<b>G13.1;</b>	<b>Режим фрезерования ВЫКЛЮЧЕН (Токарный режим)</b>
---------------	---

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единица изм.)	Замечания
D	Выбор имени гипотетической оси фрезерования	0: ось Y 1 : имя оси вращения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• При отсутствии параметра D в команде имя гипотетической оси фрезерования будет установлено в соответствии с параметром (#1517 mill_C).</li> <li>• Если в команде задано только D, это будет обработано как D0.</li> <li>• Ошибка программирования (P35) возникнет, если после параметра D задано значение, отличное от 0 или 1.</li> </ul>
E	Назначение оси вращения для фрезерной интерполяции	Команда G12.1 задает имя оси вращения в системе ЧПУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• При отсутствии параметра E ось вращения для фрезерной интерполяции будет установлена в соответствии со значением параметра (#1516 mill_ax).</li> <li>• Ошибка программирования (P33) возникнет, если задан только параметр E.</li> <li>• Ошибка программирования (P33) появится, если имя оси не задан после "E=".</li> <li>• Ошибка программирования (P300) возникнет, если не существующая в системе ось задана в качестве оси вращения.</li> <li>• Ошибка программирования (P32) возникнет, если задано число вместо имени оси вращения.</li> <li>• Чтобы задать команду после "E= имя оси вращения", следует разделить "E= имя оси вращения" и другую команду запятой (.). Ошибка программирования (P33) возникнет при отсутствии запятой.</li> </ul>

Следующие G-функции используются для выбора фрезерования и задания условий.

код G	Функция	Замечания
G12.1	Режим фрезерования ВКЛЮЧЕН	По умолчанию G13.1.
G13.1	Режим фрезерования ВЫКЛЮЧЕН	
G16	Выбор цилиндрической плоскости Y-Z	G17, G16 и G19 могут быть установлены по умолчанию (при задании G12.1) параметрами.
G17	Выбор плоскости X-Y	
G19	Выбор плоскости Y-Z	
G41	Левый радиус корректировки резца	По умолчанию G40.
G42	Правый радиус корректировки резца	



## 6.8.1. Выбор режима фрезерования



## Детальное описание

- (1) Команды G12.1 и G13.1 используются для переключения токарного режима (G13.1) и режима фрезерования (G12.1).
- (2) Данные команды являются модалными, и при включении электропитания активным режимом является токарный режим.
- (3) Следующие требования должны быть выполнены перед заданием команды G12.1. В противном случае возникнет ошибка программирования (P485).
  - (а) Отменена коррекция радиуса вершины резца.
  - (б) Отменена постоянная скорость резания.
- (4) Если одна из контролируемых осей в режиме фрезерования не завершила возврат в исходную точку, возникнет ошибка программирования (P484).
- (5) Команда G12.1 автоматически отменяет задание F в асинхронном режиме. Поэтому, следует задать F в режиме фрезерования.

**(Замечание 1)** В случае выполнения G12.1 без задания команды перемещения, коррекция радиуса вершины резца будет отменена в кадре G12.1 после того, как коррекция радиуса вершины резца отменена независимой командой G40.

**(Замечание 2)** Если фрезерная интерполяция задана в зеркальном режиме, то возникнет ошибка программирования (P486).

**(Замечание 3)** Если задана команда G12.1, проводится проверка замедления.

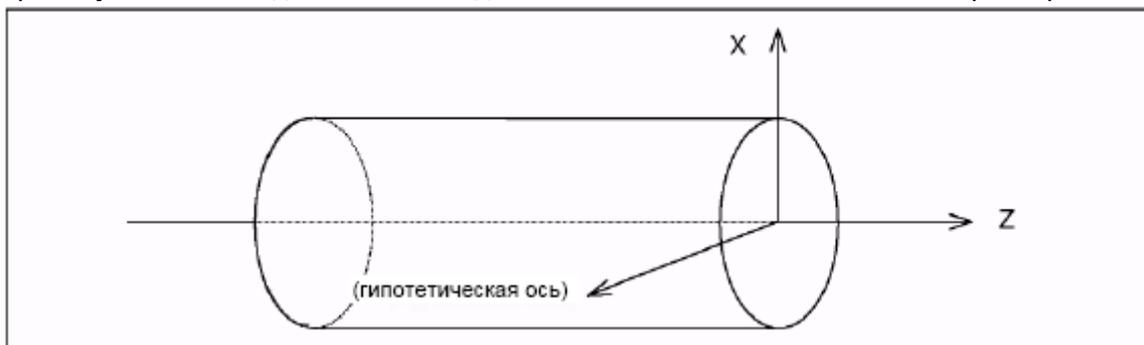
**(Замечание 4)** Если во время выполнения команды G12.1 задана какая-нибудь команда, кроме команды выбора плоскости, то возникнет ошибка программирования (P33).

6.8.2. Оси задания и управляемые оси при фрезерной интерполяции



Детальное описание

- (1) Две ортогональные линейные оси (ось X и ось Z) и ось вращения используются в качестве осей задания при фрезерной интерполяции. Ось вращения выбирается с помощью команды E. При отсутствии команды E будет выбрана ось, заданная параметром.
- (2) Три ортогональные линейные оси используются в качестве осей задания для фрезерной интерполяции. Это оси X, Z, и гипотетическая ось. Гипотетическая ось - это гипотетическая ось для фрезерной интерполяции, пересекающая оси X и Z под прямым углом. Имя гипотетической оси - это имя управляемой оси вращения, выбранное с помощью Y или в (1) с помощью команды D. При отсутствии команды D имя оси задается в соответствии со значением параметра.



- (3) Ось задания X при фрезеровании – это не просто интерполированная управляемая ось X. Система ЧПУ управляет ею, как осью X в системе координат фрезерования при заданной команде G12. 1.
- (4) В режиме фрезерования будет ли позиционирование задаваться в командах радиуса или командах диаметра, выбирается с помощью параметра:

Параметр	Подробности
#8111 радиус фрезерования	0: Команда радиуса для всех осей
	1 : Определяется параметром (#1019 dia) для каждой оси

(Пример 1)

Когда C является осью вращения, а "Y" именем гипотетической оси

(Программа 1)

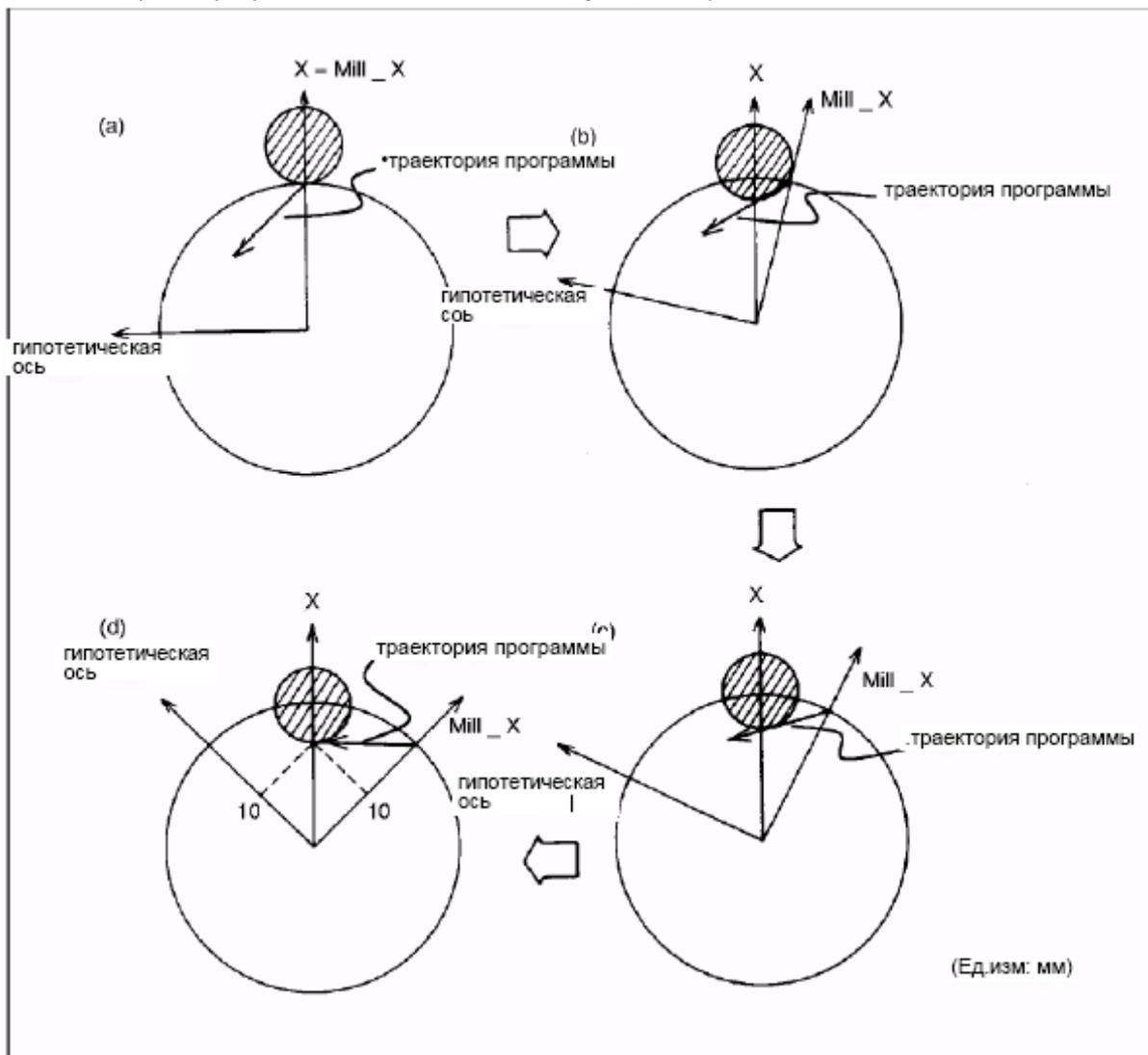
```

...
N1 GO X40 ; N2G12.1
; (илиG12.1 E=C,
DO;) N3G1 X10. Y10.
F10 ;
...

```

(Ед. изм: мм)

Кадр N3 программы 1 выполняется следующим образом:



Текущие значения  
 X 28.284 (значение диаметра)  
 C 45.000

- (5) Фрезерная интерполяция также возможна в системе с двумя осями управления, состоящей из одной линейной оси и одной оси вращения. Ось X должна использоваться в качестве линейной оси. Ось вращения и гипотетическая ось фрезерования выбираются, как показано выше. В режиме фрезерования должна быть выбрана плоскость G17.
- (6) Таблица, приведенная ниже, содержит перечень имен возрастающей оси гипотетической оси, используемых в режиме фрезерования. Данные команды оси относятся исключительно к командам радиуса.

Выбранная гипотетическая ось	Имя абсолютной оси	Имя инкрементной оси
ось Y	Y	V
Ось вращения (C)	Имя оси вращения (C)	Имя инкрементной оси вращения (H)

(Дальнейшее описание использует Y для имени гипотетической оси и C для имени оси вращения.)

## 6.8.3. Выбор плоскости в режиме фрезерования

**Функция и назначение**

В режиме фрезерования команда выбора плоскости определяет плоскость, в которой перемещается резец, для круговой интерполяции или коррекции радиуса резца.

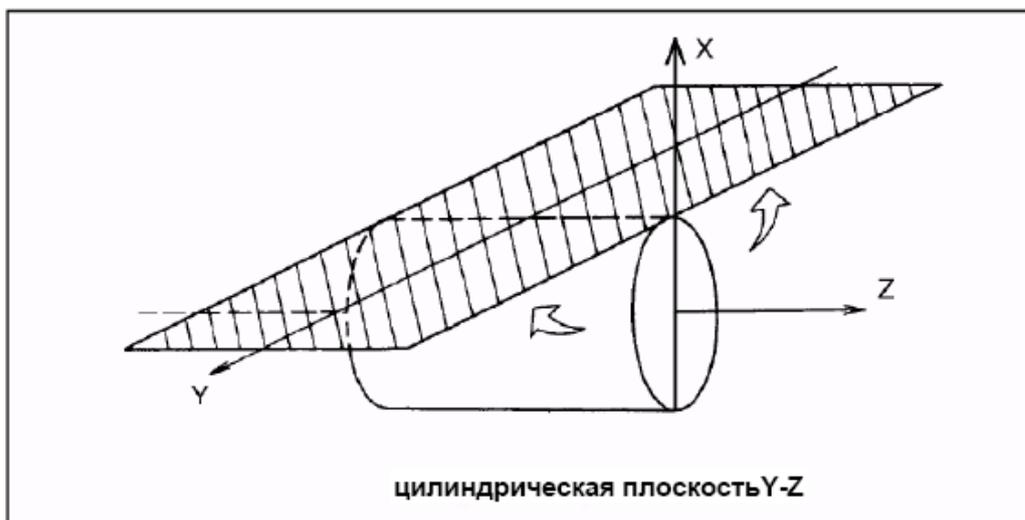
**Формат команды**

<b>G17/G19 ;</b>	
<b>G16 C_;</b>	
G16	цилиндрическая плоскость Y-Z
C_	Значение радиуса цилиндра
G17	плоскость X-Y
G19	плоскость Y-Z

- (1) Приведенные команды G для выбора плоскости являются модалными. Плоскость G17 автоматически выбирается по умолчанию каждый раз при переключении из токарного режима в режим фрезерования с помощью команды G12.1. При переключении из режима фрезерования обратно в токарный режим командой G13.1 снова выбирается плоскость, которая была выбрана перед режимом фрезерования.
- (2) G16 или G19 могут также быть установлены как плоскости по умолчанию при задании команды G12.1. Для этого применяется параметр.
- (3) Ниже поясняется выбор всех трех плоскостей.

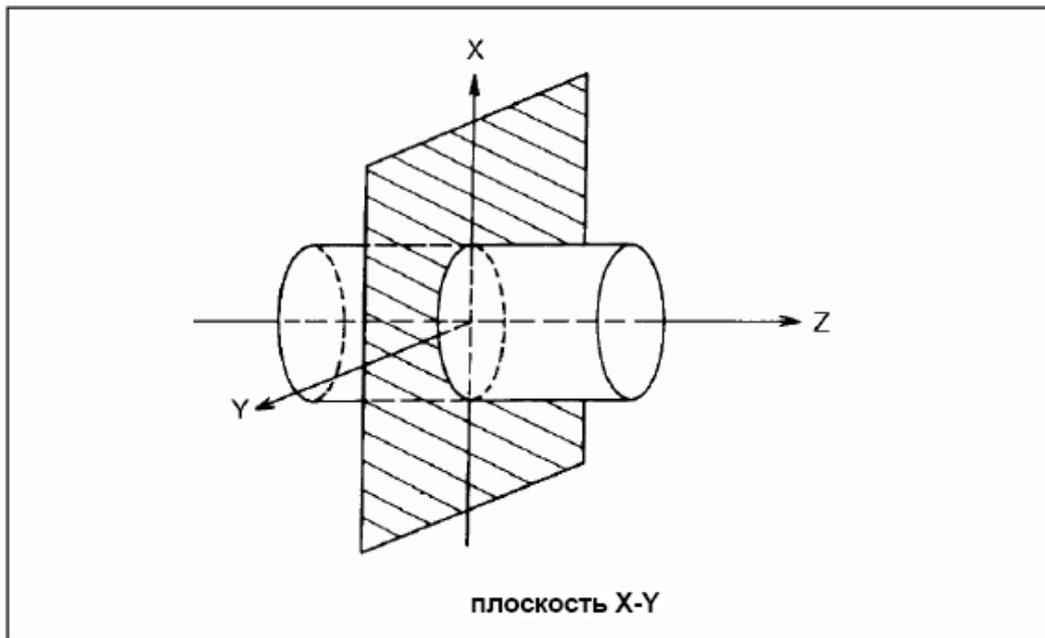
**(a) G16**

G16 обозначает плоскость, полученную разверткой цилиндра с радиусом основания X. Это полезно при обработке боковой поверхности детали.

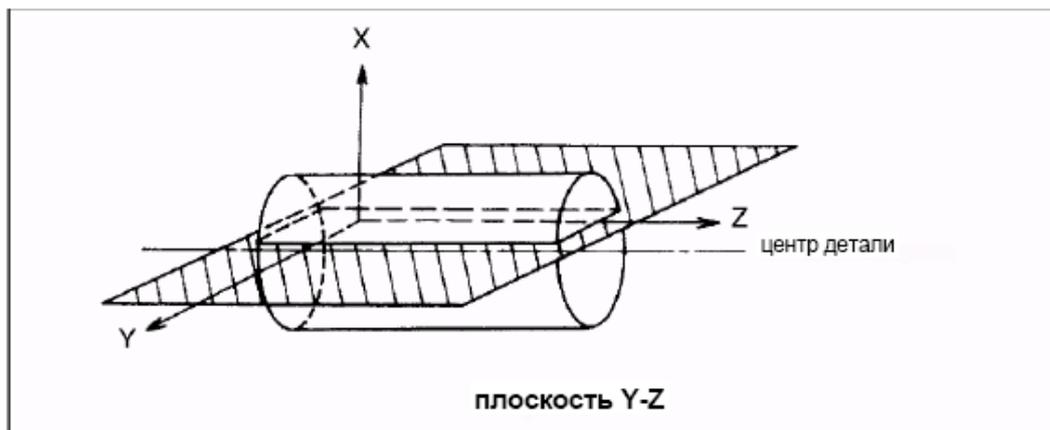


**(б) G17**

G17 – это плоскость X-Y в ортогональной системе координат XYZ. Это полезно при обработке торцевой поверхности детали.

**(б) G19**

G19 является плоскостью Y-Z в ортогональной системе координат XYZ.



## 6.8.4. Настройка системы координат фрезерования



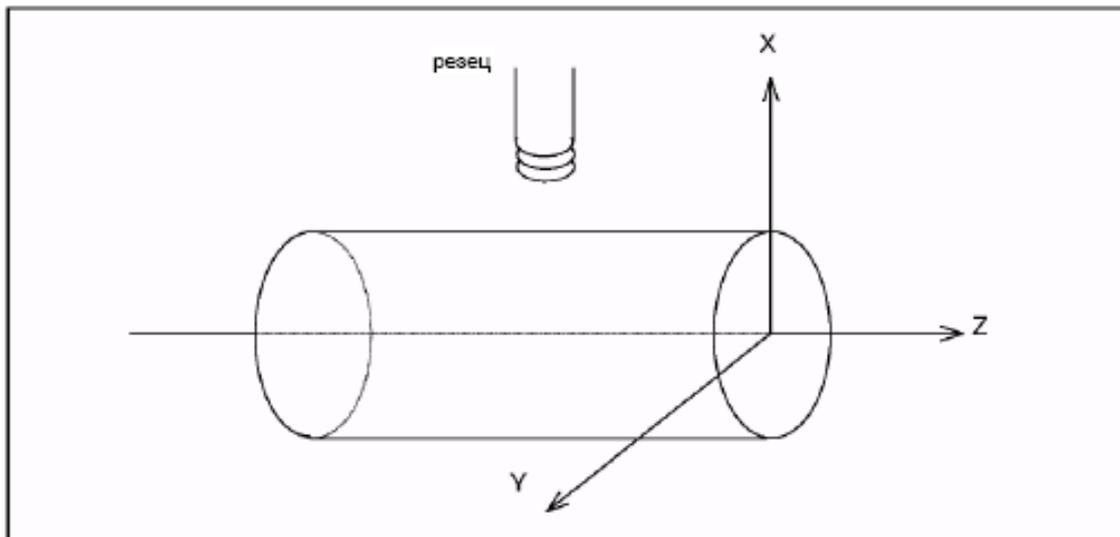
## Функция и назначение

Система координат для режима фрезерования устанавливается в соответствии с выбранной плоскостью каждый раз при переключении из токарного режима (G13.1) в режим фрезерования командой G12.1.



## Плоскости G17 и G19

- (1) Для осей X и Z, текущие позиции заданы как значение радиуса.
- (2) Ось Y определяется как ось, пересекающая оси X и Z под прямым правым углом. Y=0 определяется командой G12.1.



**(Замечание 1)** В режиме фрезерования на плоскости G17 ось X оперирует в области (положительных или отрицательных значений), заданной до задания команды G12.1. Если Вы хотите управлять осью X в положительной области в режиме фрезерования, необходимо осуществить движение оси X в положительную область (включая 0) до задания команды G12.1. Если Вы хотите управлять осью X в отрицательной области в режиме фрезерования, необходимо осуществить движение оси X в отрицательную область (не включая 0) до задания команды G12.1.



## Плоскость G16

- (1) Для выбора плоскости G16 нужно значение радиуса цилиндра задать как "G16 C\_ ;". Если значение радиуса не определено, текущее значение оси X используется в качестве значения радиуса для определения цилиндра. Если значение радиуса цилиндра не может быть определено, появится ошибка программирования (P485).
- (2) Как и в нормальном токарном режиме, ось X показывает расстояние от центральной линии детали.
- (3) G16 (цилиндрическая плоскость Y-Z) в сущности является стороной цилиндра.
- (4) Ось X показывает расстояние от центральной линии детали. Ось Y отображает окружность со значением радиуса основания цилиндра, определяемого командой G16.

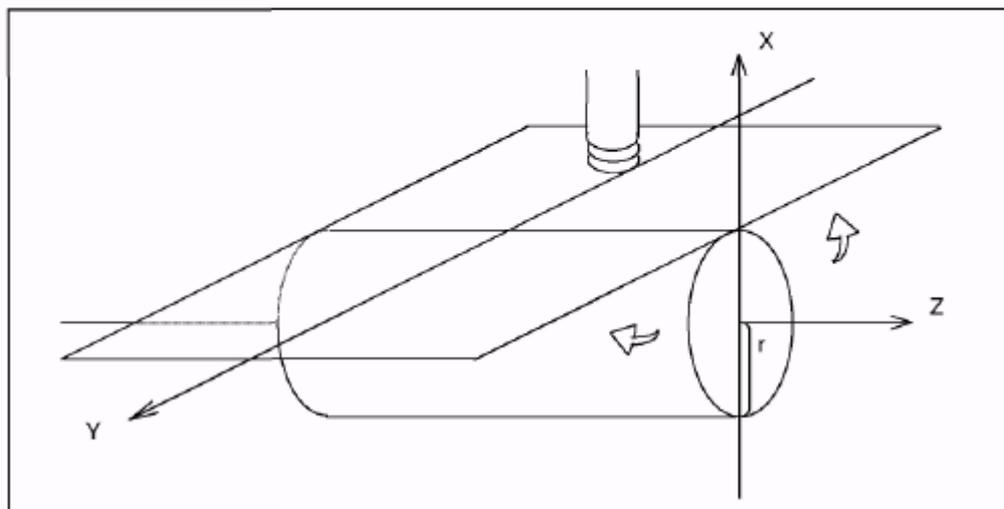
(5) Нулевая точка оси Y является позицией, в которой задана команда G12.1.

(Пример)

```

:
:
:
:
G12.1 G16 C50. ;    или   G12.1 ;    или   G12.1 E=e,Dd ;    или   G12.1 E=e,Dd ;
:                    G16 C50. ;    или   G16 C50. ;    или   G16 C50. ;
:
:
:
:
:
:

```



## 6.8.5. Подготовительные функции



## Действующие G-функции в режиме фрезерования

Классификация	код G	Функция	Классификация	код G	Функция
*	G00	Позиционирование		G65	Макровывоз
*	G01	Линейная интерполяция		G66	Макровывоз модальный А
*	G02	Круговая интерполяция (CW)		G66.1	макровывоз модальный В
*	G03	Круговая интерполяция (CCW)		G67	Отмена модального макровывоза
	G04	Выдержка времени			
	G09	Контроль точного останова		G80	Отмена цикла сверления отверстий
	G13.1	Токарный режим		G83	Цикл глубокого сверления (ось Z)
O	G16	выбор цилиндрической плоскости Y-Z		G84	Цикл нарезания резьбы метчиком (ось Z)
	G17	выбор плоскости X-Y		G85	Цикл бурения (ось Z)
	G19	выбор плоскости Y-Z		G87	Цикл глубокого сверления (ось X)
	G22	Защитное ограждение ВКЛ		G88	Цикл нарезания резьбы метчиком (ось X)
	G23	Защитное ограждение ВЫКЛ		G89	Цикл бурения (ось X)
				G90	Команда абсолютного задания
				G91	Команда инкрементного задания
				G94	Асинхронная подача
				G98	Начальная точка возврата цикла сверления отверстия
				G99	Точка R возврата из цикла сверления отверстия
	G40	Отмена компенсации радиуса резца		G61	Режим точной остановки
	G41	Левый радиус компенсации резца			
	G42	Правый радиус компенсации резца		G64	Токарный режим

\* : Команда фрезерной интерполяции

O : код G используется исключительно в режиме фрезерования

- (1) Если в режиме фрезерования задан недействительный код G, появится ошибка программы (P481). Если фрезерная интерполяция задана в режиме фрезерования, появится ошибка программы (P481).
- (2) В режиме фрезерования все команды движения задаются системой координат, определяемой выбранной плоскостью механической обработки. Ось вращения таким образом не может двигаться прямой командой в режиме фрезерования. Поэтому для выполнения фрезерования при определенном положении детали позиционирование должно быть осуществлено в токарном режиме.  
**(Пример)**  
G0 X100. S180.; => Позиционирование перед фрезерованием  
G12.1;(orG12.1 E=C,DO;)  
G0 X50.;
- (3) Если команда для оси, отличной от X, Z и Y (ось вращения), задана в режиме фрезерования, возникнет ошибка программирования (P482). Асинхронное нарезание резьбы метчиком может быть использовано в режиме фрезерования, однако, задание синхронного нарезания резьбы метчиком недопустимо.

- (4) В режиме фрезерования ось Y может быть определена только 4 кодами G: G00, G01, G02 и G03. Они называются командами фрезерной интерполяции.
- (5) Циклы синхронного нарезания резьбы метчиком G84, G88 не могут быть заданы в режиме фрезерования.



### Позиционирование (G00)

Если команда G00 задана в режиме фрезерования, позиционирование в указанную точку на выбранной плоскости осуществляется на скорости быстрого хода.

**G00 X/U\_\_ Y/V\_\_ Z/W\_\_ ;**



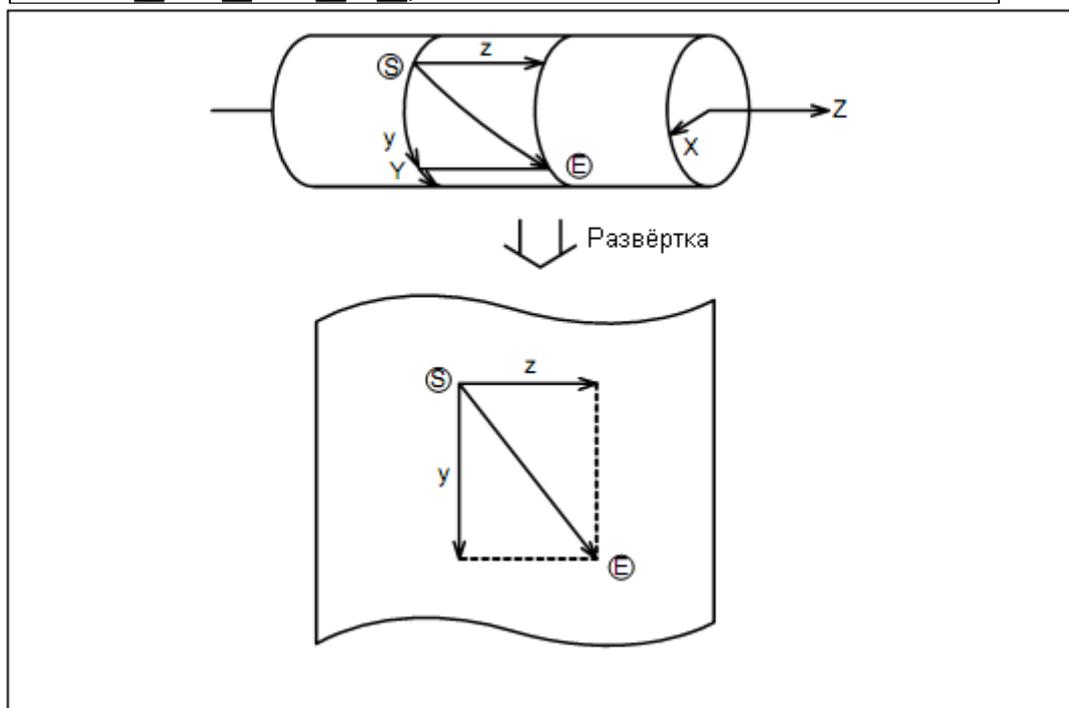
### Линейная интерполяция (G01)

Если команда G01 задана в режиме фрезерования, линейная интерполяция в указанную точку на выбранной плоскости осуществляется на скорости, определенной скоростью F.

#### (1) Режим G16

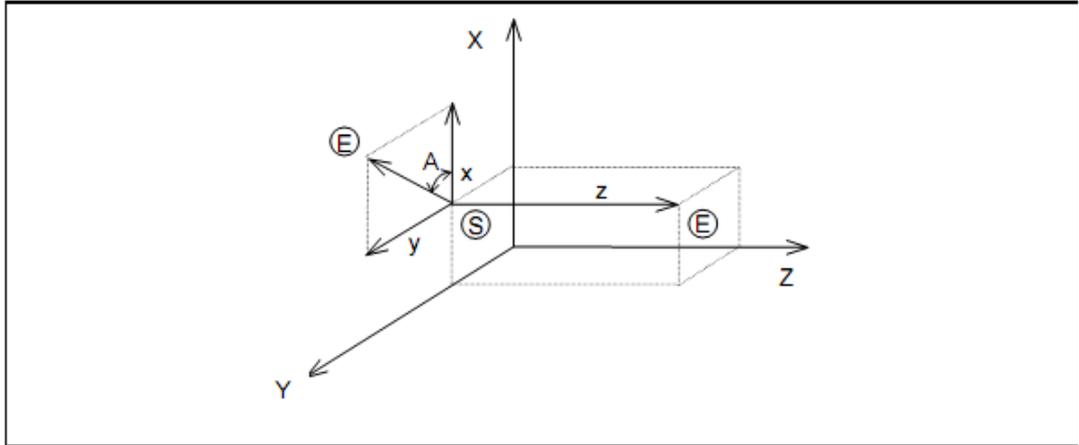
Формат команды

**G01 X/U\_\_ Y/V\_\_ Z/W\_\_ F\_\_ ;**



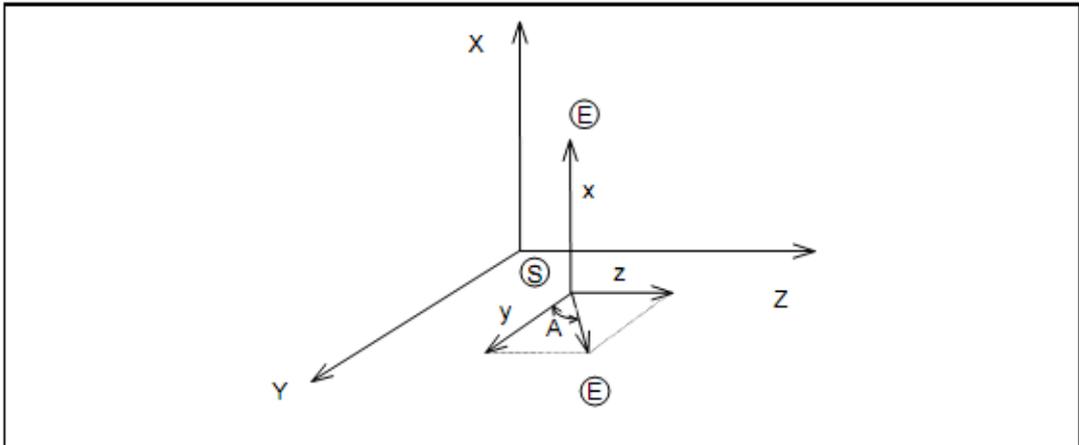
## (2) Режим G17

Формат команды

`G01 X/U__ Y/V__ Z/W__ F__ ;`

## (3) Режим G19

Формат команды

`G01 X/U__ Y/V__ Z/W__ F__ ;`



## Круговая интерполяция (G02/G03)

Если команда G02 или G03 задана в режиме фрезерования, круговая интерполяция выполняется с указанной скоростью на выбранной плоскости.

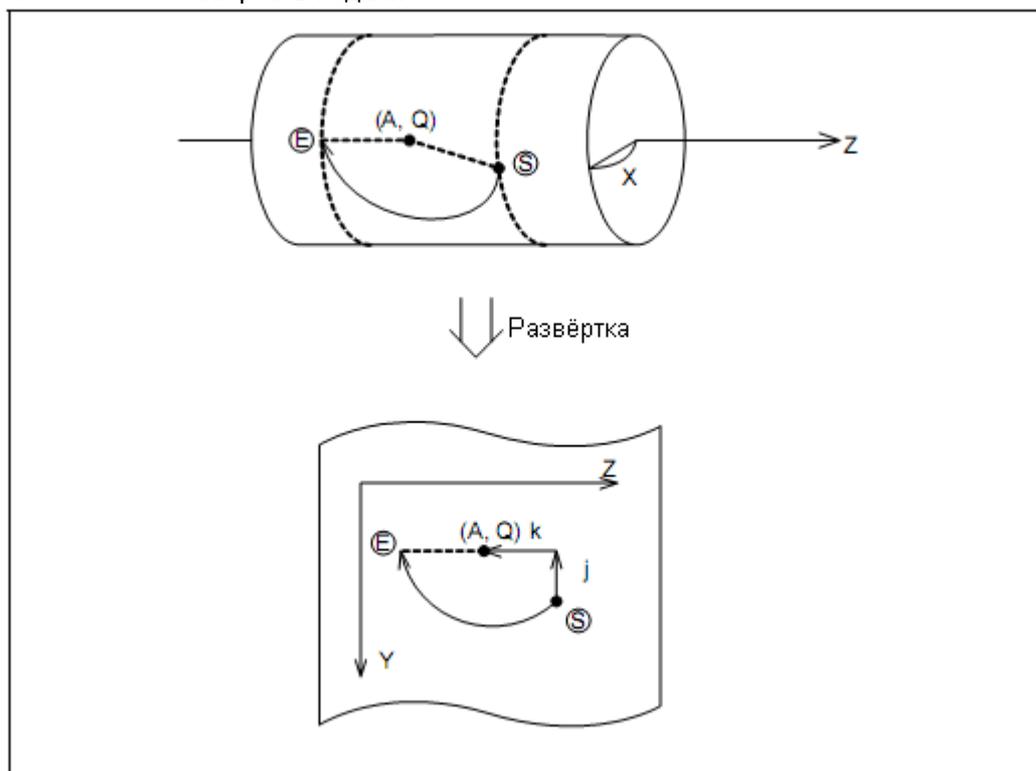
## (1) Режим G16

G02/G03 Y/V\_\_ Z/W\_\_ J\_\_ K\_\_ F\_\_ ;

или

G02/G03 Y/V\_\_ Z/W\_\_ R\_\_ F\_\_ ;

G02	Круговая интерполяция (по часовой стрелке)
G03	Круговая интерполяция (против часовой стрелки)
Y/V	Координата конечной точки круга, ось Y (Y: абсолютное значение, V: инкрементное значение)
Z/W	Координата конечной точки круга, ось Z (Z: абсолютное значение, W: инкрементное значение)
J/K	Инкрементное значение центра круга (инкрементное значение задания радиуса от начальной точки до центра)
R	Радиус круга
F	Скорость подачи



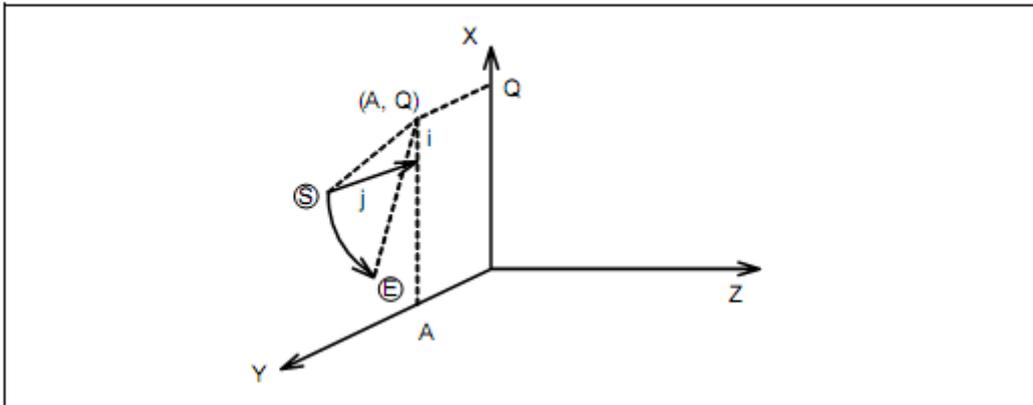
(2) Режим G17

G02/G03 X/U\_\_ Y/V\_\_ I\_\_ J\_\_ F\_\_ ;

или

G02/G03 X/U\_\_ Y/V\_\_ R\_\_ F\_\_ ;

- X/U Координата конечной точки круга, ось X (X: абсолютное значение, U: инкрементное значение)
- Y/V Координата конечной точки круга, ось Y (Y: абсолютное значение, V: инкрементное значение)
- I/J Инкрементное значение центра круга (инкрементное значение задания радиуса от начальной точки до центра)
- R Радиус круга
- F Скорость подачи



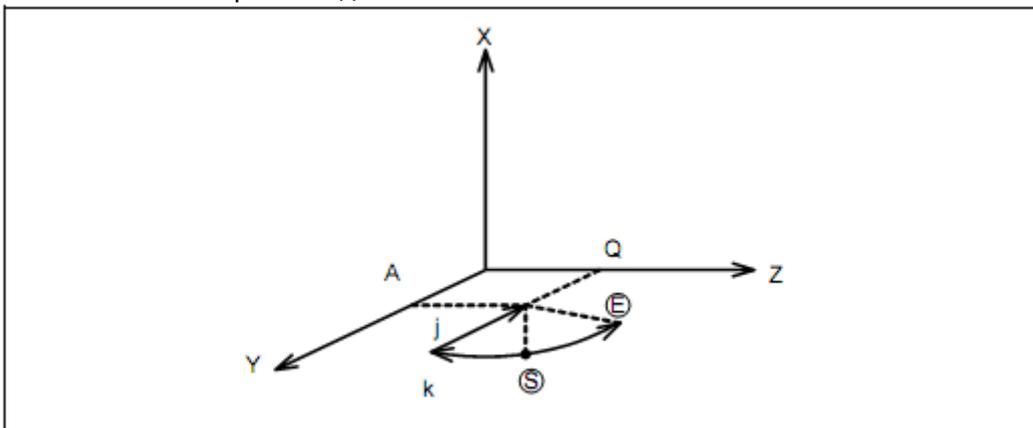
(3) Режим G19

G02/G03 X/U\_\_ Y/V\_\_ I\_\_ J\_\_ F\_\_ ;

или

G02/G03 X/U\_\_ Y/V\_\_ R\_\_ F\_\_ ;

- X/U Координата конечной точки круга, ось X (X: абсолютное значение, U: инкрементное значение)
- Y/V Координата конечной точки круга, ось Y (Y: абсолютное значение, V: инкрементное значение)
- I/J Инкрементное значение центра круга (инкрементное значение задания радиуса от начальной точки до центра)
- R Радиус круга
- F Скорость подачи



## 6.8.6. Переключение из фрезерного в токарный режим; G13.1



## Детальное описание

- (1) Команда G13.1 используется для отмены режима фрезерования и возврата в токарный режим.
  - (2) Команда G13.1 действует при соблюдении следующих требований. В противном случае возникнет ошибка программирования (P485).
    - (а) Коррекция радиуса резца отменена.
  - (3) Команда G13.1 восстанавливает плоскость, выбранную до задания предыдущей команды G12.1.
  - (4) Команда G13.1 восстанавливает режим подачи (синхронная или асинхронная) и значение F (при асинхронном режиме), выбранные до задания предыдущей команды G12.1.
- (Замечание 1)** Если при выполнении G13.1 не задана команда движения, то коррекция радиуса резца отменяется в кадре G13.1 после отмены независимой командой G40.
- (Замечание 2)** При задании команды G13.1 выполняется контроль замедления.
- (Замечание 3)** Если задана другая команда во время выполнения G13.1, то возникнет ошибка программирования.

## 6.8.7. Подача



## Асинхронная подача

Режим асинхронной подачи (команда G94) может использовать формат задания F6.3 для задания скорости подачи в минуту в единицах 0.001мм/мин. Допустимый диапазон при этом от 0.001 до 999999.999 мм/мин. Если реальная скорость превышает скорость фиксации рабочей подачи, то она ограничивается скоростью фиксации.

- (Замечание 1)** При переключении токарного режима в режим фрезерования командой G12.1, происходит сброс модального значения команды F. Поэтому, после смены режима скорость подачи должна быть задана командой F.
- (Замечание 2)** Команда G12.1 принудительно задает режим асинхронной подачи.
- (Замечание 3)** При отмене фрезерного режима командой G13.1 и скорость подачи, и модальное значение команды F возвращаются в первоначальное состояние, которое имело место до задания команды G12.1.

## 6.8.8. Вспомогательные программные функции



## Взаимосвязь с другими функциями

Следующие вспомогательные функции доступны в режиме фрезерования:

- (1) Команда линейного угла
- (2) Переменная команда
- (3) Автоматическая обработка углов (фаска / скругление угла)
- (4) Геометрическая функция
- (5) Цикл сверления отверстий
- (6) Функция подпрограммы
- (7) Макросы пользователя

6.8.9. Прочие функции



Взаимосвязь с другими функциями

- (1) Команды M и B могут быть заданы в режиме фрезерования.
- (2) В режиме фрезерования команда S определяет не скорость вращения шпинделя, а скорость вращения инструмента.
- (3) При задании команды T в режиме фрезерования появляется ошибка программы (P485). Поэтому перед заданием команды G12.1 необходимо произвести выбор резца.

```

:
T1212 ;      => Задайте команду T перед командой G12.1.
GOX100. ZO. ;
G12.1 ; (или G12.1 E=C,DO ;)
:
T1200 ;      => В режиме фрезерования команда T вызывает ошибку (P485).
:
G13.1 ;
    
```

- (4) Следует завершить операцию коррекции инструмента (перемещение на длину инструмента и коррекцию на величину износа) перед заданием режима фрезерования. В противном случае результатом будет следующее:

Система координат станка не изменяется даже при выполнении G12.1.  
 Система координат детали изменяется согласно последней коррекции длины резца при выполнении G12.1. (Даже если отменить фрезерный режим, то система координат детали не будет сброшена.)

**(Пример)**

Смещение системы координат детали (ось X) = 20.  
 Величина коррекции инструмента T0101 (ось X) = 100.  
 Задание коррекции с перемещением после T-команды

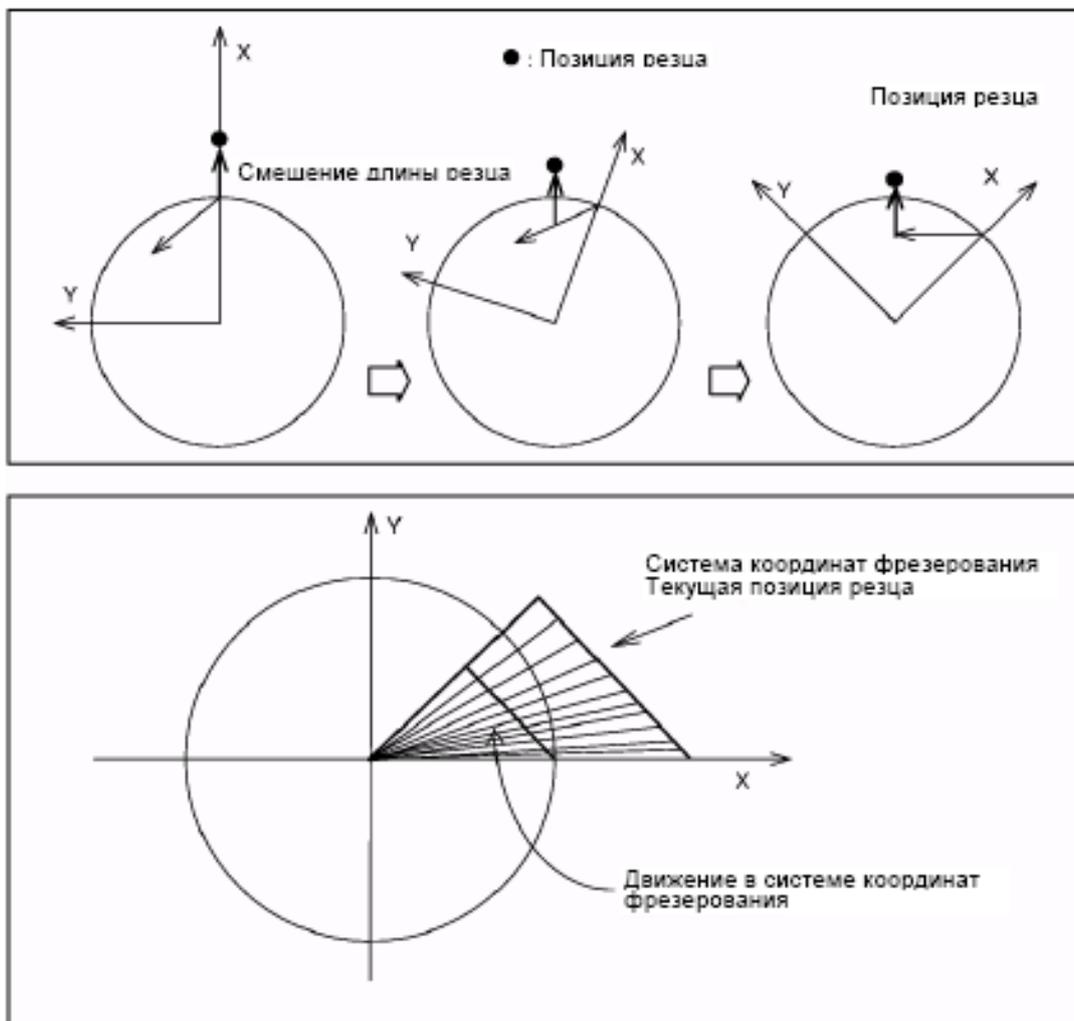
<Программа обработки>	<Система координат детали>		<Система координат станка>		
	[X axis]	[C axis]	[X axis]	[C axis]	
:					
G00 X200. C0.;	200.	0.	220.	0.	
T0101;	200.	0.	220.	0.	
G12.1;	100.	0.	220.	0.	<-Система координат детали смещена (без перемещения оси)
G01 X50.F1000;	50.	0.	170.	0.	
:					

## 6.8.10. Функции смещения резца



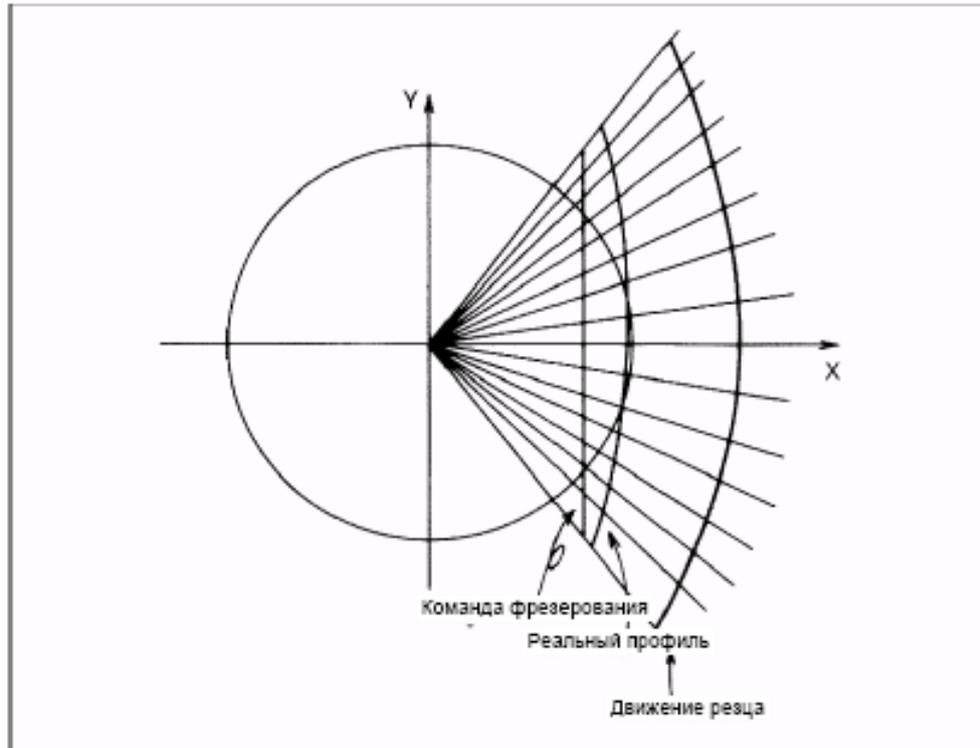
## Смещение на длину резца

- (1) В режиме фрезерования коррекция резца выполняется добавлением величины смещения на длину резца, указанной в рабочей системе координат, преобразованной из системы координат фрезерования.



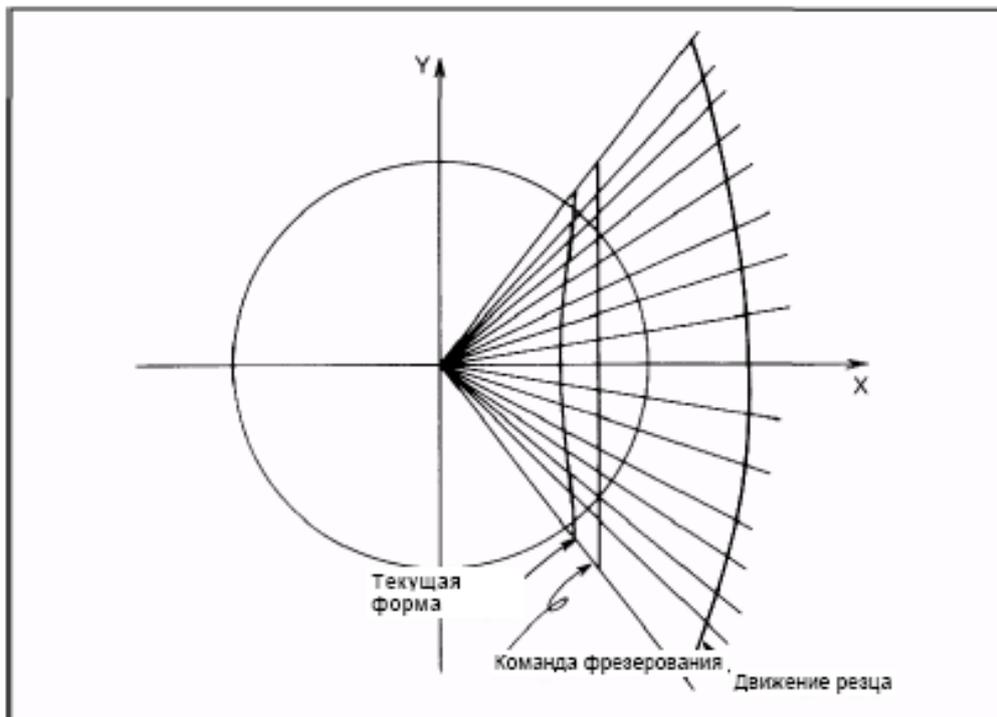
- (2) Как и в (1) на предыдущей странице, если величина смещения отличается от реальной, то форма профиля не корректируется должным образом.
- (а) Если величина смещения больше длины резца:

**Пример:** Реальная длина резца равна 15.0 при длине резца  $X = 20.0$



(б) Если величина смещения меньше длины резца:

**Пример:** Реальная длина резца равна 25.0 при длине резца  $X = 20.0$



### Коррекция на радиус инструмента

Форму заготовки можно корректировать в направлении вектора степени радиуса резца, определяемого командой G (G40 до G42) и выбранным значением корректировки.

#### Формат команды

<b>G40</b> Xx Yy ;	<b>Отмена коррекции радиуса резца</b>
<b>G41</b> Xx Yy ;	<b>Коррекция радиуса резца (левая)</b>
<b>G42</b> Xx Yy ;	<b>Коррекция радиуса резца (правая)</b>

- (1) Команда коррекции радиуса резца должна задаваться после переключения в режим фрезерования. Команда коррекции радиуса резца должна быть отменена до восстановления токарного режима.
- (2) Номер коррекции резца должен быть задан до переключения в режим фрезерования (до задания команды G12. 1).  
Команда T в режиме фрезерования вызывает ошибку программирования (P485).
- (3) Коррекция радиуса резца производится на выбранной плоскости.

G17 плоскость ...	оси XY
G19 плоскость	оси YZ
G16 плоскость	оси YZ



### Режим отмены коррекции на радиус инструмента

Коррекция радиуса резца отменяется при наличии одного из условий:

- (1) При действующей команде G12.1
- (2) После задания команды отмены корректировки (G40)

В режиме отмены коррекции вектор смещения равен 0, а траектория центра резца совпадает с запрограммированной траекторией. Программа, содержащая коррекцию радиуса резца, должна быть завершена после отмены коррекции.



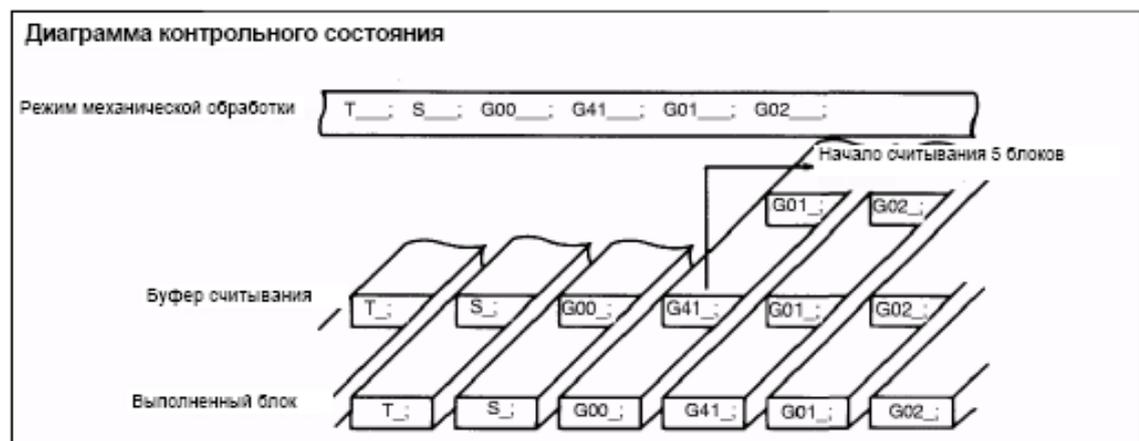
### Начало коррекции на радиус инструмента (запуск)

Коррекция на радиус резца начнется, если в режиме отмены коррекции выполнены все следующие требования:

- (1) Заданы команды G41 или G42.
- (2) Номер коррекции радиуса резца больше 0 и равен или меньше наибольшего номера коррекции.
- (3) Команда движения – не команда движения по окружности.

Как в непрерывном, так и в покадровом режиме коррекция всегда начинается после считывания трех кадров команд перемещения, а при отсутствии трех кадров команд перемещения – до пяти непрерывных кадров.

Подобным образом, в режиме коррекции, происходит считывание до 5 кадров для выполнения коррекции.



Существует два способа запуска коррекции радиуса резца: тип А и тип В.

Тип зависит от значения параметра "tool nose compensation type В".

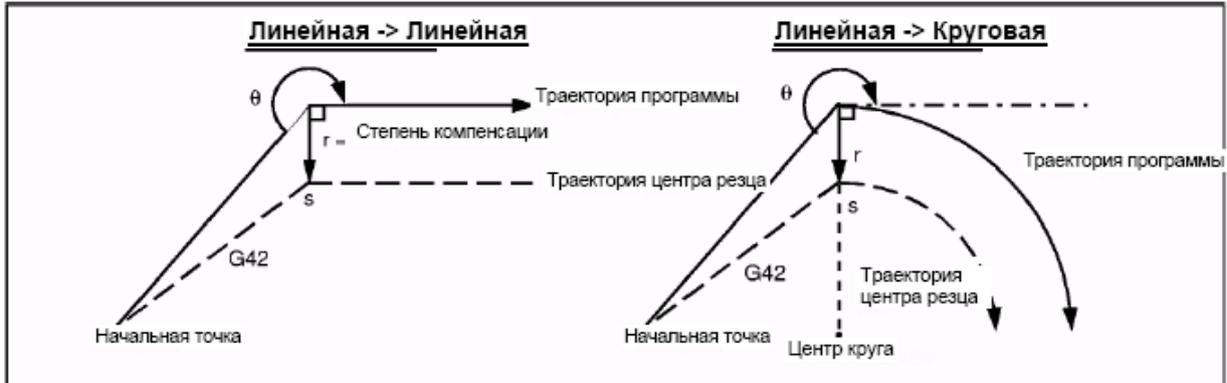
Данный тип используется аналогично с типом отмены коррекции.

В нижеследующем пояснительном рисунке "S" обозначает точку покадрового останова.

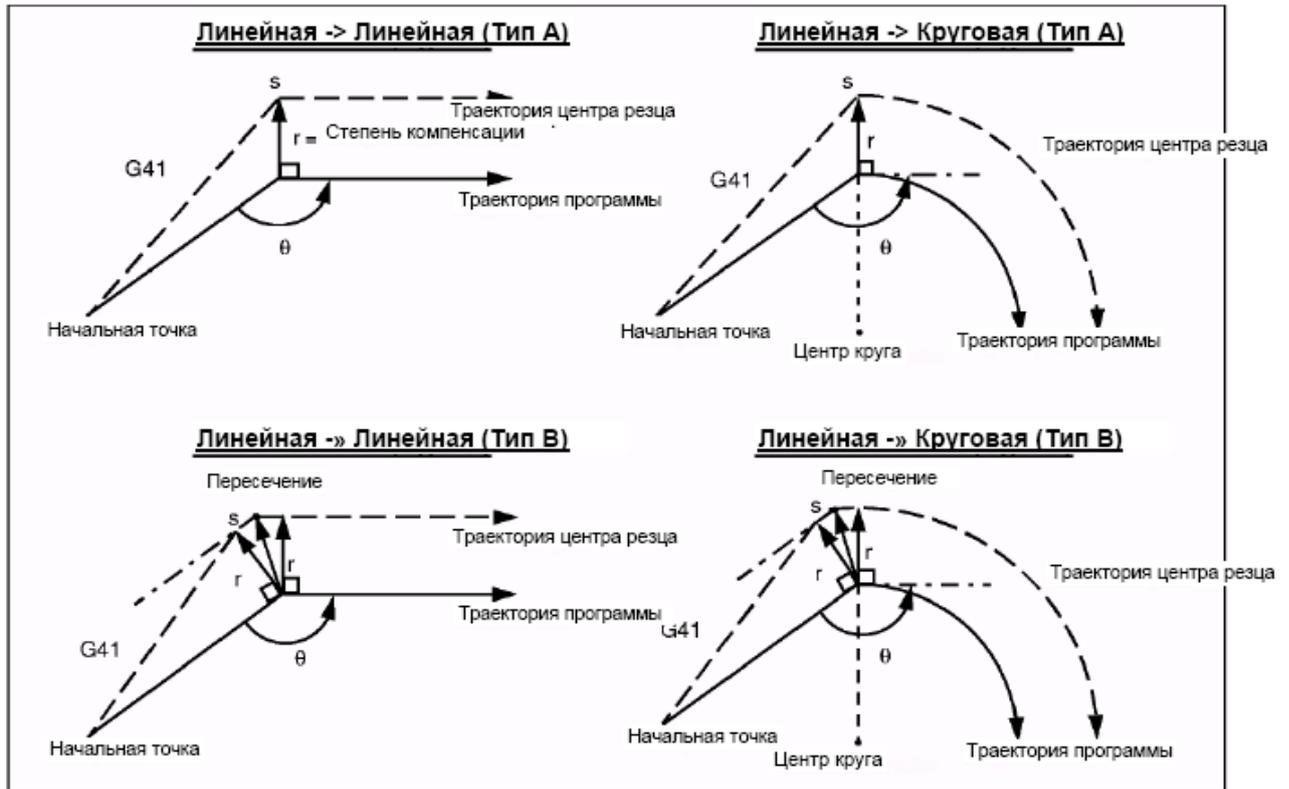


Запуск коррекции на радиус инструмента

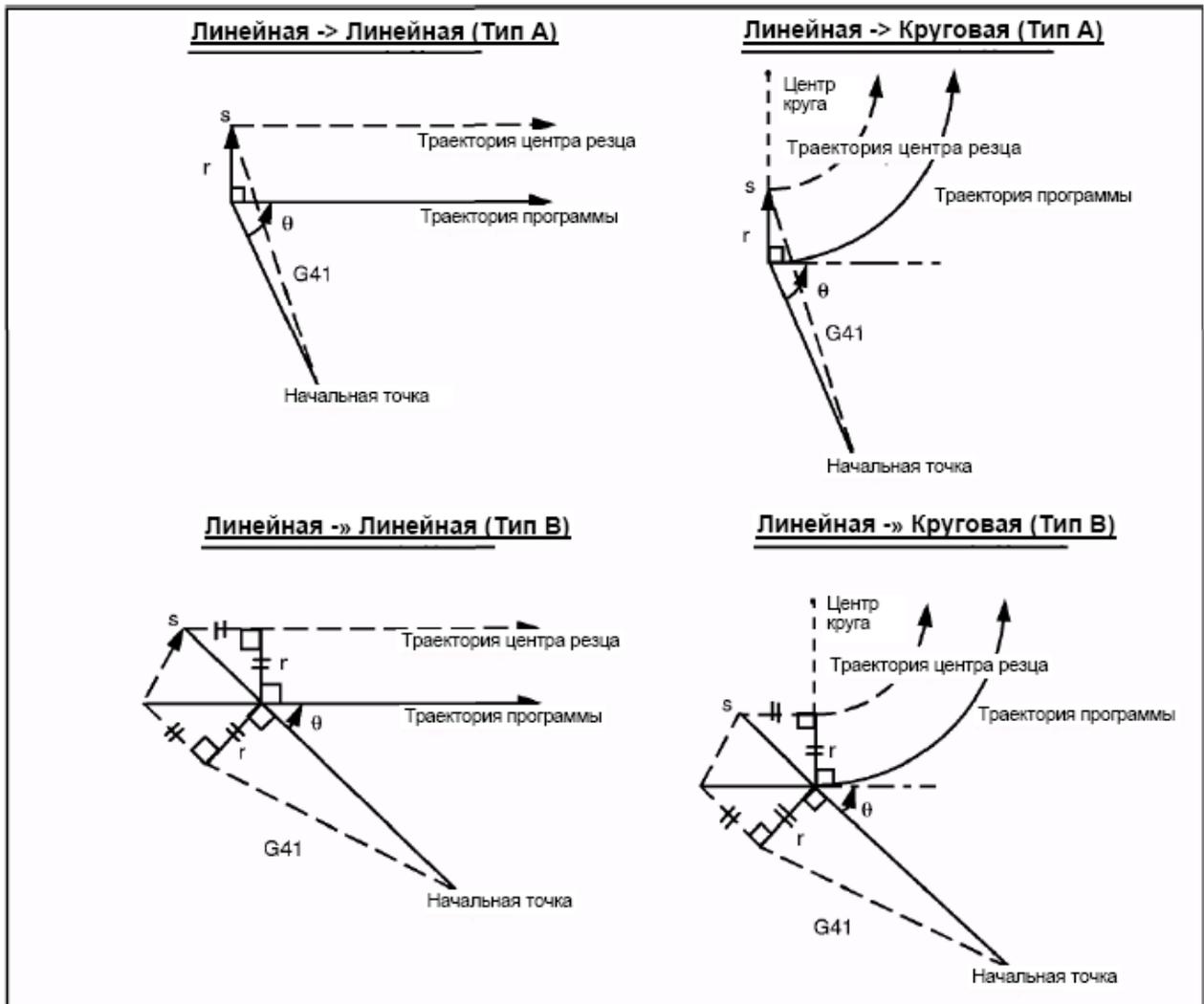
(1) Обработка внутреннего угла



(2) Обработка внешнего угла (тупой угол) (Тип А или В можно выбрать с помощью параметра) [ $90^\circ < \theta < 180^\circ$ ]



(3) Обработка внешнего угла (острый угол) (Тип А или В можно выбрать с помощью параметра) [ $\theta < 90^\circ$ ]





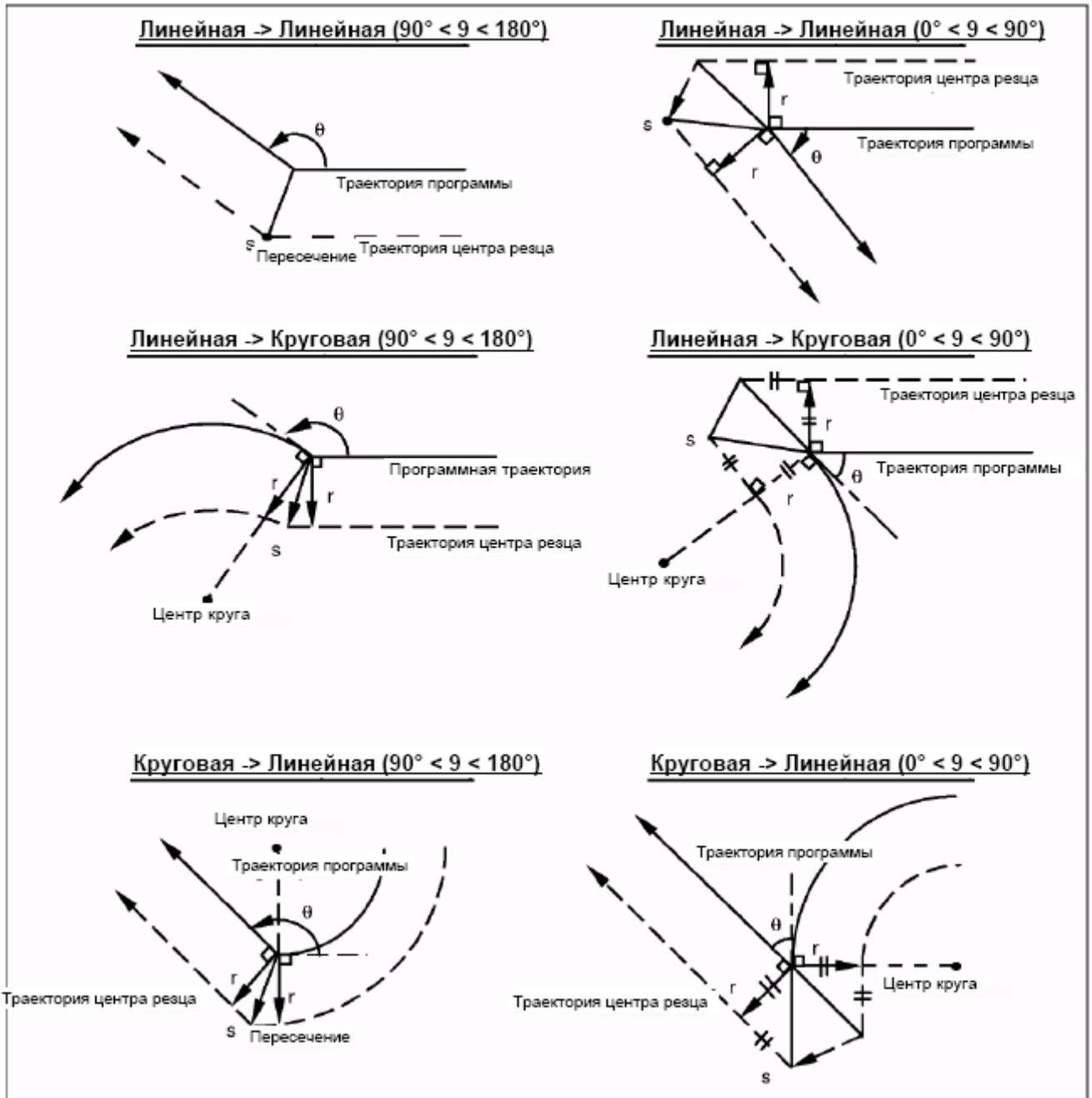
Операции в режиме коррекции

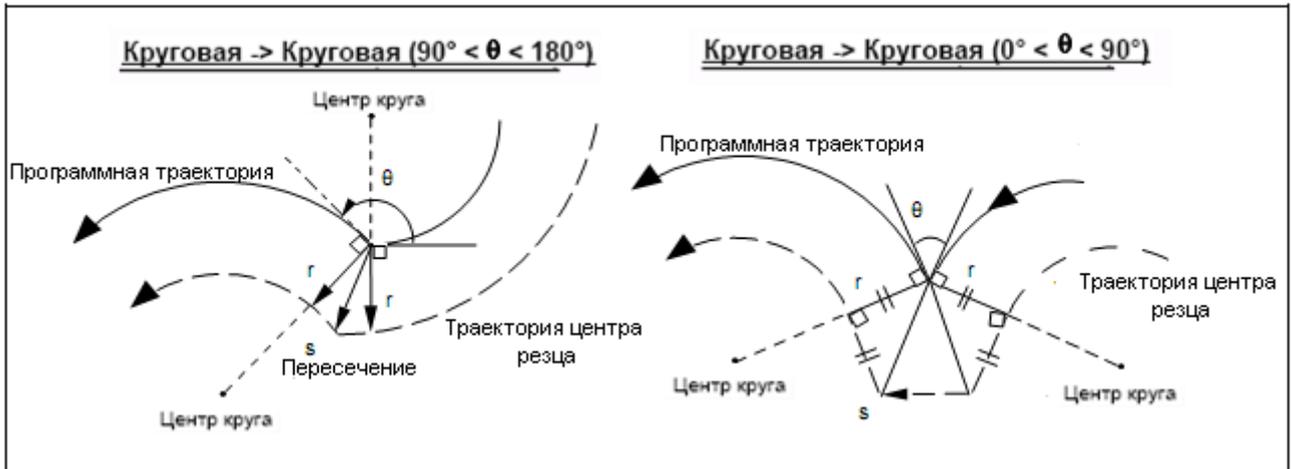
Коррекция действует как для команд позиционирования, так и для интерполяционных команд, таких как круговая и линейная интерполяция.

Даже если одна и та же команда коррекции (G41 или G42) задана в режиме коррекции, она будет проигнорирована.

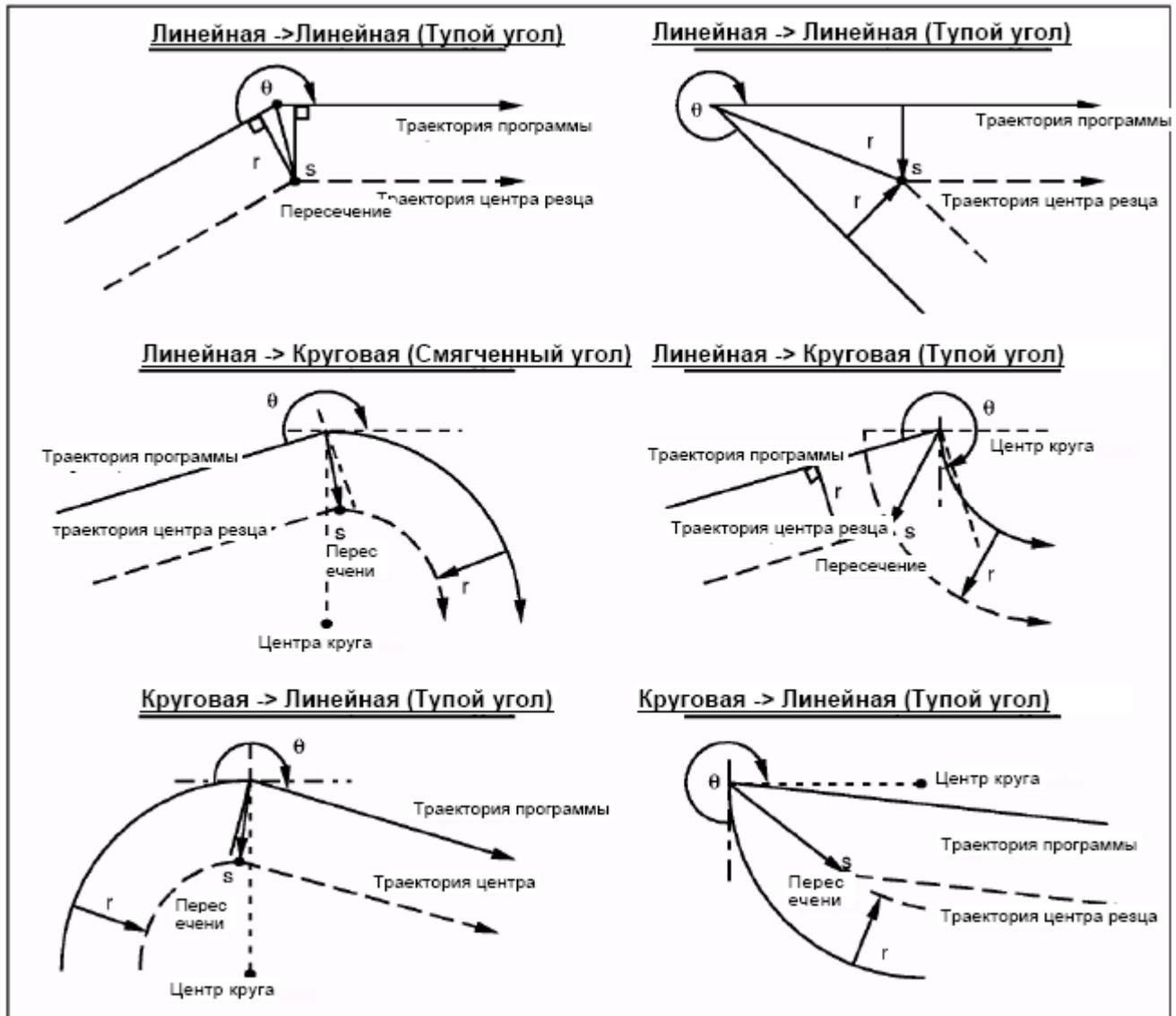
Если 4 или более кадра подряд, не содержащих команды перемещения, заданы в режиме коррекции, то произойдет рез или недорез детали.

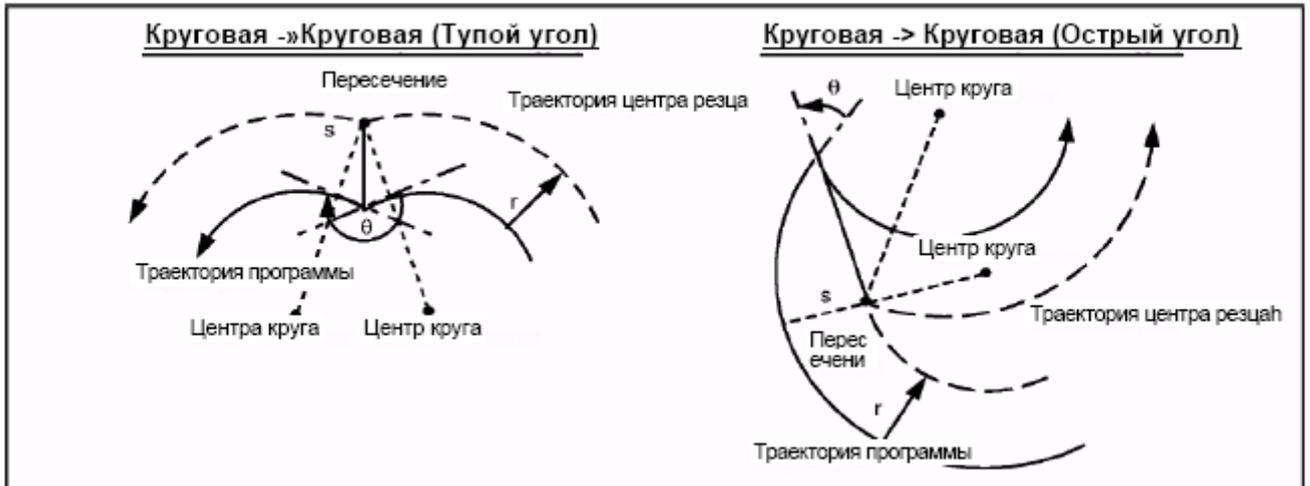
(1) Механическая обработка внешнего угла





(2) Обработка внутреннего угла

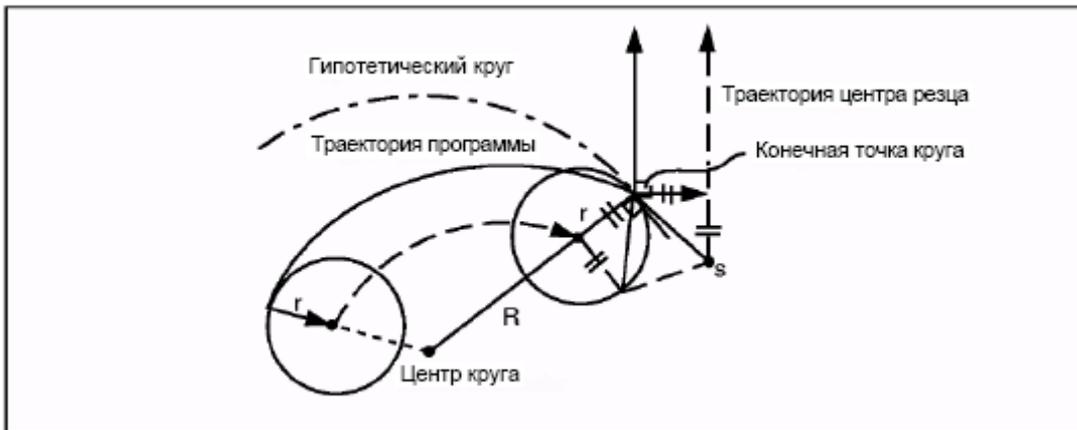




**(3) Если конечная точка дуги не лежит на окружности**

При задании круговой спирали: участок дуги от начальной точки до конечной интерполируется как спиральная дуга.

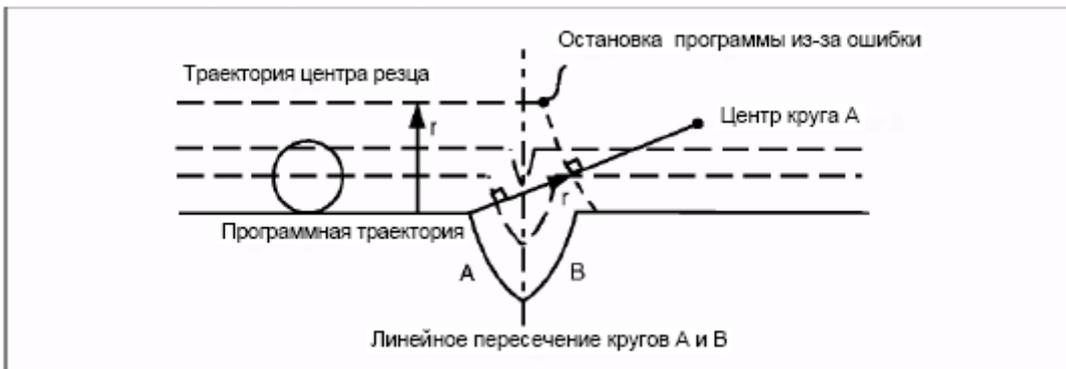
При задании обычной окружности: если ошибка после коррекции находится в пределах значения параметра, то будет произведена интерполяция спиральной дуги.



**(4) Если не существует внутреннего пересечения**

На примере, приведенном на рисунке ниже, показано, что пересечение дуг А и В может отсутствовать по причине величины коррекции.

В таких случаях возникает ошибка программирования (P152), и резец останавливается в конечной точке предыдущего кадра.





## Отмена коррекции на радиус резца

В случае выполнения одного из следующих условий в режиме коррекции радиуса резца коррекция будет отменена. Однако, команда перемещения должна быть отличной от круговой команды. При попытке отмены коррекции с помощью круговой команды возникнет ошибка программирования (P151).

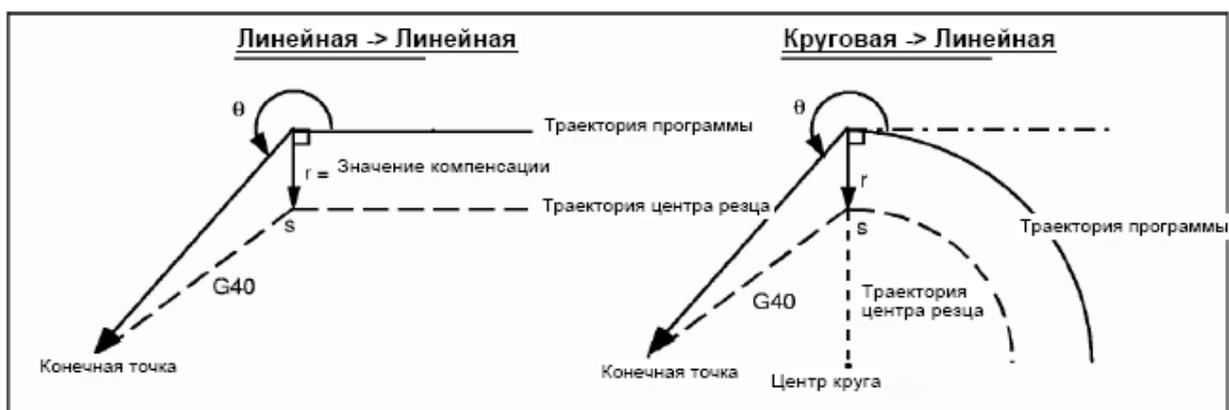
- (1) Выполнена команда G40.

Режим отмены устанавливается, как только произошло считывание команды отмены коррекции, процесс предварительного считывания 5 кадров приостановлен, вместо чего применено предварительное считывание 1 кадра.

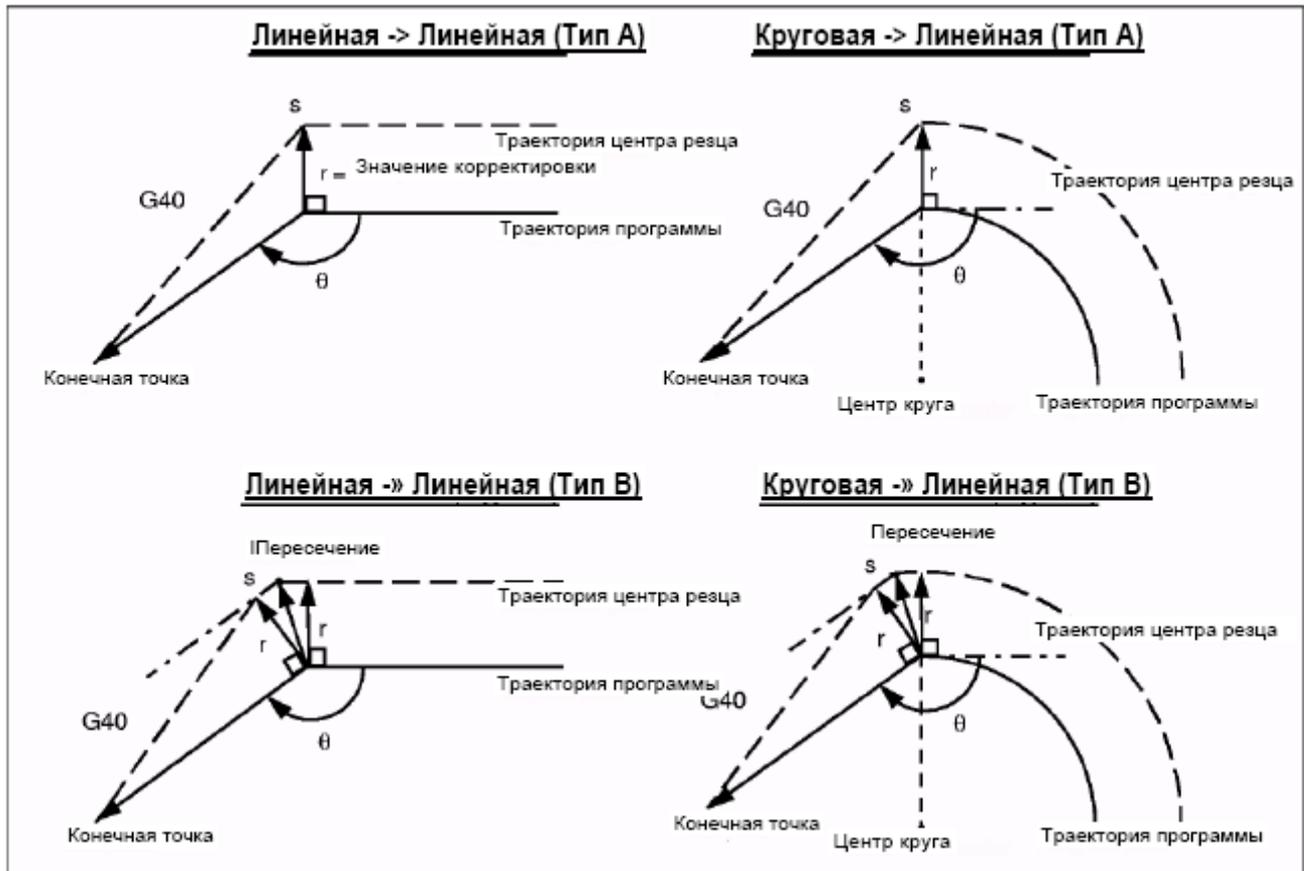


## Операция отмены коррекции на радиус резца

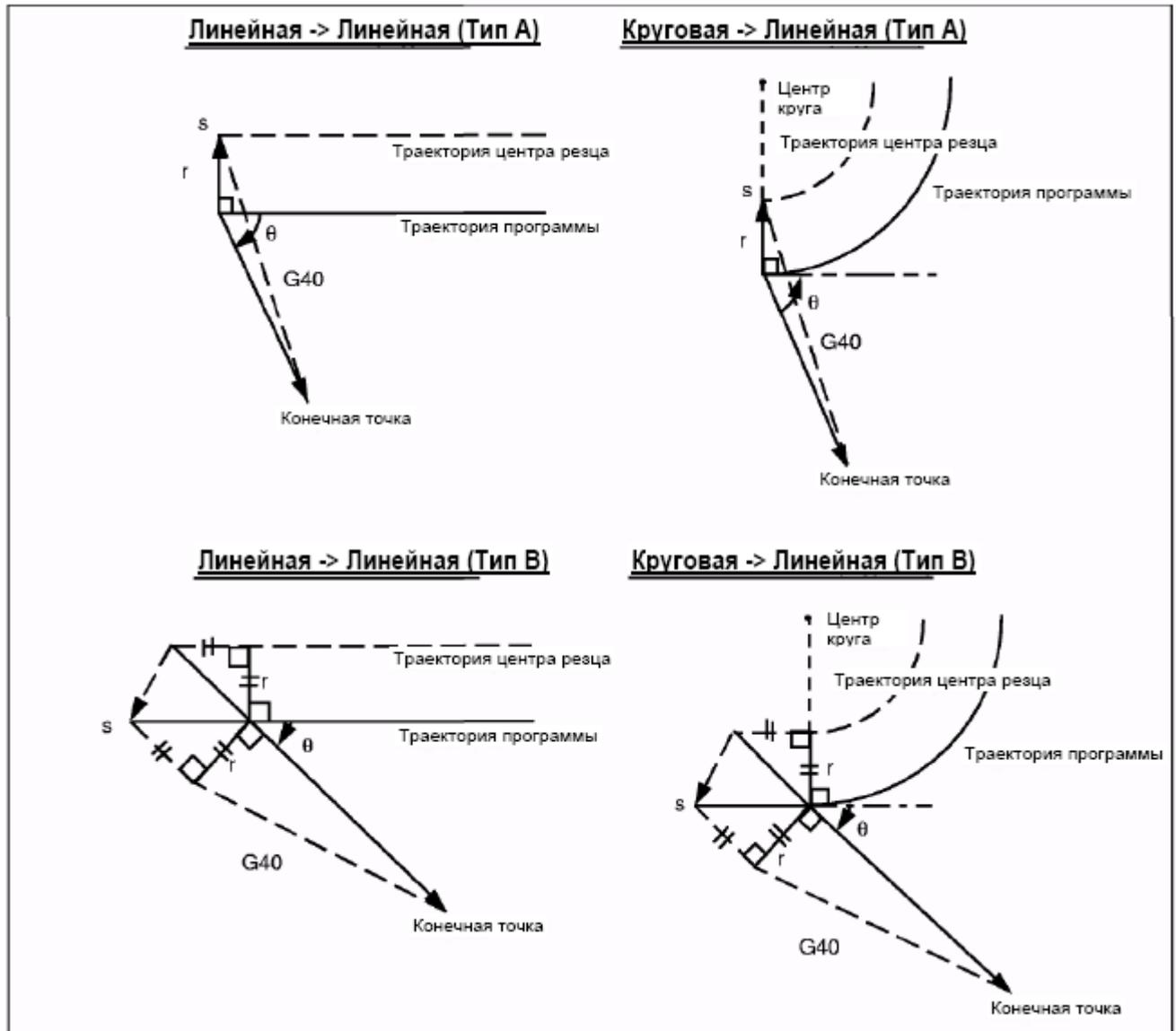
- (1) Обработка внутреннего угла



(2) Обработка внешнего угла (тупой угол) (Тип А или В может быть задан параметром)  $[90^\circ < \theta < 180^\circ]$



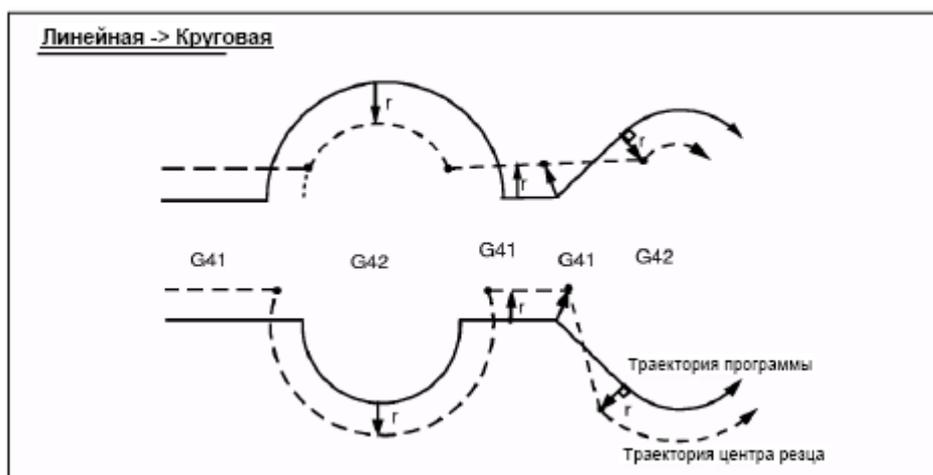
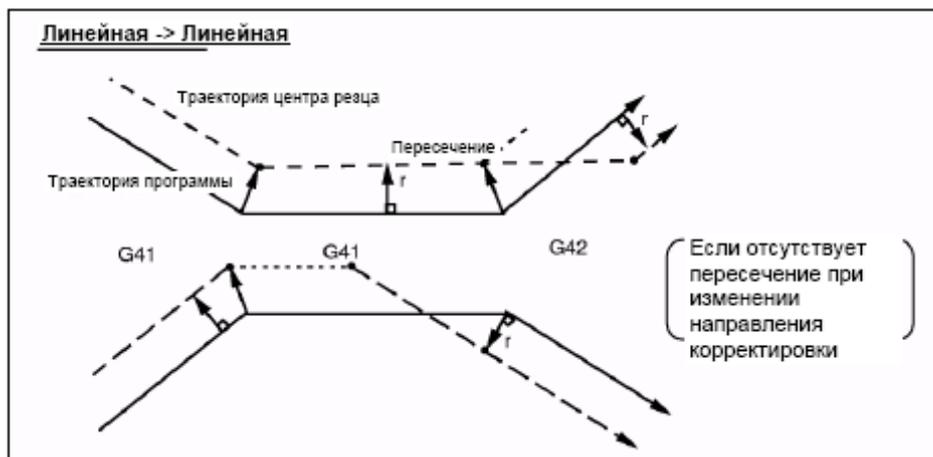
- (3) Обработка внешнего угла (острый угол) (Тип А или В может быть задан параметром) [ $\theta < 90^\circ$ ]

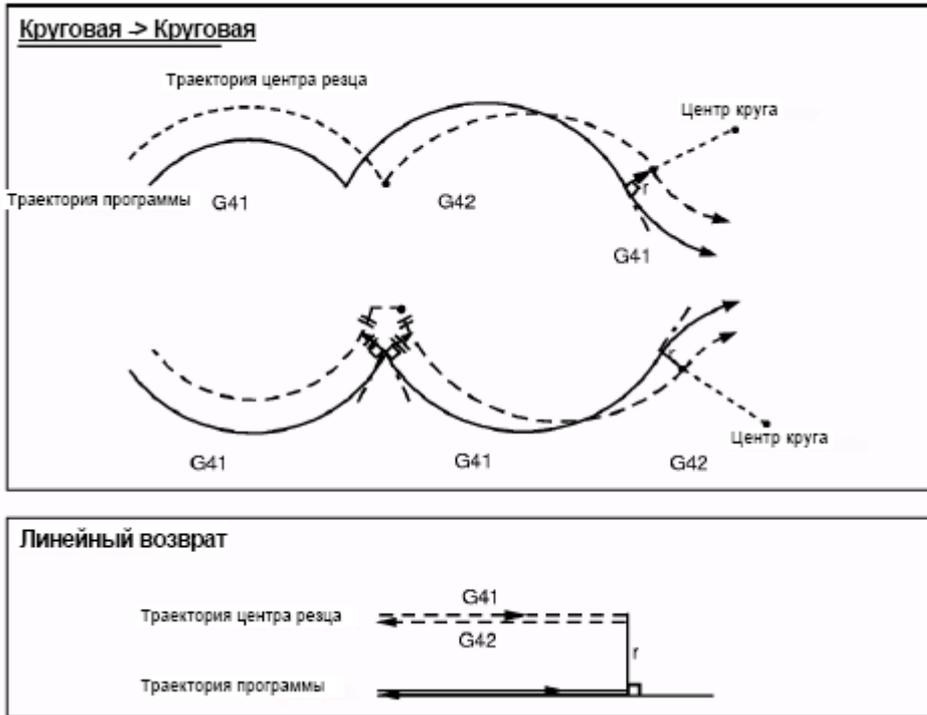




## Смена направления коррекции в течение коррекции радиуса резца

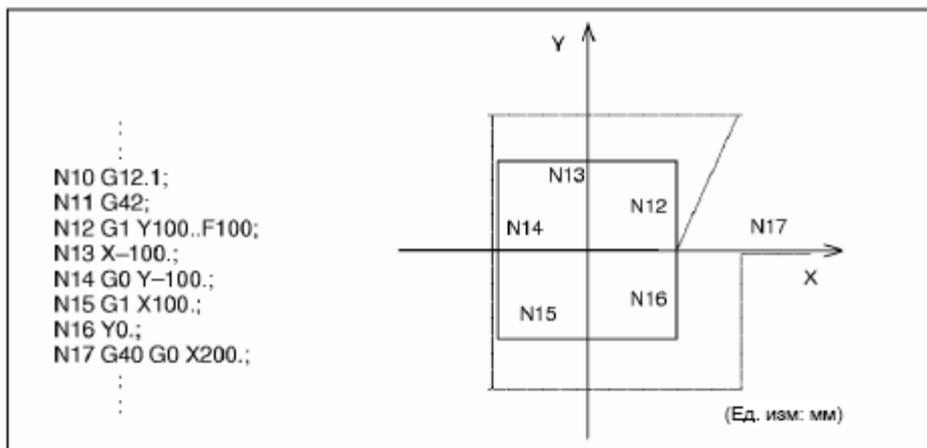
Направление коррекции можно изменить путем смены команды коррекции в режиме коррекции без необходимости предварительной отмены коррекции. Однако, изменение невозможно в начальном кадре коррекции и в следующем кадре.





Кадр G0

В случае выполнения кадра, содержащего команду G0, предыдущий кадр не выполняет операцию пересечения, резец выводится в вертикальную позицию в конечной точке, а кадр G0 временно теряет вектор смещения. Корректировка не отменяется, но вместо этого резец движется от вектора пересечения непосредственно в точку вне вектора, т.е. в точку, определенную программой. Вектор смещения восстанавливается кадром, содержащим команду G1.





Кадры без команд перемещения и без M-команд, запрещающие предварительное считывание

Следующие кадры известны как кадры без движения:

- а) M03 ;..... M-функция
- б) S12 ;..... S- функция
- в) G04X500;..... Выдержка времен
- г) G10 P01 R50 ;..... Задание величины коррекции
- д) (G17) Z40 ;..... Движение, но не на плоскости коррекции
- е) G90 ;..... только код G
- ж) G91 X0 ;..... Величина перемещения 0

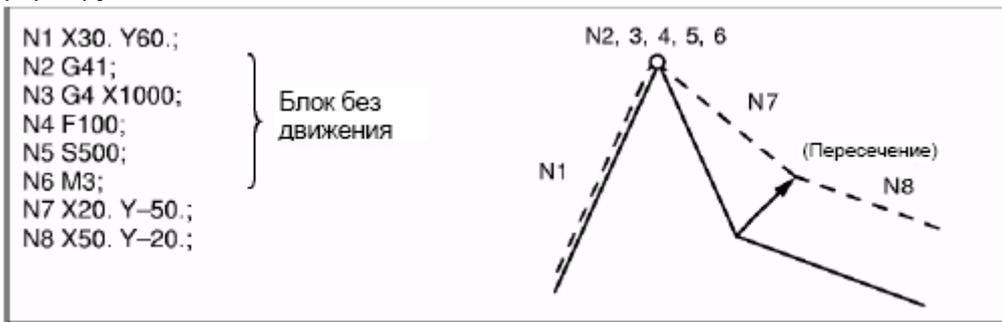
Без движения

M00, M01, M02, и M30 не являются кодами M, запрещающими предварительное считывание.....

Нулевая величина перемещения

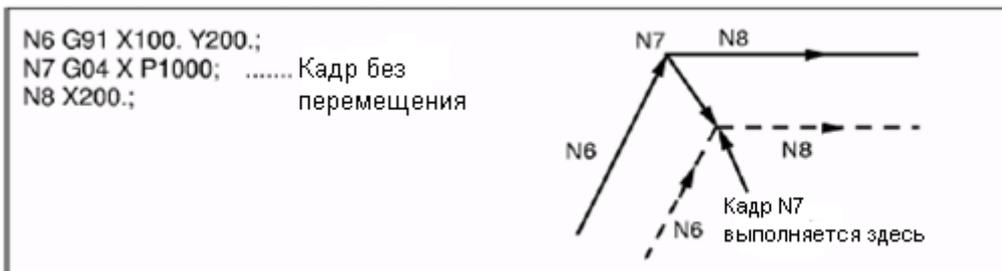
**(1) Кадры без команд движения, определяемые в начале корректировки**

При задании друг за другом 4 кадров без команд перемещения или при задании команды M, запрещающей предварительное считывание, векторы смещения не формируются.

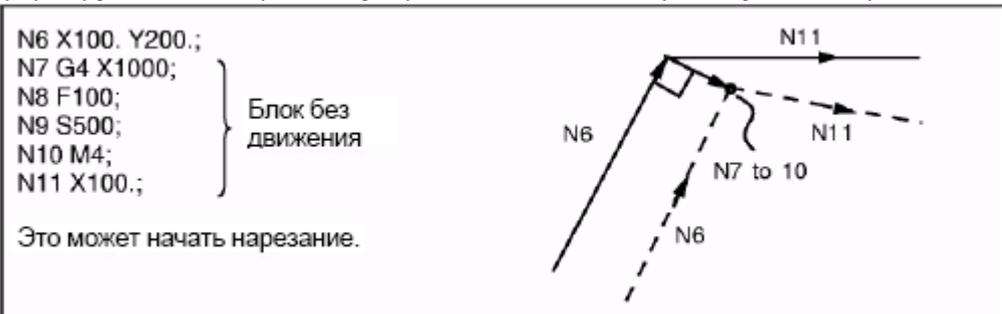


**(2) Кадры без команд движения, заданные в режиме коррекции**

Если не заданы последовательно 4 или более кадров без перемещения в режиме коррекции, и если команда M, запрещающая предварительное считывание, не задана, векторы пересечения формируются, как обычно.



При задании друг за другом 4 кадров без команд перемещения или при задании команды M, запрещающей предварительное считывание, векторы смещения формируются, как перпендикуляр в конечной точке предыдущего кадра.



## (3) Автономная отмена коррекции



(Примечание) В программе (a), если G13.1 задано после G40 без команды движения, отмена выполняется в кадре G13.1.



## Перемещение в углах

Если на стыках между кадрами команд перемещений образуются несколько векторов смещения, то резец будет перемещаться по прямой линии между этими векторами. Данное действие называется угловым перемещением.

Если векторы не совпадают, резец перемещается таким образом, чтобы обойти угол, хотя данное движение относится к следующему кадру. Поэтому при работе в покадровом режиме будет выполняться предыдущий кадр + угловое движение как отдельный кадр, и остаточное соединительное движение + следующий кадр будет выполняться как отдельный кадр в следующей операции.



## 6.8.11. Контроль столкновений



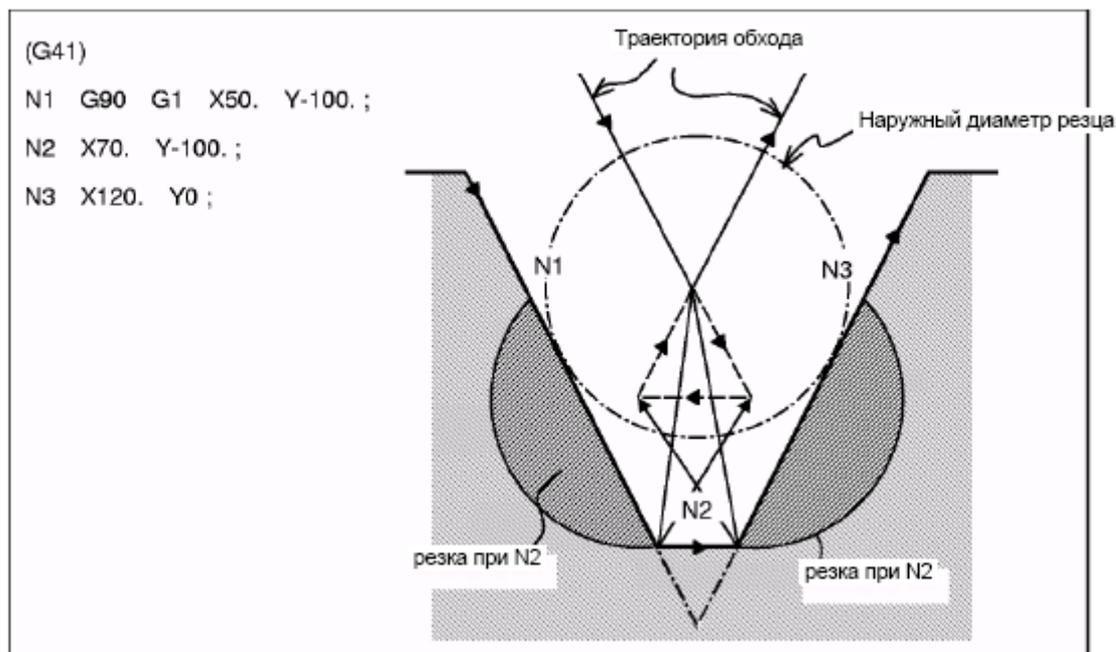
## Функция и назначение

Резец, радиус которого был скорректирован функцией коррекции на радиус инструмента при обычном 2-кадровом предварительном считывании, может иногда врезаться в деталь. Такая ситуация известна как столкновение. Контроль столкновений является функцией, которая предотвращает возникновение подобных столкновений.

Типы контроля столкновений приведены ниже, каждый из которых может быть выбран при помощи параметра.

Функция	Параметр	Операция
Функция аварийного сигнала при контроле столкновений	Bad compen intrf byp : OFF Недейств. сигнал контроля столкновений отключен	Операция останавливается из-за ошибки программирования перед выполнением кадра, выполняющего резание.
Функция обхода при контроле столкновений	Bad compen intrf byp : ON Недейств. сигнал контроля столкновений отключен	Траектория резца изменяется для предотвращения врезания.

## (Пример)



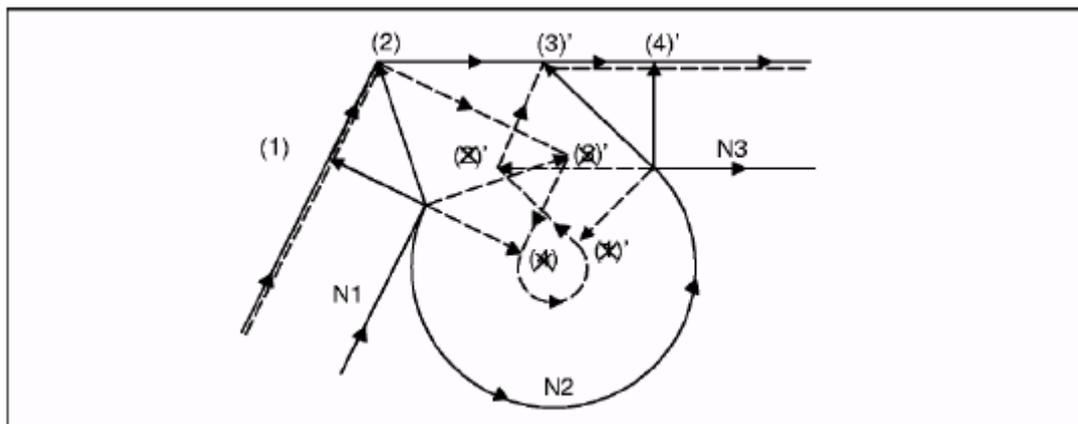
## (1) С функцией аварийного сигнала

Перед выполнением N1 выдается аварийный сигнал. Таким образом, может быть применена функция коррекции буфера для замены кадра N1 следующим, что позволит продолжить обработку:

N1 G1 X20. Y-40. ;

## (2) С функцией обхода

Производится расчет точки пересечения N1 и N3 для создания векторов обхода столкновений.

**Примеры контроля столкновений:**

Контроль вектора (1) (4)' → Нет столкновения

↓

Контроль вектора (2) (3)' → Нет столкновения

↓

Контроль вектора (3) (2)' → Столкновение → Векторы (3) (2)' удалены

↓  
Векторы (4) (1)' удалены

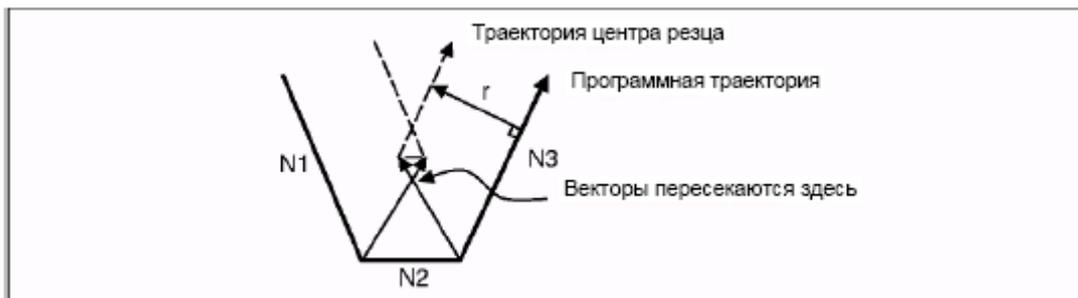
В результате вышеописанной операции векторы (1) (2) (3)' и (4)' остаются действительными, и операция выполняется по траектории, соединяющей данные векторы, как траектории обхода столкновений.



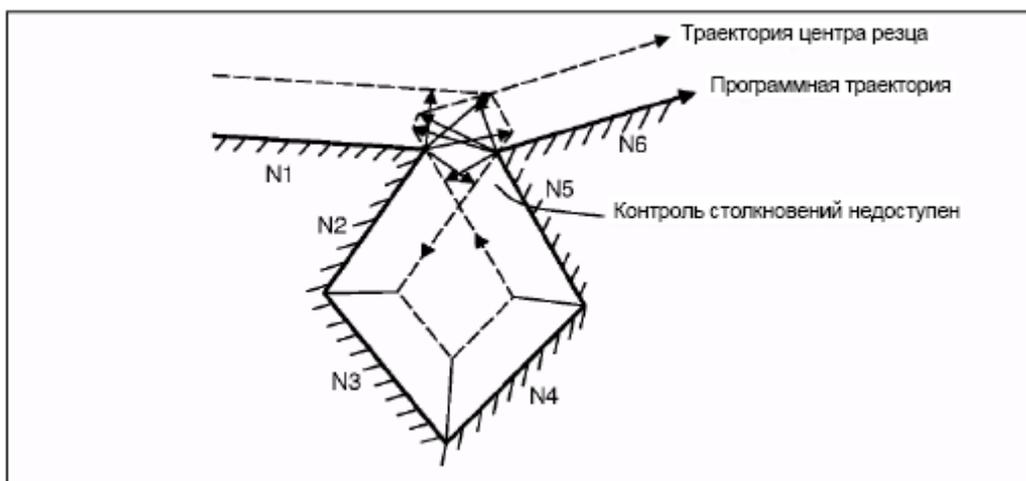
## Детальное описание

**(1) Условия, рассматриваемые как столкновение**

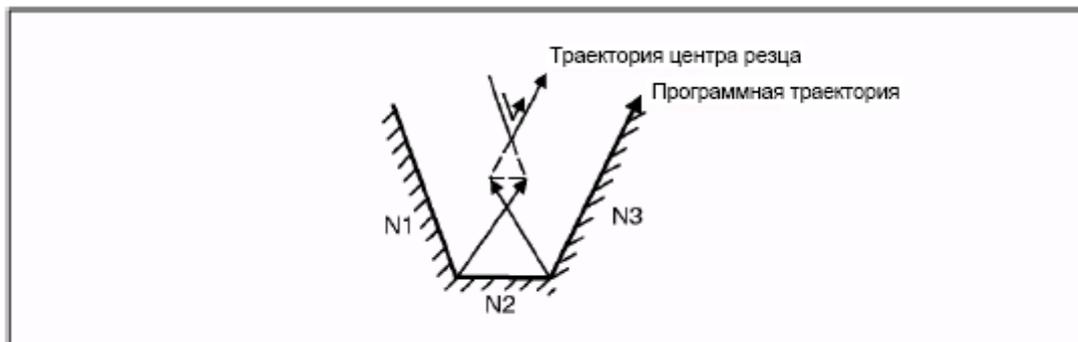
В трёх кадрах, содержащих команды движения, из пяти предварительно считанных кадров столкновение считается возникшим, если векторы расчета коррекции, созданные на стыке команд перемещения, пересекаются друг с другом.

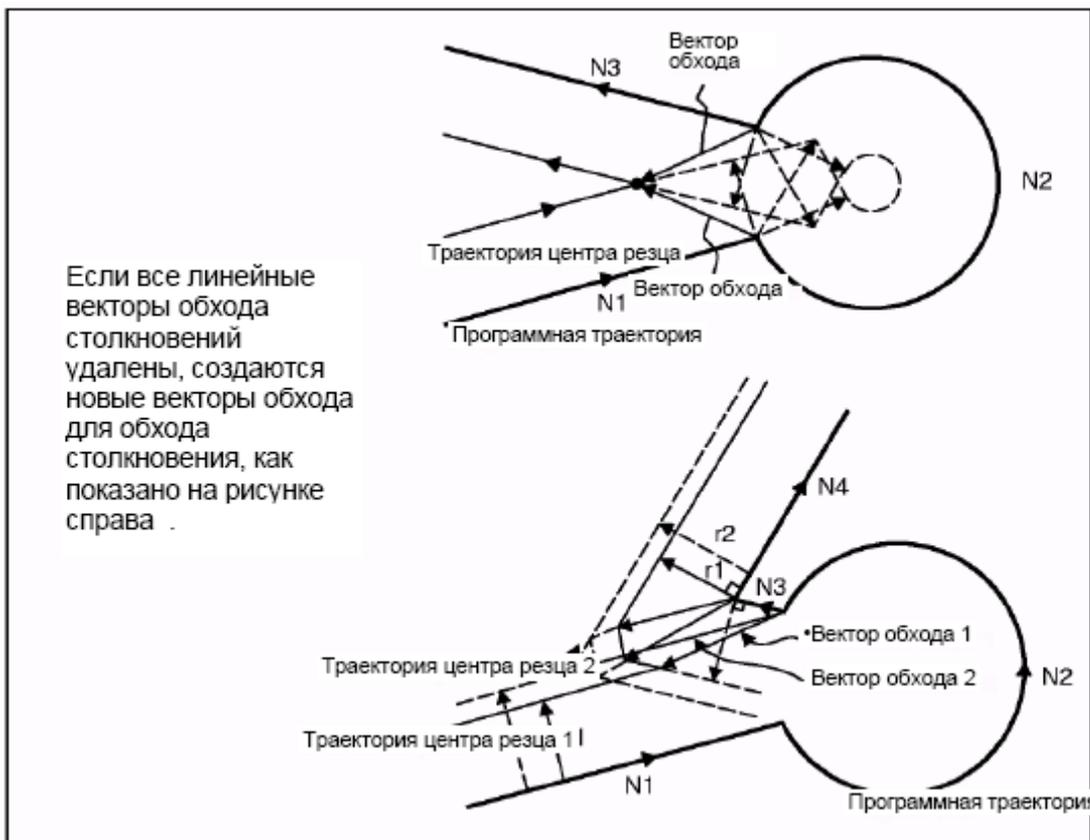
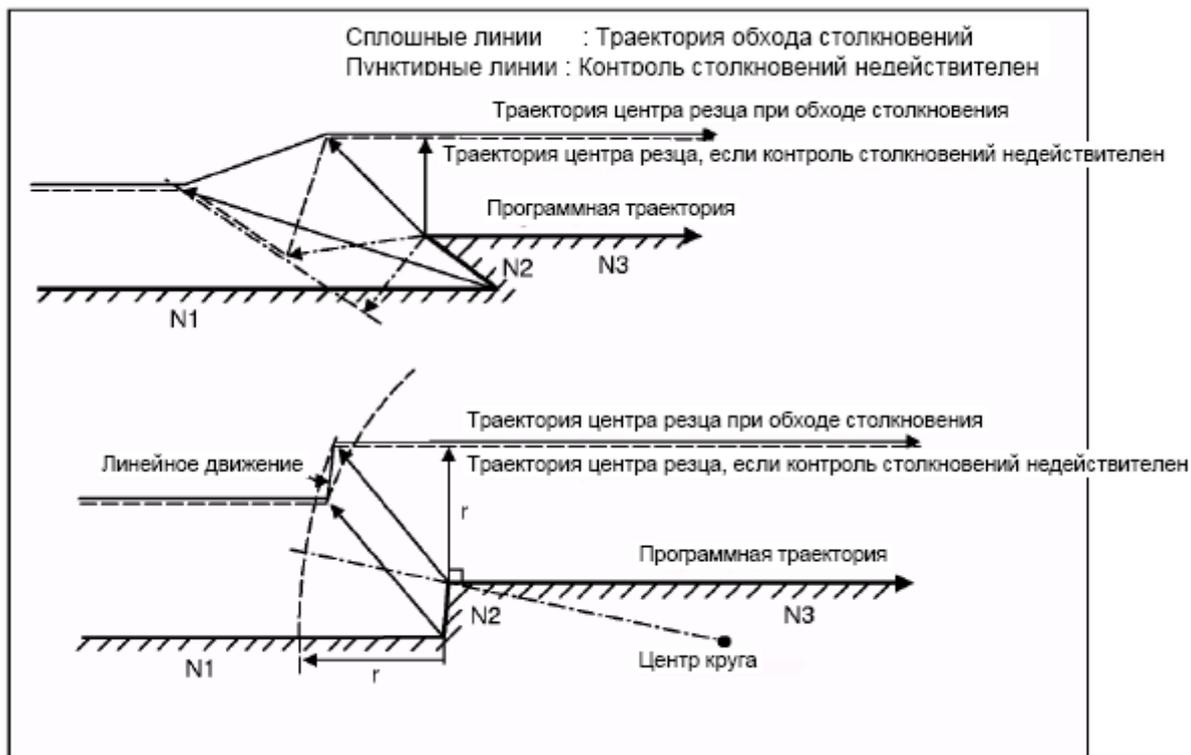
**(2) Контроль столкновений недоступен, если:**

- (а) Три кадра, содержащие команды перемещения, не могут быть предварительно считаны (три или более кадров из пяти предварительно считанных кадров не содержат команды перемещения).
- (б) Столкновение возникает в четвертом или последующем кадре, содержащем команды перемещения.

**(3) Работа в режиме обхода столкновений**

Если доступна функция обхода столкновений, резец движется следующим образом.

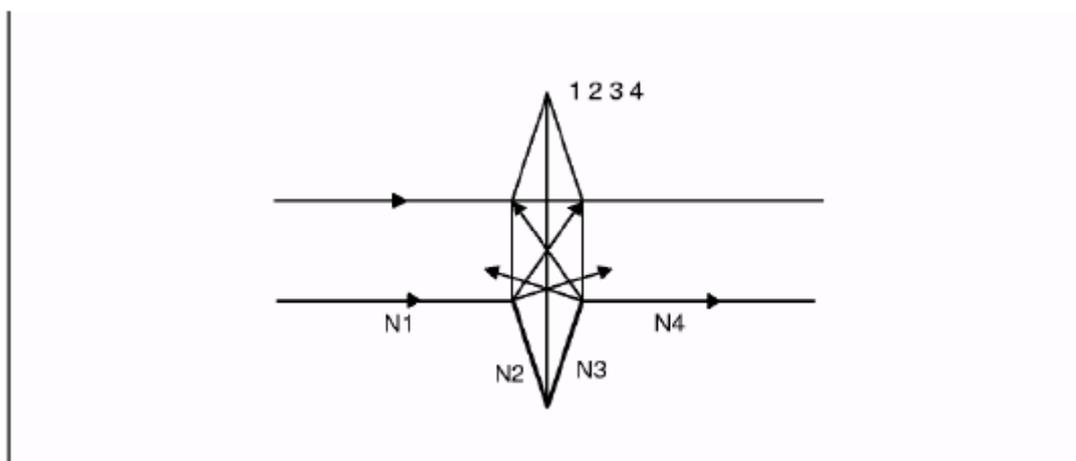




На рисунке внизу, канавка слева не нарезана.



На рисунке внизу резец движется в противоположном направлении при N2. После выполнения N1, выводится сообщение об ошибке программирования (P153).

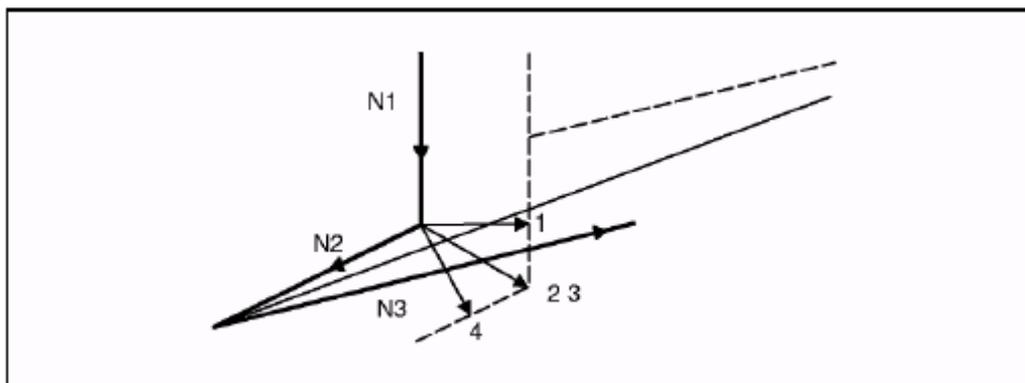


#### Аварийный сигнал при контроле столкновений

Аварийный сигнал контроля столкновений возникает при следующих условиях.

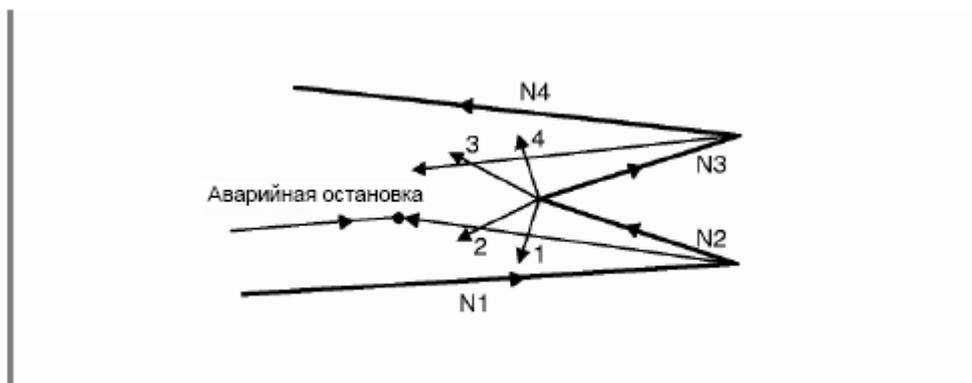
##### (1) При выборе функции аварийного сигнала контроля столкновений

- (а) Все векторы удаляются в конечной точке текущего кадра.  
Как видно из рисунка, если все векторы от 1 до 4 удалены в конечной точке кадра N1, то в результате возникает ошибка программирования (P153) ещё до выполнения N1.

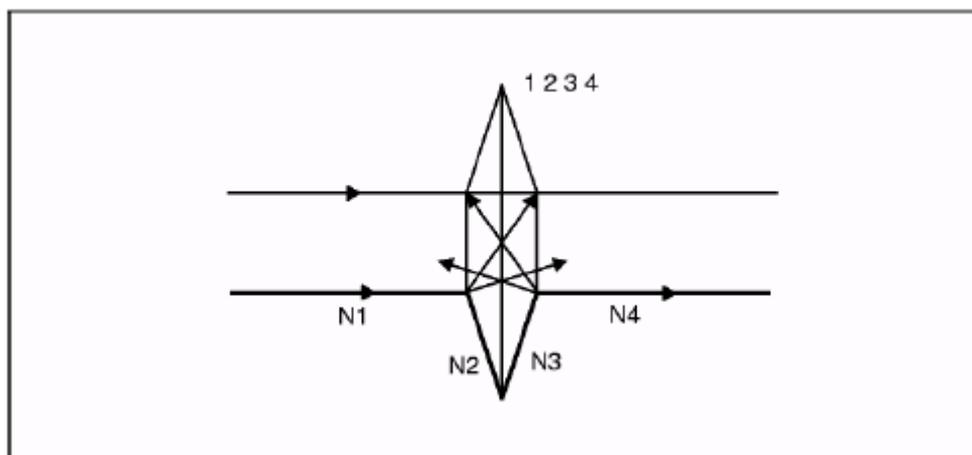


**(2) При выборе функции обхода при контроле столкновений**

- (а) Остаются действительные векторы в концевой точке следующего кадра, хотя все векторы в конечной точке текущего кадра были удалены.
- (I) На рисунке показано, что если выполняется контроль столкновений N2, все векторы конечной точки N2 будут удалены, но векторы конечной точки N3 рассматриваются как действительные. Это приводит к программной ошибке (P153) в конечной точке N1.

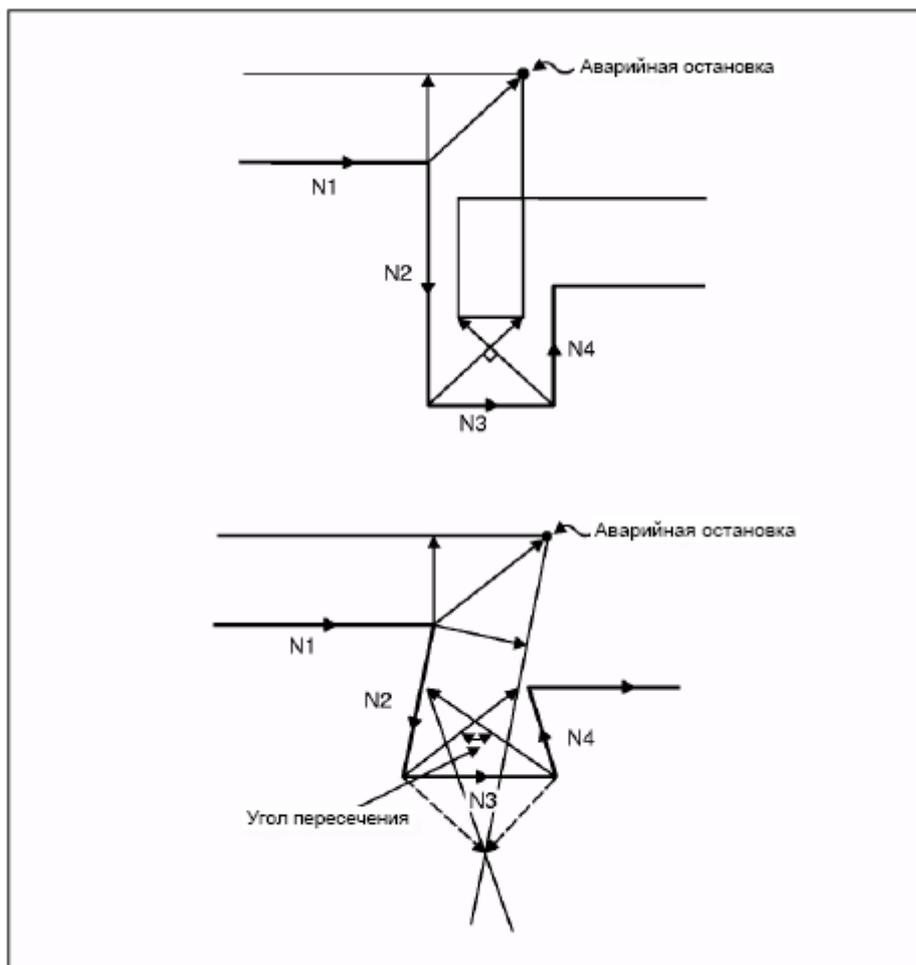


- (II) На рисунке показано, что резец движется в противоположном направлении в N2. Это приводит к программной ошибке (P153) после выполнения N1.

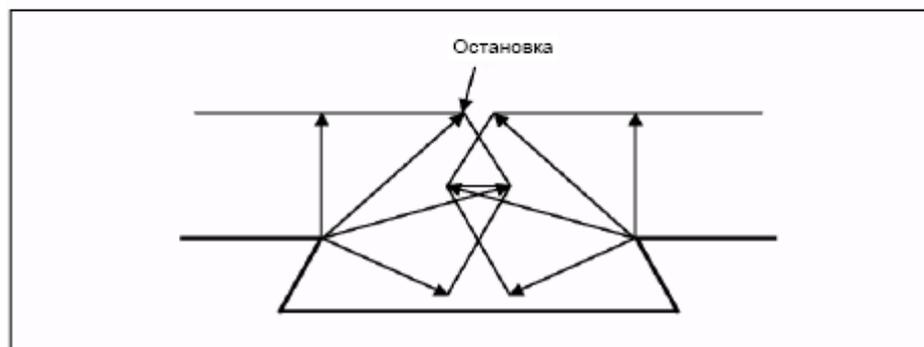
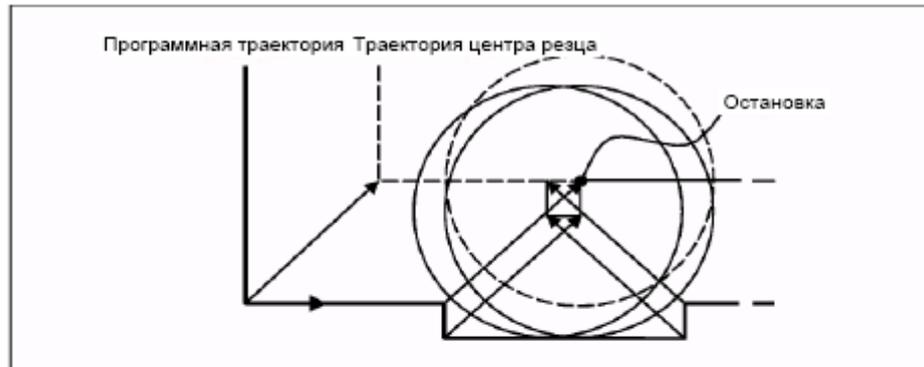


(б) Векторы обхода не могут быть созданы.

Как показано на рисунке, даже если соблюдаются условия для создания векторов обхода, создание векторов обхода может все же быть невозможным, либо же векторы обхода могут пересекаться с N3. Таким образом, возникает ошибка программирования (P153) в конечной точке N1, если векторы пересекаются под углом  $90^\circ$  или более.



- (с) Программное направление движения и направление движения после коррекции противоположны.  
Контроль столкновений может сработать, когда в действительности столкновения не происходит. Это происходит в том случае, если запрограммирована проточка канавки с шириной, меньшей диаметра резца, или канавки, расширяющейся к основанию.

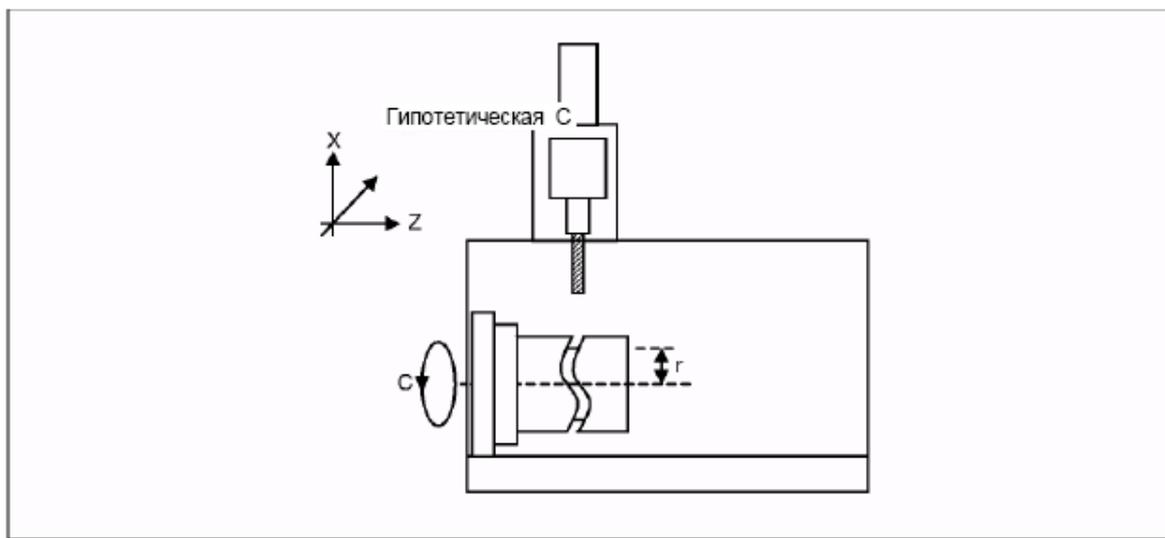


## 6.9. Цилиндрическая интерполяция; G07.1 (только 6 и 7 списки G-кодов)

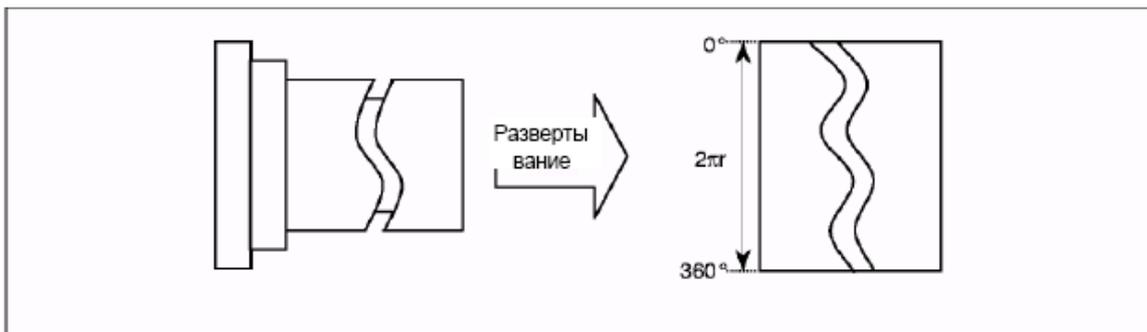


## Функция и назначение

Данная функция преобразует («разворачивает») цилиндрическую боковую поверхность (в цилиндрической системе координат) в плоскую поверхность. Если преобразованная («развернутая») поверхность запрограммирована в плоских координатах, она преобразуется в движение линейной оси и оси вращения в цилиндрических координатах с контурным управлением во время обработки.



Задание (программирование) формы поверхности, которая образует боковую поверхность цилиндра, эффективно при обработке цилиндрических кулачков и т.п. Программированием перемещений оси вращения и ортогональной оси удобно задавать обработку прорезей и т.п.





## Формат команды

<b>G07.1 C__ ;</b>	<b>(Пуск/отмена режима цилиндрической интерполяции)</b>
<b>C__</b>	Значение радиуса цилиндра
	• Значение радиуса $\neq 0$ : Пуск режима цилиндрической интерполяции
	• Значение радиуса = 0: Отмена режима цилиндрической интерполяции

**(Замечание)** Указанная форма записи действительна, когда имя оси вращения - "C". Если используется ось с другим именем, следует задать имя оси вращения, используемое вместо "C".

- (1) Координаты, заданные в интервале времени от пуска и до отмены режима цилиндрической интерполяции, будут обработаны как в цилиндрической системе координат.

G07.1 C	Значение радиуса цилиндра; Пуск режима цилиндрической интерполяции
:	(Происходит пуск цилиндрической интерполяции)
:	(Команды координат в этом интервале будут системой цилиндрических координат)
:	
G07.1 C0;	Отмена режима цилиндрической интерполяции
:	(Происходит отмена цилиндрической интерполяции)

- (2) Команда G107 может быть использована вместо G07.1.



## Детальное описание

- Команда G07.1 является самостоятельным кадром. При попытке задать ее в одном и том же кадре с другим G кодом возникнет ошибка программирования (P33).
- Задание перемещений оси вращения осуществляйте в единицах градусов.
- В режиме цилиндрической интерполяции могут быть заданы команды линейной или круговой интерполяции. Следует учесть, что команда выбора плоскости должна отдаваться непосредственно перед кадром G07.1.
- Задание координат может быть абсолютным или инкрементным.
- В программе может быть задана коррекция на радиус вершины резца. Цилиндрическая интерполяция будет выполняться по траектории, рассчитанной с учетом коррекции на радиус вершины резца.
- Задавайте сегментную подачу при обработке цилиндра с помощью F. Единицы задания для F - мм/мин или дюйм/мин.
- Точность цилиндрической интерполяции  
В режиме цилиндрической интерполяции величина перемещения вращающейся оси, заданная как угол, преобразуется в длину дуги окружности, и после выполнения линейной и круговой интерполяций между другими осями эта длина снова преобразуется в угловую величину.  
Таким образом, фактическая величина перемещения может отличаться от заданной, например, при малом радиусе цилиндра.  
Следует отметить, что возникающая в данном случае погрешность не накапливается.

(8) Параметры, связанные с цилиндрической интерполяцией.

#	Элемент		Подробное описание	Диапазон значений
1516	mill_ax	Имя оси фрезерования	Задать имя оси вращения для фрезерной интерполяции (интерполяция в полярных координатах, цилиндрическая интерполяция). Может быть задана только одна из осей вращения.	A-Z
8111	Радиус фрезерования		Выберите задание диаметра или радиуса для линейной оси при фрезерной интерполяции (интерполяции в полярных координатах, цилиндрической интерполяции). 0: команда радиуса для всех осей 1: настройка для каждой оси (соответствует #1019 dia – задание диаметра для оси)	0 / 1
1267 (PR)	ext03 (бит 0)	Тип G-кода	Изменен тип G кода высокоскоростной высокоточной обработки. 0 : Тип G61.1 1 : Тип G8	0 / 1
1270 (PR)	ext06 (бит 7)	Управление позицией оси C во время цилиндрической интерполяции	Укажите, будет ли координата, в которой находилась ось вращения перед заданием команды цилиндрической интерполяции, сохраняться или нет во время цилиндрической интерполяции. 0 : Не сохранять 1 : Сохранять	0 / 1

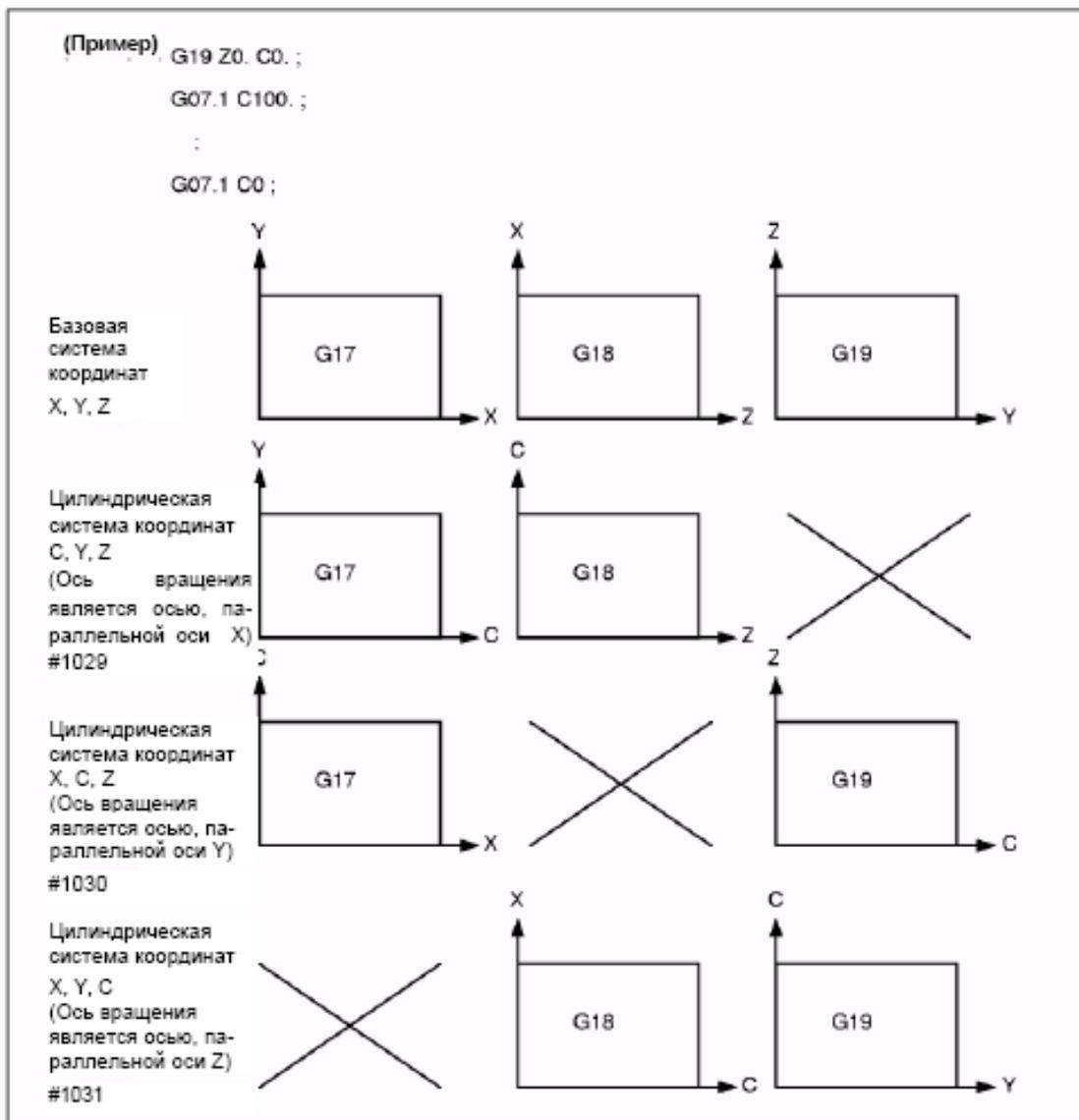
(9) Выбор плоскости

Ось, используемая для цилиндрической интерполяции, должна быть задана при помощи команды выбора плоскости.

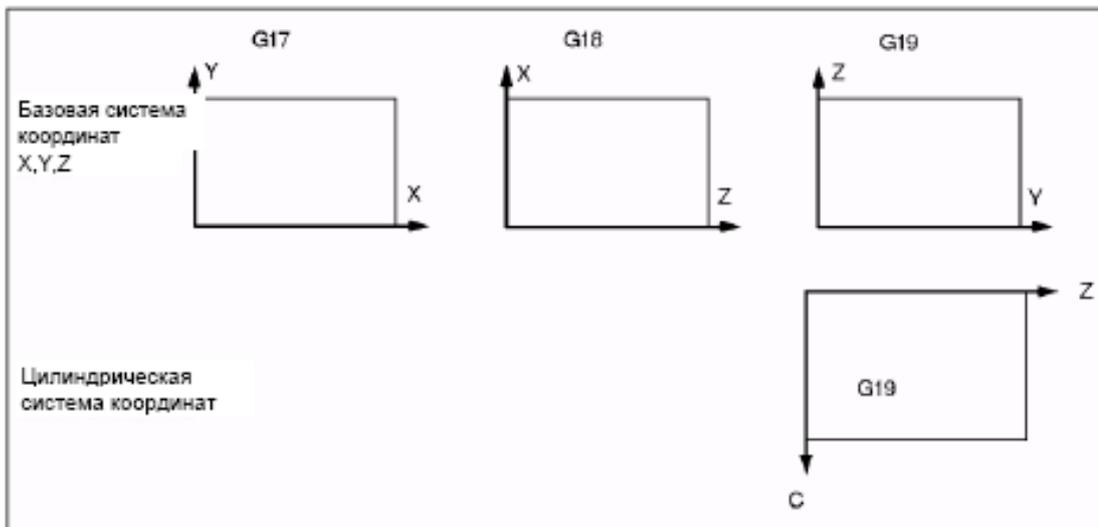
**(Примечание)**

Соответствие оси вращения параллельной ей оси задается с помощью параметров (#1029, #1030, #1031).

Круговая интерполяция, коррекция на радиус вершины резца и т.д. могут быть назначены для данной плоскости. Команда выбора плоскости задается непосредственно до или после команды G07.1. Если плоскость не задана и будет отдана команда перемещения, возникает ошибка программирования (P485).



**(Примечание)** В зависимости от модели или версии, плоскость Z-C (цилиндрическая плоскость Y-Z) будет выбрана автоматически при помощи G07.1 и G19. Круговая интерполяция, коррекция на радиус вершины резца и т.д. могут быть заданы на данной плоскости.





## Взаимосвязь с другими функциями

**(1) Круговая интерполяция**

- (а) В режиме цилиндрической интерполяции возможна круговая интерполяция между осью вращения и линейной осью.
- (б) Команда с параметром R может быть задана при круговой интерполяции. (I, J и K не могут быть заданы.)

**(2) Коррекция на радиус резца**

Радиус резца может быть скорректирован в режиме цилиндрической интерполяции.

- (а) Задавать выбор плоскости следует так же, как и при круговой интерполяции. При использовании коррекции на радиус резца следует задать и отменить коррекцию в течение режима цилиндрической интерполяции.
- (б) Возникает ошибка программирования (P485), если задана G07.1 при выполнении коррекции на радиус резца.
- (в) Если задана команда G07.1 при отсутствии команды перемещения после отмены коррекции на радиус резца, то позиция оси в кадре G07.1 распознается как позиция оси после отмены коррекции на радиус резца и выполнения следующих операций.

**(3) Минутная подача (асинхронная подача)**

- (а) Минутная подача (асинхронный подача) принудительно включается при запуске режима цилиндрической интерполяции.
- (б) При отмене цилиндрической интерполяции режим подачи вернется в состояние, которое было до запуска цилиндрической интерполяции.

**(4) Постоянная скорость резания**

- (а) При задании команды G07.1 в режиме постоянной скорости резания возникнет ошибка программирования (P485).

**(5) Вспомогательные функции**

- (а) Вспомогательная функция (M) и вспомогательная функция 2-го типа могут быть заданы даже в режиме цилиндрической интерполяции.
- (б) Команда S в режиме цилиндрической интерполяции задает скорость вращения инструмента вместо скорости вращения шпинделя.
- (в) Команду T следует задать перед началом цилиндрической интерполяции. Выдается ошибка программирования (P485), если команда T задается в режиме цилиндрической интерполяции.

```

:
T1212 ; ... Команда T перед цилиндрической интерполяцией → Корректно
T0X100. Z0 ;
G19 Z C;
G07.1 C100. ;

```

```

T1200 ; ... Команда T в режиме цилиндрической интерполяции → ошибка
                                     программирования

```

```

:
G07.1 C0 ;

```

- (г) Следует дождаться окончания перемещения инструмента во время коррекции (перемещения на длину инструмента и величину коррекции на износ) перед заданием цилиндрической интерполяции. В противном случае, результатом будет следующее:

Система координат станка не изменяется даже при выполнении G07.1.

Система координат детали изменяется в соответствии с последней коррекцией инструмента при выполнении G07.1. (Даже когда цилиндрическая интерполяция отменяется, эта система координат детали остается без изменений).

#### (6) Команда F во время цилиндрической интерполяции

В режиме цилиндрической интерполяции будет ли сохранять свое действие предыдущая команда F или нет, зависит от того, какой режим был задан перед заданием команды G07.1: минутная подача (G94) или обратная подача (G95).

- (а) Если была задана команда G94 перед G07.1  
Если при цилиндрической интерполяции отсутствует команда F, то будет использована скорость подачи, заданная предыдущей командой F. Скорость подачи после отмены режима цилиндрической интерполяции будет равна скорости подачи, заданной командой F перед запуском режима цилиндрической интерполяции, либо равна скорости подачи, заданной последней командой F во время цилиндрической интерполяции.
- (б) Если была задана команда G95 перед G07.1  
Скорость подачи, заданная предыдущей командой F не может быть использована при цилиндрической интерполяции, поэтому должна быть задана новая F-команда. Скорость подачи после отмены режима цилиндрической интерполяции возвращается к значению скорости, которое было задано до начала режима цилиндрической интерполяции.

#### Если в режиме G07.1 отсутствует команда F

Предыдущий режим	№ F команды	После отмены G07.1
G94	Используется предыдущая F	←
G95	Ошибка программирования (P62)	Используется F, заданная непосредственно перед G07.1

#### Если в G07.1 задана F команда

Предыдущий режим	№ F команды	После отмены G07.1
G94	Используется заданная F	←
G95	Используется заданная F <sup>*1</sup>	Используется F, заданная непосредственно перед G07.1

\*1) Перемещается при помощи команды минутной подачи во время G07.1.



## Меры предосторожности

- (1) Следующие G кодовые команды могут быть использованы в режиме цилиндрической интерполяции.

G код	Подробное описание
G00	Позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G02	Круговая интерполяция (CW)
G03	Круговая интерполяция (CCW)
G04	Выдержка времени
G09	Контроль точного останова
G22/23	Блокировка патрона включена/выключена
G40-42	Коррекция на радиус вершины резца
G50.2	Отмена режима полигонной обработки
G61	Режим контроля точного останова
G64	Режим резания
G65	Макровывоз (простой вызов)
G66	Макровывоз модальный A (модальный вызов)
G66.1	Макровывоз модальный B (макрывывоз кадра)
G67	Отмена модального макровывоза (отмена модального вызова)
G79-89	Фиксированный цикл сверления
G90/91	Команда абсолютного/инкрементного задания
G94	Асинхронная подача
G98	Исходный возврат цикла сверления
G99	Возврат к точке R цикла сверления

Может выдаваться ошибка программирования, если при цилиндрической интерполяции задан G код, отличный от перечисленных выше кодов.

- (2) Режим цилиндрической интерполяции отменяется при включении электропитания или выполнении сброса.
- (3) Выдается ошибка программирования (P484), если любая из заданных для цилиндрической интерполяции осей не завершила возврат к нулевой точке.
- (4) Коррекция на радиус резца должна быть отменена перед тем, как будет произведена отмена режима цилиндрической интерполяции.
- (5) При отмене режима цилиндрической интерполяции произойдет переход к режиму резания, а плоскость вернется в состояние, заданное до выполнения цилиндрической интерполяции.
- (6) Нельзя произвести повторный пуск программы или кадра при цилиндрической интерполяции (перезапуск программы).
- (7) Выдается ошибка программирования (P486), если задана команда цилиндрической интерполяции в режиме зеркального отображения.
- (8) При запуске или отмене режима цилиндрической интерполяции производится контроль замедления.
- (9) Выдается ошибка программирования (P481), если в режиме цилиндрической интерполяции задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция в полярных координатах.
- (10) Циклы синхронного нарезания резьбы метчиком G84 и G88 нельзя использовать в режиме цилиндрической интерполяции. Асинхронное нарезание резьбы метчиком может быть использовано; однако, задание синхронного нарезания резьбы недопустимо.



## Пример программы

&lt;Программа&gt;

```

N01 G28XZC;
N02 T0202;
N03 G97S100M23;
N04 G00X50.Z0.;
N05 G94G01X40.F100.;
N06 G19C0Z0;
N07 G07.1C20.;
N08 G41;
N09 G01Z-10.C80.F150;
N10 Z-25.C90.;
N11 Z-80.C225;
N12 G03Z-75.C270.R55.;
N13 G01Z-25;
N14 G02Z-20.C280.R80.;
N15 G01C360.
N16 G40;
N17 G07.1C0;
N18 G01X50.;
N19 G0X100.Z100.;
N20 M25;
N21 M30;

```

&lt;Параметры&gt;

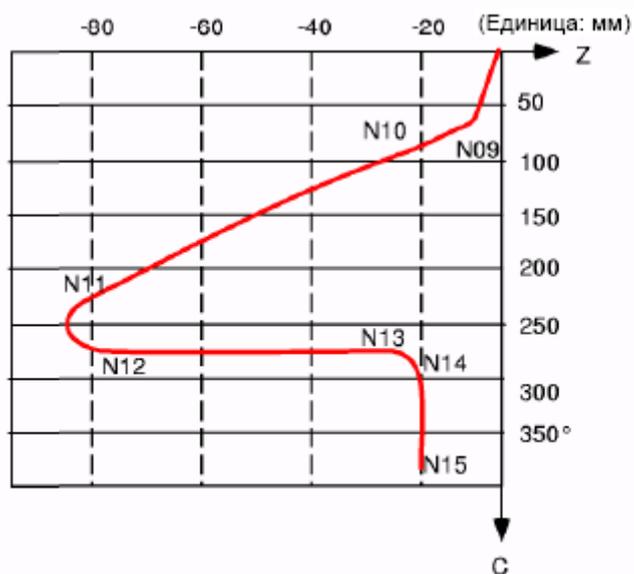
```

#1029 aux_I
#1030 aux_J   C
#1031 aux_K

```

Команда выбора плоскости для цилиндрической интерполяции и команда двух осей интерполяции  
Начало цилиндрической интерполяции

Отмена цилиндрической интерполяции



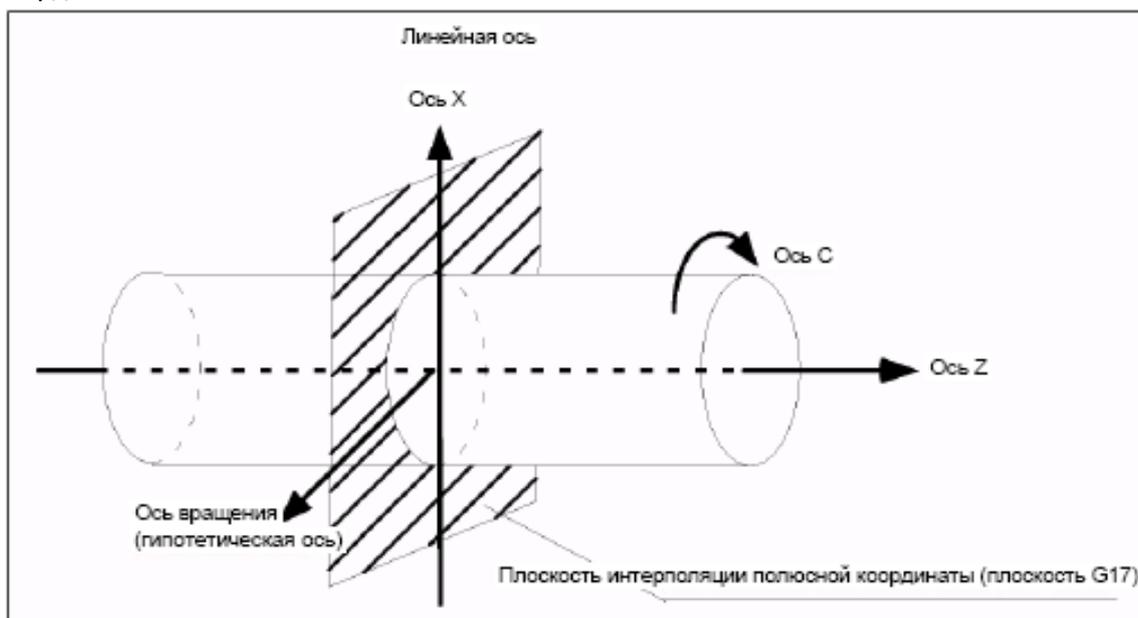
## 6.10. Интерполяция в полярных координатах; G12.1 (только 6 и 7 списки G-кодов)



## Функция и назначение

Данная функция преобразует команды, заданные для ортогональной координатной оси системы, в движение линейной оси (движение резца) и движение оси вращения (вращение детали), и выполняет контурное управление.

Выбирается плоскость, использующая линейную ось в качестве первой ортогональной оси плоскости, и пересекающую её гипотетическую ось в качестве второй оси плоскости (здесь и далее "плоскость интерполяции полярных координат"). Интерполяция в полярных координатах выполняется на данной плоскости. Нулевая точка системы координат детали используется в качестве нулевой точки системы координат при интерполяции в полярных координатах.



Данная функция эффективна при нарезании канавок на линейном участке диаметра заготовки, а также при нарезании кулачковых валов и т.д.



## Формат команды

G12.1 ; Начало режима интерполяции полярных координат

G13.1 ; Отмена режима интерполяции полюсной координат

- (1) Координаты, заданные в интервале от начала до отмены режима интерполяции полярных координат, являются интерполяцией полюсных координат.

G12.1 ; Начало режима интерполяции полярных координат  
 : (Производится пуск интерполяции полярных координат)  
 : (Заданные координаты в данном интервале будут являться  
 : полюсными координатами)  
 G13.1 ; Отмена режима интерполяции полярных координат  
 : (Отменена интерполяция полярных координат)

- (2) G112 и G113 могут быть использованы вместо G12.1 и G13.1.

- (3) G12.1 и G13.1 должны задаваться как отдельные кадры. Возникнет ошибка программирования (P33) при задании их в одном и том же кадре с другим G кодом.

- (4) В режиме интерполяции полярных координат может быть задана линейная или круговая интерполяция.

- (5) Координаты могут задаваться при помощи абсолютной или инкрементной команды.

- (6) Коррекция на радиус резца может быть задана. Интерполяция полюсных координат будет выполняться по траектории, учитывающей коррекцию на радиус резца.

- (7) Сегментную подачу на плоскости интерполяции полюсных координат (ортогональная система координат) следует задавать при помощи F. Единицами задания F являются мм/мин или дюйм/мин.

- (8) Если заданы команды G12.1 и G13.1, то выполняется контроль замедления.



## Детальное описание

## (1) Выбор плоскости

Линейная ось и ось вращения, используемые для интерполяции полярных координат, должны быть заданы предварительно при помощи параметров.

- (а) Определить плоскость для выполнения интерполяции полярных координат при помощи параметра (#1533) для линейной оси, используемой для интерполяции полярных координат.

Значение #1533	Плоскость
X	G17 (XY плоскость)
Y	G19 (YZ плоскость)
Z	G18 (ZX плоскость)
Пусто (нет значения)	G17 (XY плоскость)

- (б) Выдается программная ошибка (P485), если команда выбора плоскости (G16 - G19) задается в режиме интерполяции полюсных координат.

**(Примечание)** В зависимости от модели или версии системы ЧПУ, параметр (#1533) может отсутствовать. В таком случае операция будет выполняться так же, как и при отсутствии значения для данного параметра (#1533).

## (2) Связанные параметры

#	Название		Подробное описание	Диапазон настройки
1516	mill_ax	Название оси фрезерования	Задайте имя оси вращения для фрезерной интерполяции (интерполяции полярной координаты, цилиндрической интерполяции). Может быть задана только одна ось вращения.	A-Z
1517	mill_c	Название гипотетической оси фрезерной интерполяции	Выберите имя гипотетической оси для фрезерной интерполяции (интерполяции полярной координаты, цилиндрической интерполяции). 0 : Используется ось Y 1 : Используется имя оси вращения	0/1
8111	Радиус фрезерования		Выберите задание диаметра или радиуса для линейной оси при фрезерной интерполяции. 0 : команда радиуса для всех осей 1 : настройка каждой оси (соответствует #1019 dia - задание диаметра для оси)	0/1



## Взаимосвязь с другими функциями

## (1) Команды при интерполяции полярных координат

- (a) Команды в режиме интерполяции полярных координат задаются при помощи значений ортогональных координат линейной оси и оси вращения (гипотетической оси) на плоскости интерполяции полярных координат. Имя оси вращения (C) задается как имя второй оси плоскости (гипотетическая ось). Единицами задания являются не градусы (deg), а те же самые единицы (мм или дюймы), что и для первой оси плоскости (линейная ось).
- (б) Значение координаты гипотетической оси будет задано как "0", если задана команда G12.1. Другими словами, позиция, в которой задана команда G12.1, будет распознана как угол = 0, после чего начнется интерполяция полярных координат.

## (2) Круговая интерполяция на плоскости полярных координат

Адрес радиуса дуги для выполнения круговой интерполяции в режиме интерполяции полярных координат определяется параметром линейной оси (#1533).

Значение #1533	Обозначение центра
X	I, J (плоскость полярных координат распознается как плоскость XY)
Y	J, K (плоскость полярных координат распознается как плоскость YZ)
Z	K, I (плоскость полярных координат распознается как плоскость ZX)
Пусто (нет значения)	I, J (плоскость полярных координат распознается как плоскость XY)

Радиус дуги может быть также задан при помощи команды R.

**(Примечание)** В зависимости от модели или версии параметр (#1533) может отсутствовать. В таком случае операция будет выполняться так же, как и при отсутствии значения для данного параметра (#1533).

## (3) Коррекция на радиус резца

В режиме интерполяции полярных координат может выполняться коррекция на радиус резца.

- (a) Выберите плоскость так же, как и для интерполяции полярных координат. При использовании коррекции на радиус резца, коррекция должна запускаться и отменяться в пределах режима интерполяции полярных координат.
- (б) Выдается программная ошибка (P485), если интерполяция полюсных координат выполняется во время коррекции на радиус резца.
- (в) Если G12.1 и G13.1 задаются без команды перемещения после отмены коррекции на радиус резца, то позиция оси в кадре G12.1 и G13.1 распознается как позиция, применяемая после отмены коррекции на радиус резца и выполнения последующих операций.

**(4) Асинхронная подача резания**

- (а) Асинхронный режим принудительно включается при пуске режима интерполяции полярных координат.
- (б) При отмене режима интерполяции полярных координат режим синхронизации вернется в состояние, которое было до пуска режима интерполяции полярных координат.
- (в) Выдается ошибка программирования (P485), если G12.1 задана в режиме постоянной скорости резания (G96).

**(5) Вспомогательные функции**

- (а) Вспомогательная функция (M) и вспомогательная функция 2-го типа могут быть заданы даже в режиме интерполяции полярных координат.
- (б) Команда S в режиме интерполяции полярных координат задает скорость вращения резца вместо скорости вращения шпинделя.
- (в) Команду T следует задать перед началом интерполяции полярных координат. Выдается ошибка программирования (P485), если команда T задается в режиме интерполяции полярных координат.

:  
T1212 ;                   ... Команда T перед интерполяцией полярных координат  
                                  → Правильно

G0X100. Z0;  
G12.1 ;

:  
T1200 ;                   ... Команда T в режиме интерполяции полярных координат → ошибка программирования

:  
G13.1 ;

- (г) Следует дождаться окончания коррекции радиуса инструмента (перемещения на длину резца и величину коррекции на износ) перед выполнением интерполяции полярных координат. В противном случае результатом будет следующее:  
Система координат станка не изменяется даже при выполнении G12.1.  
Система координат детали изменяется в соответствии с последней коррекцией инструмента при выполнении G12.1. (Даже когда интерполяция полярных координат отменяется, эта система координат детали остается без изменений).

**(6) Команда F во время интерполяции полюсных координат**

Что касается команды F в режиме интерполяции полярных координат, будет ли использоваться предыдущая команда F или нет, зависит от того, какой режим подачи был перед заданием команды G12.1: минутной подачи (G94) или оборотной подачи (G95).

**(а) Если G94 была задана перед G12.1**

Если в режиме интерполяции полярных координат отсутствует команда F, будет использоваться скорость подачи, заданная предыдущей командой F.

Скорость подачи после отмены режима интерполяции полярных координат будет равна скорости подачи, заданной командой F перед запуском режима интерполяции полярных координат, либо равна скорости подачи, заданной последней командой F во время интерполяции полярных координат.

**(б) Если была задана команда G95 перед G12.1**

Скорость подачи, заданная предыдущей командой F не может быть использована при интерполяции полярных координат, поэтому должна быть задана новая F-команда. Скорость подачи после отмены режима интерполяции полярных координат возвращается к значению скорости, которое было задано до начала режима интерполяции полярных координат.

**Если в G12.1 отсутствует команда F**

Предыдущий режим	Команда F	После отмены G12.1
G94	Используется предыдущая F	←
G95	Ошибка программирования (P62)	Используется F, заданная непосредственно перед G12.1

**Если в G12.1 задана команда F**

Предыдущий режим	Команда F	После отмены G12.1
G94	Используется заданная F	←
G95	Используется заданная F <sup>*1</sup>	Используется F, заданная непосредственно перед G12.1

\*1) Поминутная подача в режиме G12.1.

**(7) Ось сверления в команде фиксированного цикла сверления во время интерполяции полюсных координат**

Ось сверления в команде фиксированного цикла сверления во время интерполяции полярных координат определяется параметром линейной оси (#1533).

Значение #1533	Ось сверления
X	Z (плоскость полюсных координат распознается как плоскость XY)
Y	X (плоскость полюсных координат распознается как плоскость YZ)
Z	Y (плоскость полюсных координат распознается как плоскость ZX)
Пусто (нет значения)	Z (плоскость полюсных координат распознается как плоскость XY)



## Меры предосторожности

- (1) Следующие G кодовые команды могут быть использованы в режиме интерполяции полярных координат.

G код	Подробное описание
G00	Позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G02	Круговая интерполяция (CW)
G03	Круговая интерполяция (CCW)
G04	Выдержка времени
G09	Контроль точного останова
G22/23	Блокировка патрона включена/выключена
G40-42	Коррекция на радиус вершины резца
G61	Режим контроля точного останова
G64	Режим резания
G65	Макровывозов (простой вызов)
G66	Макровывозов модальный A (модальный вызов)
G66.1	Макровывозов модальный B (макровывозов кадра)
G67	Отмена модального макровывозов (отмена модального вызова)
G80-89	Фиксированный цикл сверления
G90/91	Команда абсолютного/инкрементного задания
G94	Асинхронная подача
G98	Исходный возврат цикла сверления
G99	Возврат к точке R цикла сверления

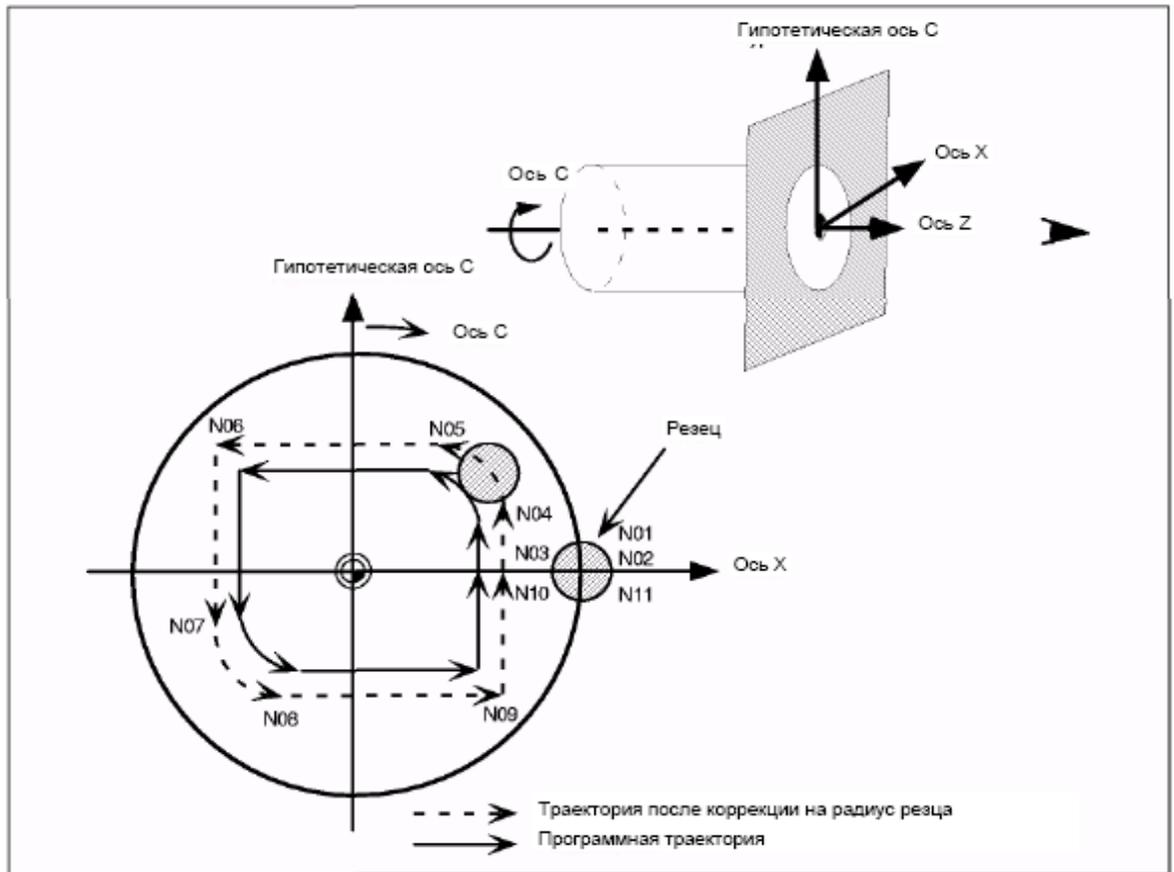
Может выдаваться ошибка программирования (P481), если при интерполяции полярных координат задан G код, отличный от перечисленных выше кодов.

- (2) Перезапуск (продолжение) программы невозможен для кадра интерполяции полярных координат.
- (3) Перед заданием интерполяции полярных координат следует установить систему координат детали таким образом, чтобы центр оси вращения был в нулевой точке системы координат. Запрещается изменять систему координат в режиме интерполяции полярных координат. (G50, G52, G53, сброс относительной координаты, G54-G59, и т.д.)
- (4) Скорость подачи во время интерполяции полярных координат является скоростью интерполяции на плоскости интерполяции полярных координат (ортогональная система координат).  
(Относительная скорость резца будет преобразована согласно правил преобразования полярных координат.)  
При прохождении около центра оси вращения на плоскости интерполяции полярных координат (ортогональная система координат), скорость подачи оси вращения после интерполяции полюсных координат будет очень высокой.
- (5) Команда перемещения оси за пределами плоскости во время интерполяции полярных координат будет выполнена независимо от интерполяции полярных координат.
- (6) Все индикаторы текущей позиции во время интерполяции полярных координат будут отображать реальное значение текущей координаты. Однако «остаточной величиной движения» будет величина движения на плоскости входа полюсных координат.
- (7) Режим интерполяции полярных координат будет отменен при включении электропитания или выполнении сброса.
- (8) Выдается ошибка программирования (P484), если любая из заданных для интерполяции полярных координат осей не завершила возврат к нулевой точке.
- (9) Коррекция на радиус резца должна быть отменена перед тем, как будет произведена отмена режима интерполяции полярных координат.
- (10) При отмене режима интерполяции полярных координат произойдет переход к режиму резания, а текущая плоскость вернется к той, которая была задана до выполнения интерполяции полярных координат.
- (11) Выдается ошибка программирования (P486), если задана команда интерполяции полярных координат в режиме зеркального отображения.
- (12) Выдается ошибка программирования (P486), если в режиме интерполяции полярных координат задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат.

(13) Постоянные циклы G84 или G88 синхронного нарезания резьбы метчиком нельзя использовать в режиме интерполяции полярных координат. Асинхронное нарезание резьбы метчиком может быть использовано в режиме интерполяции полярных координат; однако, синхронное нарезание резьбы нельзя задавать.



## Пример программы



## &lt;Программа&gt;

```

:
N00T0101;
:
N01 G17 G90 G0 X40.0 C0 Z0;      Задание начальной позиции
N02 G12.1;                      Режим интерполяции полярных координат: Пуск
N03 G1 G42 X20.0 F2000;         Старт фактической обработки
N04 C10.0;
N05 G3X10.0C20.0 R10.0;
N06 G1 X-20.0;                  Программа обработки
N07 C-10.0;
N08 G3 X-10.0 C-20.0 110.0 J0;  (соответствует значениям ортогональных координат на
N09 G1 X20.0;                  X-C плоскости гипотетической оси.)
N10 C0;
N11 G40X40.0;
N12 G13.1;                      Режим интерполяции полярных координат: Отмена
:
:
M30;

```

## 6.11. Экспоненциальная интерполяция; G02.3, G03.3



## Функция и назначение

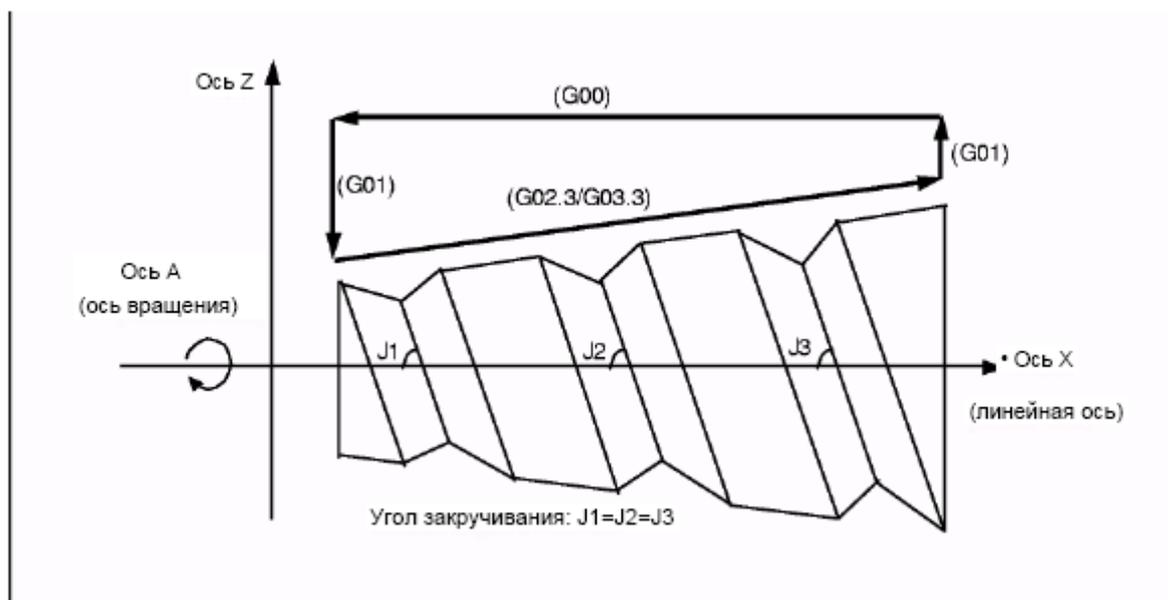
Экспоненциальная интерполяция преобразует перемещение оси вращения в форму экспоненциальной функции в соответствии с движением линейной оси.

В этот момент другие оси выполняют линейную интерполяцию с линейной осью.

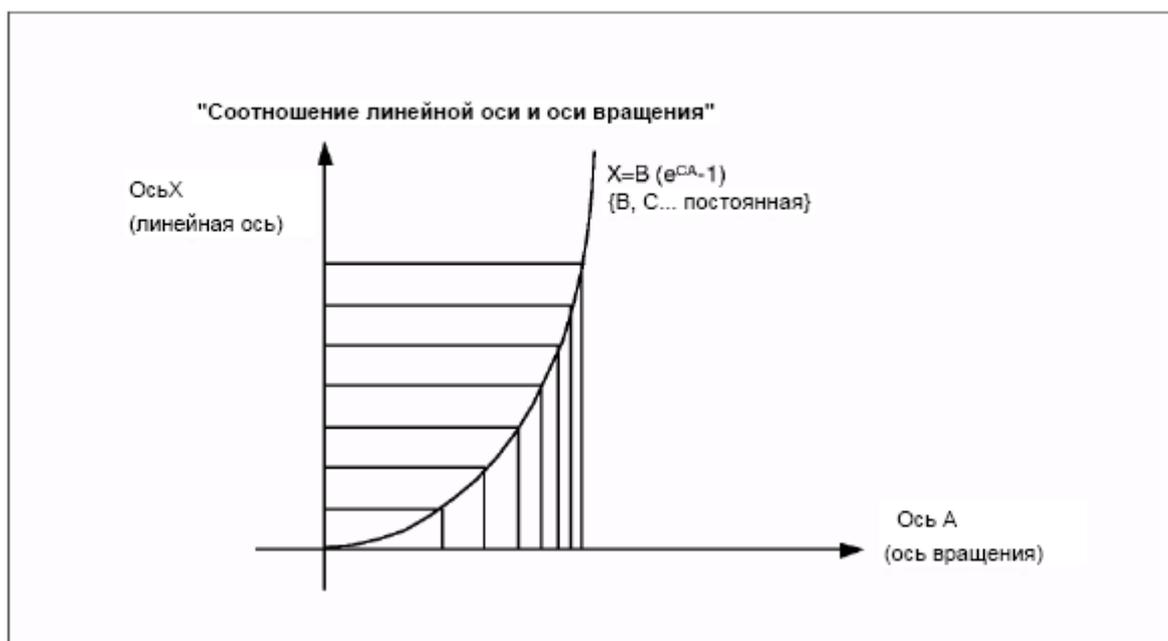
Это позволяет обрабатывать конусообразные канавки с постоянным углом закручивания (угол наклона винтовой линии) (равномерная винтовая обработка конусной формы).

Данная функция может быть использована для прорезания пазов или заточки резца для применения в качестве концевой фрезы и т.д.

- Равномерная винтовая обработка конусной формы



## Соотношение линейной оси и оси вращения





## Формат команды

**G02.3/G03.3 Xx1 Yy1 Zz1 Ii1 Jj1 Rr1 Ff1 Qq1;**

G02.3	Интерполяция прямого вращения
G03.3	Интерполяция обратного вращения
X	Конечная точка оси X ( <b>Примечание 1</b> )
Y	Конечная точка оси Y ( <b>Примечание 1</b> )
Z	Конечная точка оси Z ( <b>Примечание 1</b> )
I	Угол i1 ( <b>Примечание 2</b> )
J	Угол j1 ( <b>Примечание 2</b> )
R	Значение постоянной r1 ( <b>Примечание 3</b> )
F	Исходная скорость подачи ( <b>Примечание 4</b> )
Q	Скорость подачи в конечной точке ( <b>Примечание 5</b> )

**(Примечание 1)** Задайте конечную точку линейной оси, определенной параметром (#1514 expLinax), а также ось, выполняющую линейную интерполяцию между этой осью. Если задана конечная точка оси вращения, обозначенной при помощи параметра (#1515 expRotax), то будет выполняться линейная интерполяция без экспоненциальной интерполяции.

**(Примечание 2)** Единицы задания являются следующими.

Единицы задания	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E
(Ед.изм. = °)	0.001	0.0001	0.00001	0.000001

Диапазон задания от -89° до +89°.

Ошибка программирования (P33) возникнет, если в команде отсутствует адрес I или J.

Ошибка программирования (P35) возникнет, если в команде значение после адреса I или J равно 0.

**(Примечание 3)** Единицы задания являются следующими.

Единицы задания	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E	Ед.изм.
Метрические	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	мм
Дюймовые	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	дюйм

Диапазон задания – положительные числа, не включая 0.

Выдается ошибка программирования (P33), если в команде нет адреса R.

Выдается ошибка программирования (P35), если в команде после адреса R задано значение 0.

**(Примечание 4)** Единицы и диапазон задания такие же, как для обычного F кода. (Минутная подача.)

Задайте конечную скорость подачи, включающую ось вращения.

Стандартное модальное значение F не будет изменено F-командой.

Выдается ошибка программирования (P33), если в команде нет адреса R.

Выдается ошибка программирования (P35), если в команде после адреса R задано значение 0.

**(Примечание 5)** Единицы задания являются следующими.

Единицы задания	#1003 = B	#1003 = C	#1003 = D	#1003 = E	Ед.изм.
Метрические	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	мм
Дюймовые	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	дюйм

Единицы и диапазон задания такие же, как для обычного F кода.

Задайте конечную скорость подачи, включающую ось вращения.

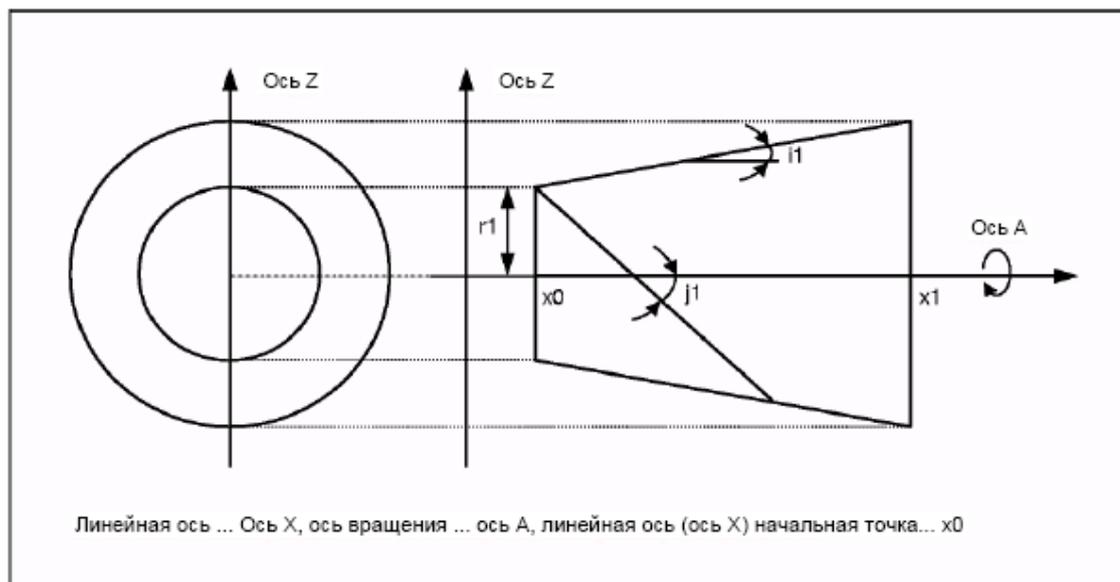
Стандартное модальное значение F не будет изменено командой Q.

Движение оси будет интерполировано системой ЧПУ от начальной скорости (F) до конечной скорости (Q) в соответствии с линейной осью.

Если в команде отсутствует адрес Q, интерполяция будет выполняться с тем же значением, что и исходная скорость подачи (адрес F в команде). (Скорости подачи в начальной и конечной точке будут совпадать.)

Выдается ошибка программирования (P35), если после адреса Q в команде задано значение 0.

Пример равномерной винтовой обработки конусной формы



### Выражение отношения экспоненциальной функции

Выражение отношения экспоненциальной функции линейной оси (X) и оси вращения (A) в команде G02.3/G03.3 определяется следующим образом.

$$X(\theta) = r1 * (e^{\theta/D} - 1) / \tan(i1) \quad (\text{движение (1) линейной оси (X)}) \quad (1)$$

$$A(\theta) = (-1)^\omega * 360 * \theta / (2\pi) \quad (\text{движение оси вращения (A)})$$

$$D = \tan(j1) / \tan(i1)$$

$\omega = 0$  при прямом вращении (G02.3), и  $\omega = 1$  при обратном вращении (G03.3)

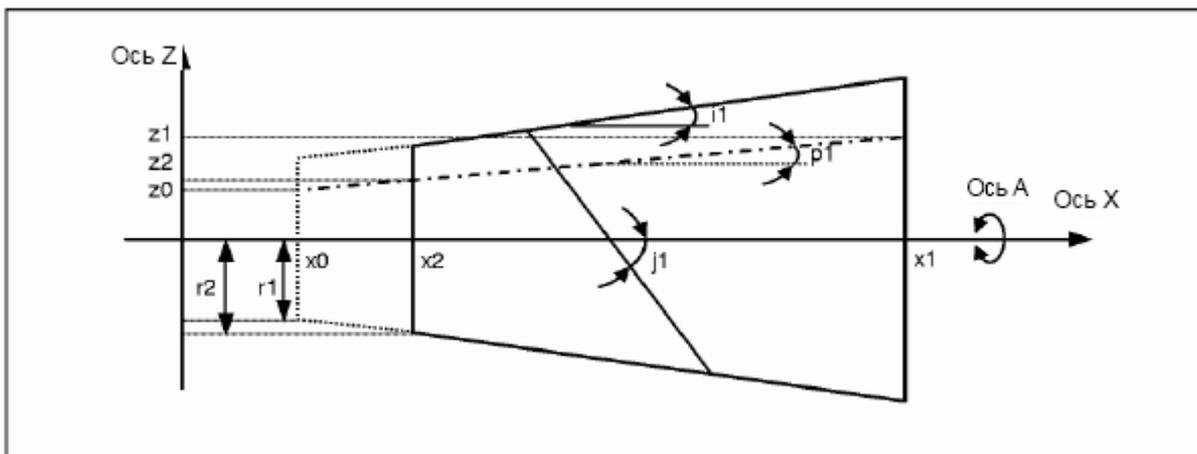
$\theta$  является углом вращения (в радианах) от начальной точки оси вращения

Угол вращения оси вращения ( $\theta$ ), согласно выражения (1), определяется так:

$$\theta = D * \ln\{(X * \tan(i1) / r1) + 1\}$$



## Пример обработки

**<Выражение отношения экспоненциальной функции в примере обработки>**

$$Z(\theta) = r1 * (e^{\theta/D} - 1) * \tan(p1) / \tan(i1) + z0 \quad \dots (1)$$

$$X(\theta) = r1 * (e^{\theta/D} - 1) / \tan(i1) \quad \dots (2)$$

$$A(\theta) = (-1)^\omega * 360 * \theta / (2\pi)$$

$$D = \tan(j1) / \tan(i1)$$

Z(θ) Абсолютное значение от нулевой точки оси Z (ось, линейно интерполирующая в интервале с линейной осью. (Ось X))

X(θ) Абсолютное значение от начальной точки оси X (линейная ось)

A(θ) Абсолютное значение от начальной точки оси A (ось вращения)

r1 Значение постоянной экспоненциальной интерполяции (адрес R в команде)

r2 Радиус левого края детали

x2 Позиция оси X (линейная ось) с левого края детали

x1 Конечная точка оси X (линейная ось) (адрес X в команде)

x0 Начальная точка оси X (линейная ось) (Задайте "x0 ≤ x1", чтобы деталь не столкнулась с резцом)

z1 Конечная точка оси Z (ось, линейно интерполирующая в интервале с линейной осью (ось X)) (адрес Z в команде)

z0 Начальная точка оси Z (ось, линейно интерполирующая в интервале с линейной осью (ось X))

i1 угол наклона конуса (адрес I в команде)

p1 базовый угол наклона прорези

j1 угол закручивания (угол наклона винтовой линии) (адрес J в команде)

ω Направление закручивания (0: прямое закручивание, 1: обратное направление)

θ Угол вращения детали (радиан)

f1 Исходная скорость вращения (адрес F в команде)

q1 Скорость подачи в конечной точке (адрес Q в команде)

k1 Незначимые данные (адрес K в команде)

В соответствии с выражениями (1) и (2):

$$Z(\theta) = X(\theta) * \tan(p1) + z0 \quad \dots (3)$$

В соответствии с выражением (3), базовый угол наклона прорези (p1) определяется позициями конечных точек осей X и Z (x1, z1).

Величина перемещения оси Z определяется базовым углом наклона прорези (p1) и позицией оси X.

На приведенной выше схеме значение постоянной экспоненциальной интерполяции (r1) определяется следующим выражением, использующим радиус левого края детали (r2), начальную точку оси X (x0), положение оси X с левого края детали (x2) и угол наклона конуса (i1).

$$r1 = r2 - \{(x2 - x0) * \tan(i1)\}$$

## 6. Функции интерполяции

### 6.11. Экспоненциальная интерполяция

Угол наклона конуса ( $i1$ ) и угол закручивания ( $j1$ ) отдельно задаются в команде при помощи адреса I и J.

Следует отметить, что если форма является формой обратного конуса, угол наклона конуса ( $i1$ ) будет иметь отрицательное значение.

Направление закручивания ( $\omega$ ) изменяется при помощи G кода. (Прямое вращение, если задано G02.3, обратное вращение, если задано G03.3)

Вышеуказанные значения позволяют выполнять равномерную винтовую обработку конусной формы (либо обратной конусной формы).



#### Команда и операции

	G2.3 (Эквивалентно G3.3, если $j1 < 0$ )			
	Направление движения по оси X > 0		Направление движения по оси X < 0	
	$i1 > 0$	$i1 < 0$	$i1 > 0$	$i1 < 0$
Команда				
Выполнение				
Пример программы	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z100.; N30 G2.3 X100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z200.; N30 G2.3 X100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z100.; N30 G2.3 X-100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z200.; N30 G2.3 X-100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;

	G3.3 (Эквивалентно G2.3, если $j1 < 0$ )			
	Направление движения по оси X > 0		Направление движения по оси X < 0	
	$i1 > 0$	$i1 < 0$	$i1 > 0$	$i1 < 0$
Команда				
Выполнение				
Пример программы	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z100.; N30 G3.3 X100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X100. Z200.; N30 G3.3 X100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z100.; N30 G3.3 X-100. Z100. I50. J80. R105. F500.; N40 M30;	N10 G28XYZC; N20 G91G0 X-100. Z200.; N30 G3.3 X-100. Z-100. I-50. J80. R105. F500.; N40 M30;

## 6. Функции интерполяции



### Меры предосторожности

- (1) Если задана G02.3/G03.3, интерполяция выполняется с выражением отношения экспоненциальной функции с использованием начальной позиции линейной оси и оси вращения, равной 0.
- (2) Линейная интерполяция выполняется в следующих случаях, даже в режиме G02.3/G03.3. Скоростью подачи для линейной интерполяции будет F команда в этом кадре. (Следует отметить, что стандартное модальное значение F не будет обновлено.)
  - Линейная ось, назначенная при помощи параметра (#1514 expLinax) не задана, либо величина перемещения для данной оси равен 0.
  - Ось вращения, назначенная при помощи параметра (#1515 expRotax), задана.
- (3) Смещение длины резца и коррекция на радиус резца не могут быть использованы в режиме G02.3/G03.3. Следует учитывать, что смещение длины резца, заданное до начала интерполяции, начнется до того, как режим G02.3/G03.3 продолжится в нормальном режиме.
- (4) Возникает ошибка программирования (P481), если данные команды задаются в режимах интерполяции полярных координат, цилиндрической интерполяции или фрезерной интерполяции.
- (5) Ошибка программирования (P612) возникнет, если данные команды заданы в режиме зеркального отображения.
- (6) G02.3/G03.3 будут работать с минутной подачей даже в режиме оборотной подачи.
- (7) Если в параметре "#1515 expRota" указано то же самое название оси, что и исходная ось C, то ось, выбранная при помощи сигнала выбора оси C, будет интерполировать как ось вращения.

## 7. Функции подачи

## 7.1. Скорость быстрого хода



## Функция и назначение

Скорость быстрого хода может задаваться независимо для каждой оси. Диапазон скорости, который может быть задан, находится в пределах от 1 мм/мин до 10,000,000 мм/мин. Следует учитывать, что верхний предел скорости ограничивается характеристиками станка. Обратитесь к техническим характеристикам станка для получения информации по возможным величинам быстрого хода.

При позиционировании возможно два вида траектории: интерполяционный вид, при котором перемещение от начальной до конечной точки линейно интерполируется, либо вид без интерполяции, где движение происходит по каждой оси отдельно на максимальной скорости. Выбор вида траектории производится при помощи параметра "#1086 G0Intp". Время позиционирования остается неизменным в каждом случае.

**(Примечание)** Ручная коррекция быстрого хода

Ручная коррекция, как для режима "Наладка", так и для автоматического режима активируется внешним входным сигналом. Существует два типа корректировки, которые выбираются PLC.

Тип 1: 4-ступенчатая коррекция: 1%, 25%, 50% и 100%

Тип 2: Коррекция с шагом 1% от 0% до 100%.

## 7.2. Величина рабочей подачи



## Функция и назначение

Величина рабочей подачи – это величина подачи, используемая при выполнении команд обработки, задается как величина подачи на оборот шпинделя или в минуту.

После задания величина рабочей подачи сохраняется в памяти (является модальным значением). Модальная величина подачи обнуляется только по включению питания.

Максимальное значение величины рабочей подачи ограничивается значением параметра предельно допустимой величины рабочей подачи (диапазон значений параметра тот же, что и для величины рабочей подачи).

Величина рабочей подачи задается адресом F и 8-значным числом.

Это десятичное число, с 5 разрядами для целой части и 3 разрядами мантиссы. Величина рабочей подачи работает с командами G01, G02, G03, G33 и G34.

**Примеры (асинхронная подача)**

Величина подачи			
G1 X100. Z100. F200;	200.0мм/мин	F200. или F200.000	соответствуют
F1 X100. Z100. F123.4;	123.4мм/мин	одинаковой скорости.	
F1 X100. Z100. F56.789 ;	56.789мм/мин		

Диапазон скорости, который может быть задан (дискретность 1µm)

Вид задания	Диапазон задания подачи	Примечания
мм/мин	0.001 ~ 10000000 мм/мин	
дюйм/мин	0.0001 ~ 1000000дюйм/мин	
°/мин	0.001 ~ 10000000.000°/мин	

**(Примечание 1)** Выдается ошибка программирования (P62), если команда F отсутствует в первой после включения питания CNC команде, подразумевающей обработку (G01, G02, G03, G33, G34).

## 7.3. F1-фиксированная подача

**Функция и назначение**

При установке параметра, разрешающего F1–фиксированную подачу, величина подачи, выбирается из ряда предварительно заданных значений согласно цифре, которая, следует за F адресом.

Если задано F0, то задается скорость быстрого хода, такая же как при задании G00. (При этом модальная G-функция не меняется, но ускорение/торможение выполняется как для быстрого хода.)

Если заданы F1 - F5, то скорость подачи выбирается из ряда предварительно заданных значений.

Команда с цифрой 6 и более трактуется уже как обычное задание рабочей подачи.

F1–фиксированная подача используется только с функциями G01, G02, G03, G02.1 или G03.1.

F1–фиксированная подача может также использоваться в постоянных циклах.

**Детальное описание**

Коррекция подачи, установленной F1-функцией, выполняется с использованием первого маховичка. Второй и третий маховичек здесь не работают.

Диапазон, в пределах которого величина подачи может увеличиваться или уменьшаться, определяется по следующей формуле.

$$\pm\Delta F = \frac{FM}{K} \times [\pm \text{количество импульсов маховичка}]$$

Где "+" значит увеличение, а "-" значит уменьшение.

K : Константа (Это делитель для FM. Определяет крутизну характеристики увеличения/уменьшения скорости при изменении данных от маховичка.)

Константа задается базовым параметром CNC "#1507 F1\_K".

FM : Верхний предел скорости для F1 - F5.

Он задается базовым параметром CNC "#1506 F1\_FM".

Скорость, соответствующую F1 - F5 задают базовыми параметрами CNC "#1185 spd\_F1" - "#1189 spd\_F5" соответственно.

Диапазон увеличения/уменьшения от "0" до значения, заданного в параметре "#1506 F1\_FM".

Выдается ошибка оператора с номером "104", если величина подачи равна 0.

**(1) Последовательность действий**

- (а) Установить разрешение задания F1–фиксированной подачи. (Установить для базового параметра CNC "#1079 F1 digt" значение "1".)
- (б) Задать FM и K.  
Диапазон настройки  
K : 1 - 32767 (базовый параметр CNC "#1507 F1\_K")  
FM : 0 - Fmax (мм/мин) (базовый параметр CNC "#1506 F1\_FM")
- (в) Задать F1 - F5. (базовые параметры CNC "#1185 spd\_F1" - "#1189 spd\_F5")

**(2) Специальные примечания**

- (a) Можно использовать задание как F1–фиксированной подачи, так и нормальное задание подачи когда установлено разрешение F1–фиксированной подачи.

**(Пример 1)**

F0 Скорость быстрого хода

F1-F5 Фиксированная подача

F6 и более Стандартное задание рабочей подачи

- (b) F1 - F5 не работают в режиме G00, вместо этого устанавливается скорость быстрого хода.
- (c) При использовании F0 в режиме G02 или G03 выводится ошибка программирования (P121).
- (d) Если задано F1. или F5. (с десятичной точкой), то будет задаваться подача 1мм/мин или 5мм/мин вместо F1- фиксированной подачи.
- (e) Если задание в единицах миллиметров или градусов, то величина подачи, заданная для F1 по F5, действует как заданная скорость в мм (°)/мин.
- (f) Если задание в дюймах, то одна десятая часть величина подачи, заданной для F1 по F5, действует как заданная скорость в дюйм/мин.
- (g) При работе с маховичком, воспринимается 1 импульс на единицу шкалы вне зависимости от коэффициента масштабирования.
- (h) При выполнении F1–фиксированной подачи номер фиксированной подачи и сам режим F1–фиксированной подачи сопровождаются сигналами в PLC.

**(3) F1-цифровые и G команды**

- (a) 01 групповая G команда в том же кадре, что и F1 –цифровые команды

	Выполняемая величина подачи	Модальная индикация	Модальный режим G
G0F0 F0G0	Скорость быстрого хода	0	G0
G0F1 F1G0	Скорость быстрого хода	1	G0
G1F0 F0G1	Скорость быстрого хода	0	G1
G1F1 F1G1	F1 данные	1	G1

- (b) Функция F1–фиксированной подачи и немодальные команды могут задаваться в одном и том же кадре. В таком случае выполняется немодальная команда, и в то же время, производится обновление F1–фиксированной подачи.

**(4) Пример настройки арифметической постоянной K**

Изменение маховичка составляет  $\pm 10$ мм/мин.

FM задано 15000 мм/мин:

$$\Delta F = 10 = \frac{15000}{K}$$

Таким образом, K равно 1500.

Величина подачи изменяется для F (1 по 5) на  $\pm 10$  (мм/мин) при указанном изменении данных от маховичка.

**(5) Условия для ручного управления**

Ручное управление разрешено при задании подачи (F1 - F5), задан пуск в автомате, задание F1–фиксированной подачи разрешено и включен режим ручного управления от станка в режимах MDI, TAPE, MEMORY, подтверждающий, что не заданы блокировки станка (блокировка быстрого хода станка) или режим холостого хода. Функция не может быть применена, если не были обеспечены условия для ручного управления.

## 7.4 Минутная/оборотная подача (Синхронная/асинхронная подача); G94, G95



## Функция и назначение

При использовании команды G95, можно назначать величину подачи на оборот используя адрес F. Если используется данная команда, шпиндель должен быть оборудован датчиком вращения.



## Формат команды

<b>G94; G95;</b>	
G94	Минутная подача (мм/мин) (асинхронная подача)
G95	Подача на оборот (мм/об) (синхронная подача)

Команда G95 является модальной командой и действует, пока не будет отменена следующей командой G94 (минутная подача).

- (1) Величина перемещения на оборот шпинделя при синхронной подаче (подаче на оборот) задается адресом F, диапазон задания значений F приведен в таблице ниже.

## Метрический ввод

Дискретность	B (0.001 мм)		C (0.0001 мм)	
	Минутная подача	Подача на оборот	Минутная подача	Подача на оборот
Командный адрес	F (мм/мин)	F (мм/об)	F мм/мин)	F (мм/об)
Минимальная ед-ца задания	1 (= 1.00), (1. = 1.00)	1 (=0.0001), (1 . = 1 .00)	1 (=1.000), = 1.000)	(1. 1 (=0.000001), (1. = 1 .00)
Диапаз. задания значений	0.01 - 1000000.000	0.0001 - 9999.9999	0.001 - 1000000.000	0.00001 - 9999.99999

Дискретность	D (0.00001 мм)		E (0.000001 мм)	
	Минутная подача	Подача на оборот	Минутная подача	Подача на оборот
Командный адрес	F (мм/мин)	F (мм/об)	F мм/мин)	F (мм/об)
Минимальная ед-ца задания	1 (= 1.0000), (1. = 1.0000)	1 (=0.000001), (1 . = 1 .00)	1 (=1.00000), (1. = 1.00000)	1 (=0.0000001), (1. = 1 .00)
Диапаз. задания значений	0.0001 - 1000000.0000	0.000001 - 9999.999999	0.00001 - 1000000.00000	0.0000001 - 9999.9999999

## Ввод в дюймах

Дискретность	B (0.0001 дюйма)		C (0.00001 дюйма)	
	Минутная подача	Подача на оборот	Минутная подача	Подача на оборот
Командный адрес	F (мм/мин)	F (мм/об)	F мм/мин)	F (мм/об)
Минимальная ед-ца задания	1 (= 1.000), (1. = 1.000)	1 (=0.000001), (1 . = 1 .000)	1 (=1.0000), (1. = 1.0000)	1 (=0.0000001), (1. = 1 .000)
Диапаз. задания значений	0.001 - 100000.000	0.000001 - 99.999999	0.0001 – 100000.0000	0.0000001 – 99.9999999

Дискретность	D (0.000001 дюйма)		E (0.0000001 дюйма)	
	Минутная подача	Подача на оборот	Минутная подача	Подача на оборот
Командный адрес	F (мм/мин)	F (мм/об)	F мм/мин)	F (мм/об)
Минимальная ед-ца задания	1 (= 1.00000), (1. = 1.00000)	1 (=0.00000001), (1 . = 1 .000)	1 (=1.000000), (1. = 1.000000)	1(=0.000000001), (1. = 1 .000)
Диапаз. задания значений	0.0001 - 1000000.0000	0.00000001 - 99.99999999	0.000001 – 100000.000000	0.000000001 – 99.999999999

- (2) Реальная скорость движения исполнительного органа станка при задании подачи на оборот определяется по следующей формуле (формула 1).

$$FC = F \times N \times OVR \quad (\text{формула 1})$$

где FC = Реальная скорость (мм/мин, дюйм/мин)  
 F = Заданная скорость (мм/об, дюйм/об)  
 N = Скорость вращения шпинделя (об/мин)  
 OVR = Коррекция рабочей подачи

Если одновременно задается движение по нескольким осям, реальная скорость FC в формуле 1 будет действовать по результирующему вектору движения.

- (Примечание 1)** Реальная скорость (мм/мин или дюймов/мин), которая образуется при преобразовании заданной скорости, скорости вращения шпинделя и коррекции подачи в минутную скорость, выводится как FC на экран пульта.
- (Примечание 2)** Если указанная выше реальная скорость превышает предельно допустимую величину рабочей подачи, она не поднимается выше этого предела.
- (Примечание 3)** Если скорость вращения шпинделя равна нулю при выполнении синхронной подачи, выдается аварийное сообщение "105".
- (Примечание 4)** При блокировке от станка (machine lock) скорость будет равна 1,000,000 мм/мин (или 39,370 дюймов/мин, 1,000,000 °/мин) независимо от заданной скорости и скорости вращения шпинделя.
- (Примечание 5)** При выполнении режима холостого хода действует асинхронное задание скорости и движение выполняется на заданной извне скорости (мм/мин или дюйм/мин).
- (Примечание 6)** Будет ли активирована асинхронная подача (G94) или синхронная подача (G95) по включению электропитания или по выполнении M02 или M30, задается параметром CNC "#1074 I\_Sync".

## 7.5. Задание подачи и её влияние на оси управления



## Функция и назначение

Уже было отмечено, что станок имеет несколько осей управления. Данные оси управления могут быть разделены на линейные оси, которые управляют линейным движением и оси вращения, которые управляют движением вращения. Задаваемая подача определяет скорость перемещения данных осей, но результирующая скорость движения инструмента и возникающие при обработке ситуации, отличаются в зависимости от того, какими осями осуществляется управление – линейными осями или осями вращения.

Величина перемещения задается отдельно для каждой оси. Величина подачи не задается для каждой оси, а задается как общая величина. Поэтому при управлении двумя и более осями, необходимо понять, что будет происходить с каждой из задействованных осей.

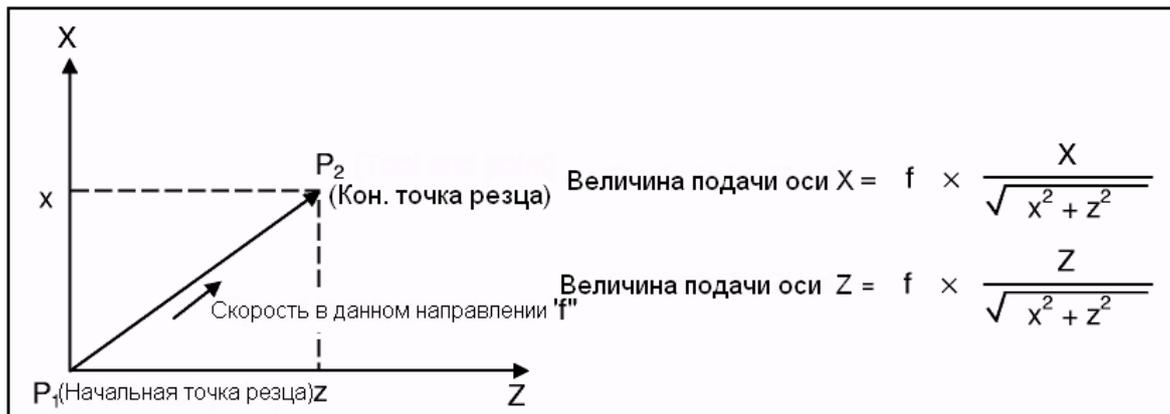
Задание скорости подачи описаны с помощью следующих взаимосвязанных примеров.



## При управлении линейными осями

И в случае управления только одной осью станка, и в случае одновременного управления двумя и более осями, величина подачи, заданная адресом F, действует как линейная скорость в направлении движения инструмента.

**(Пример)** Подача задана как "f", при этом необходимо осуществить управление линейными осями (X и Z).

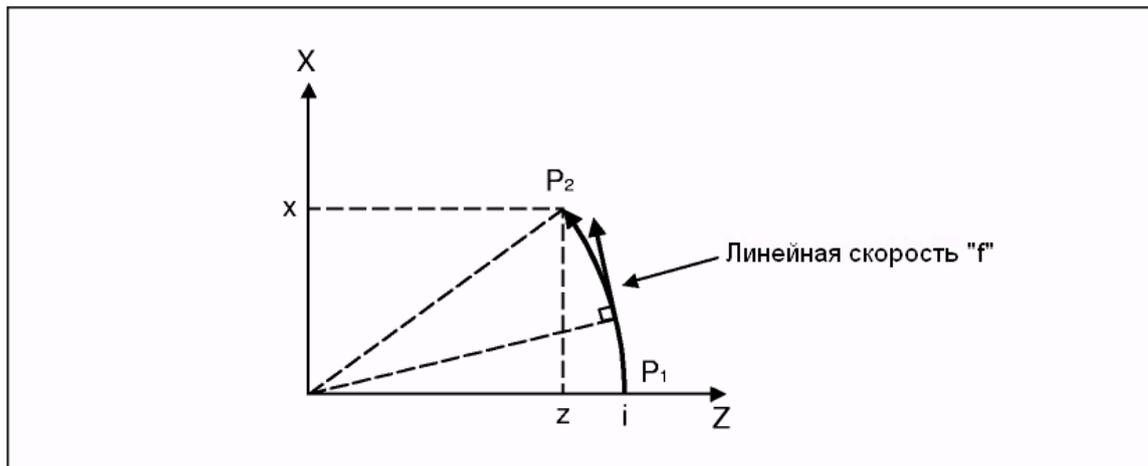


Если в управлении участвуют только линейные оси, достаточно задать рабочую подачу в программе. Величины подачи для каждой из осей будут получены при разложении контурной скорости на составляющие.

## 7. Функции подачи

### 7.5. Задание подачи и её влияние на оси управления

**(Примечание)** Если задана функция круговой интерполяции, и инструмент перемещается по окружности линейными осями управления, то скоростью заданной в программе будет скорость в направлении движения резца (в тангенциальном направлении).



**(Пример)** Величина подачи задана равной "f" и линейные оси (X и Z) должны отработать круговую интерполяцию.

В этом случае скорость осей X и Z будет изменяться при движении инструмента. Тем не менее, общая (результатирующая) скорость будет оставаться неизменной и равной "f".

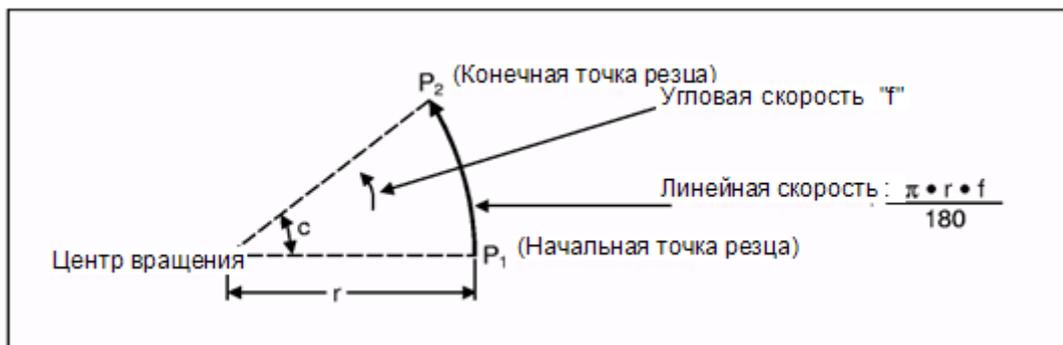


#### При управлении осями вращения

При управлении осями вращения, заданная скорость будет действовать как скорость вращения оси или, выражаясь другими словами, как угловая скорость.

Следовательно, рабочая подача инструмента, его линейная скорость, будет меняться в зависимости от расстояния между центром вращения и инструментом. Это расстояние должно учитываться при задании величины подачи в программе.

**(Пример)** Величина подачи задана равной "f", и необходимо осуществлять управление осью вращения (C) ("f" единицы = °/мин)



В данном случае, чтобы задать скорость резания (линейную скорость) инструмента "fc" :

$$fc = f \times \frac{\pi \cdot r}{180}$$

Таким образом скорость, которая должна быть задана в программе, равна:

$$f = fc \times \frac{180}{\pi \cdot r}$$

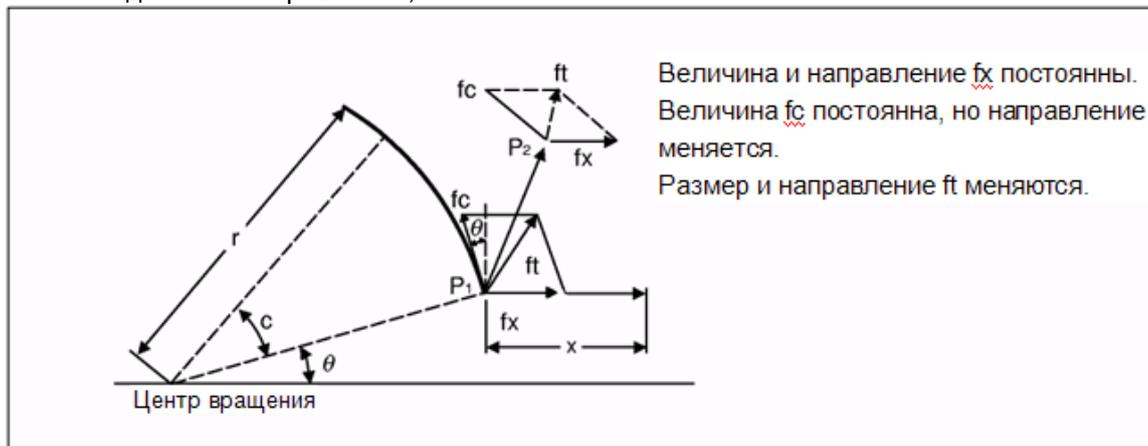


## Одновременное управление линейными осями и осями вращения

Принцип работы блока ЧПУ при управлении линейными осями или осями вращения ничем не отличается. При управлении осью вращения, задаваемое значение координат (С, Н), будет значением угла, а все заданные числовые значения подачи (F), будут трактоваться как линейные скорости. Другими словами, 1 ° оси вращения будет рассматриваться как эквивалент 1 мм линейной оси. Поэтому если необходимо одновременно управлять линейной осью и осью вращения, числовые значений для каждой оси, заданные функцией F, будут действовать также, как в приведенном выше разделе (1) (применительно к управлению линейными осями). Однако, если величина и направление составляющих скорости при управлении линейной осью не будут изменяться, то направление составляющих скорости при управлении осью вращения будет изменяться вместе с движением резца (их величина при этом не меняется). Это значит, что направление результирующей скорости инструмента будет изменяться при движении резца.

**(Пример)** Задана величина подачи "f" и необходимо одновременно управлять линейной осью (X) и осью вращения (C)

Если значение инкрементного задания оси X равно "x", а значение инкрементного задания оси C равно "c", то :



## 7. Функции подачи

### 7.5. Задание подачи и её влияние на оси управления

Величина подачи оси X (линейная скорость) "fx" и величина подачи оси C (угловая скорость) "ω" выражены как:

$$f_x = f \times \frac{x}{\sqrt{x^2 + c^2}} \quad \dots\dots (1)$$

$$\omega = f \times \frac{c}{\sqrt{x^2 + c^2}} \quad \dots\dots (2)$$

Линейная скорость "fc" при управлении осью C выражена как:

$$f_c = \omega \times \frac{\pi \times r}{180} \quad \dots\dots (3)$$

Если скорость в направлении движения резца в начальной точке  $p_1$  равна "ft" а составляющие скорости в направлениях оси X и оси Y равны "ftx" и "fty," соответственно. Это может быть выражено следующим образом:

$$f_{tx} = -\sin\left(\frac{\pi}{180} \theta\right) \times \frac{\pi}{180} \omega + f_x \quad \dots\dots (4)$$

$$f_{ty} = -\cos\left(\frac{\pi}{180} \theta\right) \times \frac{\pi}{180} \omega \quad \dots\dots (5)$$

Где  $r$  является расстоянием между центром вращения и резцом (в единицах мм), а  $\theta$  является углом между точкой  $p_1$  и осью X в центре вращения (в единицах °).

Результирующая скорость "ft" согласно формул (1), (2), (3), (4) и (5) будет:

$$f_t = \sqrt{f_{tx}^2 + f_{ty}^2}$$

$$= f \times \frac{\sqrt{x^2 - x \times c \times \sin\left(\frac{\pi}{180} \theta\right) \frac{\pi}{90} + \left(\frac{\pi \times r \times c}{180}\right)^2}}{x^2 + c^2} \quad \dots\dots(6)$$

Поэтому величина подачи "f", заданная в программе, должна быть следующей:

$$f = f_t \times \frac{x^2 + c^2}{\sqrt{x^2 - x \times c \times \sin\left(\frac{\pi}{180} \theta\right) \frac{\pi}{90} + \left(\frac{\pi \times r \times c}{180}\right)^2}} \quad \dots\dots (7)$$

"ft" в формуле (6) является скоростью в точке  $p_1$ , а значение  $\theta$  изменяется с вращением оси C, это означает, что значение "ft" будет изменяться тоже. Поэтому с целью поддержания скорости резания "ft" на максимально возможном стабильном уровне, угол вращения, заданный в одном кадре, должен быть уменьшен до максимально малого уровня, а степень изменения значения  $\theta$  должна быть минимизирована.

## 7.6. Режим нарезания резьбы



## Функция и назначение

Команда F с семью цифрами или команда E с восемью цифрами задаются для режима нарезания резьбы (команды G33, G34, G76, G78).

Диапазон заданных значений подачи равен 0.0001 - 999.9999мм/об (F и 7цифр) или 0.0001 - 999.99999 мм/оборот (E и 8 цифр) (единицы ввода в микронах).

## Метрическое задание резьбы

Дискретность	B (0.001 мм)			C (0.0001 мм)		
Командный адрес	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)
Минимальная ед-ца задания	1 (=1.000), (1.=1.000)	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)	1 (= 1.00), (1.=1.00)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.000), (1.=1.000)
Диапаз. задания значений	0.001 - 999.999	0.00001 - 999.99999	0.03 - 999.99	0.0001 - 999.9999	0.000001 - 999.999999	0.255 - 9999.999

Дискретность	D (0.00001 мм)			E (0.000001 мм)		
Командный адрес	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)
Минимальная ед-ца задания	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)	1 (= 1.0000000), (1.=1.0000000)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1 (= 1.000000), (1.=1.000000)	1(=1.00000000), (1.=1.00000000)	1 (= 1.00000), (1.=1.00000)
Диапаз. задания значений	0.00001 - 999.99999	0.0000001 - 999.9999999	0.2550 - 9999.9999	0.000001 - 999.999999	0.00000001 - 999.99999999	0.25500 - 9999.99999

## Дюймовое задание резьбы

Дискретность	B (0.0001 дюйм)			C (0.00001 дюйм)		
Командный адрес	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)
Минимальная ед-ца задания	1(=1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.0000), (1.=1.0000)	1(=1.00000), (1.=1.00000)	1(=1.0000000), (1.=1.0000000)	1(=1.00000), (1.=1.00000)
Диапаз. задания значений	0.0001 - 99.9999	0.000001 - 39.370078	0.0255 - 9999.9999	0.00001 - 99.99999	0.0000001 - 39.3700787	0.25401 - 999.99999

Дискретность	D (0.000001 дюйм)			E (0.0000001 дюйм)		
Командный адрес	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)	F (мм / об)	E (мм / об)	E (вершин / дюйм)
Минимальная ед-ца задания	1 (=1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.00000000), (1.=1.00000000)	1 (= 1.000000), (1.=1.000000)	1 (= 1.0000000), (1.=1.0000000)	1(= 1.000000000), (1.=1.000000000)	1 (= 1.0000000), (1.=1.0000000)
Диапаз. задания значений	0.000001 - 99.999999	0.00000001 - 39.37007874	0.025500 - 9999.99999	0.0000001 - 99.9999999	0.000000001 - 39.370078740	0.0255000 - 999.9999999

## 7.7. Автоматическое ускорение/замедление



## Функция и назначение

Ускорение/замедление при быстром ходе и при движении в наладочном (ручном) режиме имеет линейный вид.

Постоянная времени  $T_R$  может быть задана отдельно для каждой оси через параметры с шагом 1 мс от 1 до 500мс.

Ускорение/замедление при рабочей подаче (подача не в ручном режиме) имеет экспоненциальный вид. Постоянная времени  $T_c$  может быть задана отдельно для каждой оси через параметры с шагом 1мс в диапазоне от 1 до 500мс. (Как правило, для всех осей задается одинаковая постоянная времени.)

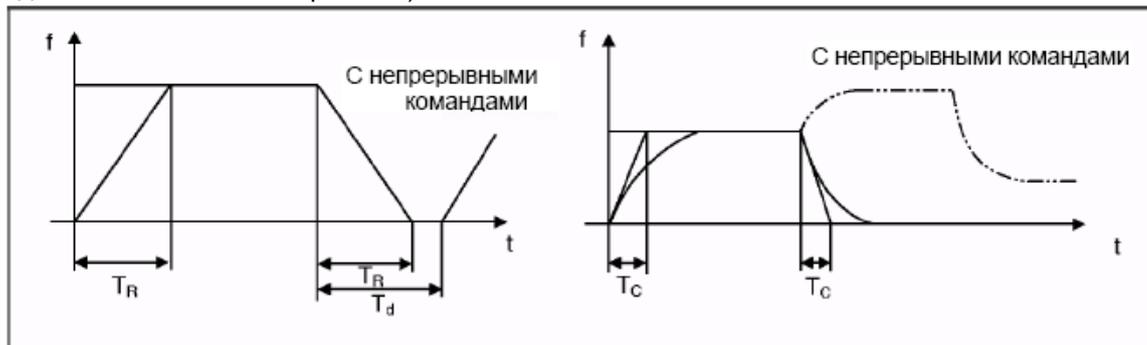


Схема ускорения/замедления быстрого хода

( $T_R$  = Постоянная времени быстрого хода)

( $T_d$  = Время контроля замедления)

Схема ускорения/замедления подачи резки

( $T_c$  = Постоянная времени рабочей подачи)

При быстром ходе и при ручной подаче следующий кадр начнет выполняться после того, как текущий кадр полностью выполнен (получен сигнал о конце кадра) и ошибка позиционирования при ускорении/замедлении станет равной "0". Тем не менее, при рабочей подаче следующий кадр может выполняться, как только получен сигнал о конце текущего кадра, если внешний сигнал в CNC ("Error detect", интерфейс PLC-CNC) установлен в "0", т.е. может производиться выполнение следующего кадра без контроля ошибки позиционирования. Если активирован контроль выхода на позицию (выбор через параметр "#1193 inpos") во время контроля замедления, первым делом подтверждается, что ошибка позиционирования при ускорении/замедлении достигла значения "0", после чего проверяется, чтобы отклонение от заданной позиции было меньше значения параметра "#2204 SV024", и лишь затем происходит выполнение следующего кадра. От характеристик станка зависит, можно ли управлять функцией обнаружения ошибки с помощью внешнего сигнала или функции M, поэтому необходимо обратиться к информации производителя станка.

## 7.8. Ограничение скорости



## Функция и назначение

Данная функция контролирует текущую величину подачи так, чтобы при возможной коррекции подачи не было превышено предельное значение скорости, предварительно заданное для каждой оси.

**(Примечание)** Ограничение скорости не может применяться для синхронной подачи и при нарезании резьбы.

## 7.9 Контроль точной остановки; G09



## Функция и назначение

Есть случаи, в которых необходимо предотвратить скругления при нарезании углов или смягчить ударные воздействия на станок при резком изменении величины подачи станка. В этих случаях рекомендуется задавать следующий кадр после проверки выхода в заданную позицию после замедления и остановки станка либо по истечении времени контроля замедления. Функция контроля точной остановки предназначена для данных целей.

Параметром CNC задается вид контроля: либо по времени замедления, либо по проверке выхода на заданную позицию. (Смотри раздел «7.11. Проверка замедления»)

Зона выхода в заданную позицию задается производителем станка через параметр "#2224 SV024" или "#2077 G0inps" в меню сервопараметров.



## Формат команды

**G09 G01 (G02, G03);**

Команда контроля точной остановки G09 эффективна только в комбинации с командами G01 ~ G03 в соответствующем кадре.



## Пример программы

N001 G09 G01 X100.000 F150 ;	Следующий кадр задается после контроля времени замедления или контроля выхода в заданную позицию после замедления и остановки станка.
N002 Z100.000;	





### Детальное описание

#### (1) Непрерывная подача



#### (2) Подача с проверкой выхода в заданную позицию



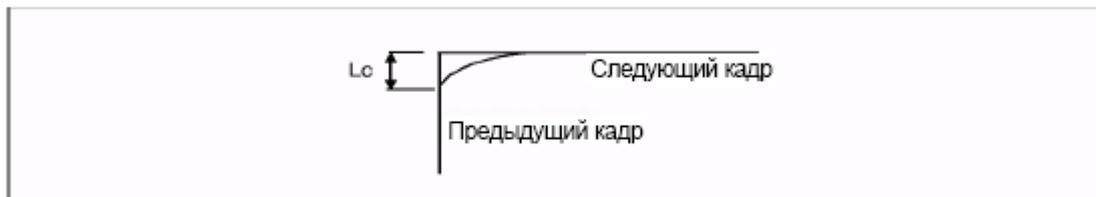
На рис. 2 и 3:

$T_s$  = Постоянная времени ускорения/замедления подачи

$L_c$  = Зона выхода в заданную позицию

Как показано на рис. 3, зона выхода в заданную позицию " $L_c$ ", установленная в сервопараметре "#2224 SV024", это остаточное перемещение (темный участок на Рис 3) от предыдущего кадра при пуске следующего кадра.

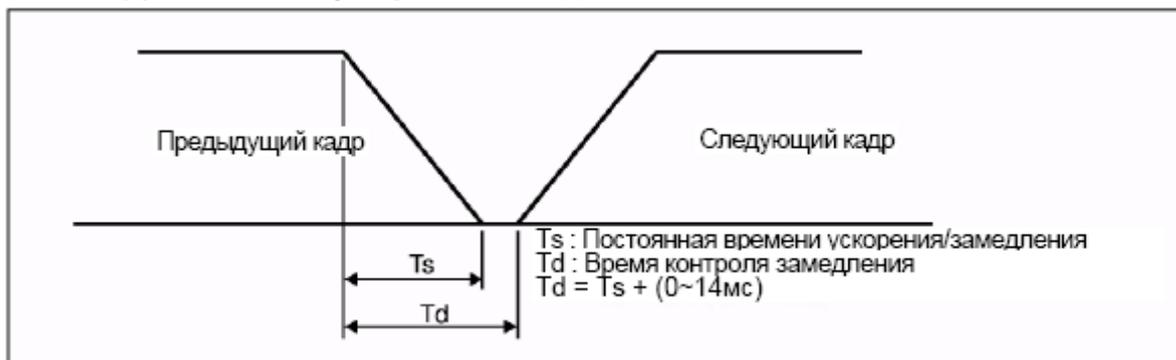
Установка зоны выхода в заданную позицию позволит уменьшить закругления углов детали до определенного значения.



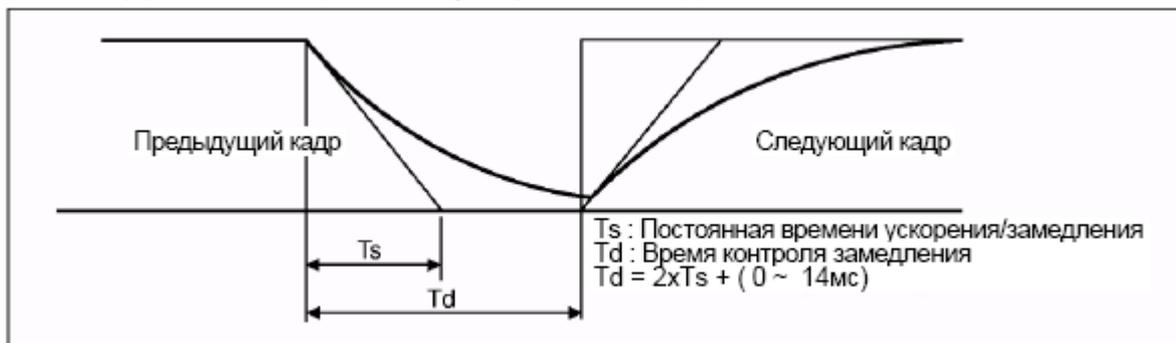
Для предотвращения закругления углов следует в сервопараметре "#2224 SV024" задать Минимально возможное значение и выполнить проверку выхода на заданную позицию или задать выдержку времени (G04) между кадрами.

## (3) С проверкой замедления

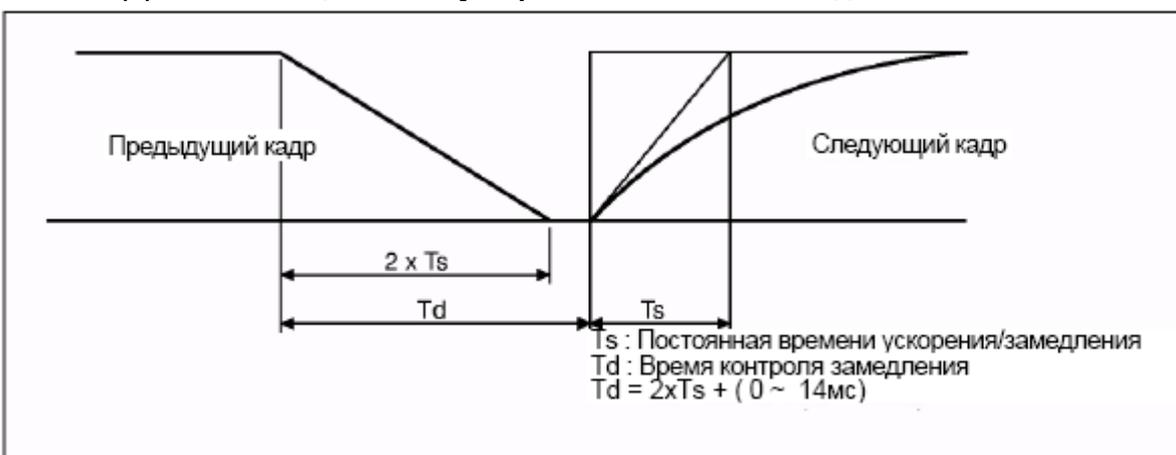
## (а) С линейным ускорением/замедлением



## (б) с экспоненциальным ускорением/замедлением



## (в) С экспоненциальным ускорением/линейным замедлением



Время для контроля замедления, при одновременной работе нескольких осей, берется максимальное из всех промежутков времени контроля замедления по каждой оси, заданных исходя из постоянных времени ускорения/замедления подачи и режимов ускорения/замедления.

**(Примечание 1)** Для выполнения контроля точной остановки в кадре обработки с постоянным циклом следует вставить команду G09 в подпрограмму постоянного цикла.

## 7.10. Режим контроля точной остановки; G61

**Функция и назначение**

В то время, как команда контроля точной остановки G09 контролирует выход в заданную позицию только в кадре, в котором данная команда задана, команда G61 является модальной командой. Это значит, что замедление будет выполняться в конечных точках каждого кадра для всех команд обработки (G01 - G03) следующих за G61, при этом производится контроль выхода в заданную позицию. G61 отменяется командами автоматической коррекции подачи на углах (G62), режима нарезания резьбы метчиком (G63), или режима обработки (G64).

**Формат команды**

G61;
------

Проверка выхода на заданную позицию происходит в кадре G61 и затем проверка выхода в заданную позицию производится в конце кадров с обработкой вплоть до отмены режима проверки.

## 7.11 Контроль замедления



## Функция и назначение

Контроль замедления является функцией, с помощью которой можно определить метод проверки завершения движения в кадре.

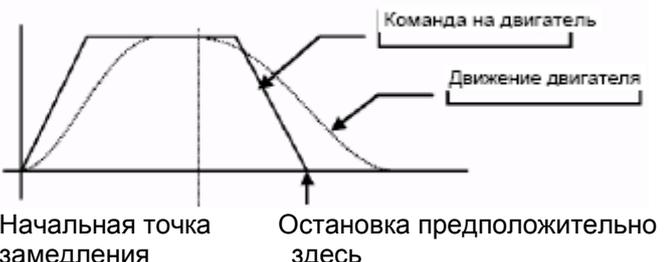
Контроль замедления включает проверку выхода в заданную позицию и проверку заданной скорости.

Может быть выбрана комбинация методов контроля замедления для G0 и G1.

(Смотри раздел "Комбинированный контроль замедления".)

При помощи данной функции можно менять метод контроль замедления при переходе G1 → G0 или G1 → G1 посредством установки параметров.

## (1) Виды контроля замедления

<p>Контроль заданной скорости Окончание замедления - выдача задания на двигатель завершена</p>	 <p>Начальная точка замедления</p> <p>Остановка предположительно здесь</p>
<p>Контроль выхода на заданную позицию Окончание замедления – двигатель вышел в заданную позицию с погрешностью, установленной в параметре</p>	 <p>Начальная точка замедления</p> <p>Остановка предположительно здесь</p>

## (2) Типы контроля замедления

Контроль замедления, задаваемый параметром, может быть двух типов: «контроль замедления тип 1» и «контроль замедления тип 2». Тип определяется значением параметра "#1306 InpsTyp".

(а) Контроль замедления тип 1 ("#1306 InpsTyp"=0).

Метод замедления G0 или G1 выбирается с помощью базовых параметров «метод контроля замедления» (#1193 inpos) и «метод контроля замедления 2» (#1223 aux07/bit1).

Параметр	Команда быстрого хода	Параметр	Команда, отличная от быстрого хода (G1 : отличная от G0 команда)	
<b>inpos (#1193)</b>	G0→XX (G0+G9→XX)	<b>AUX07/BIT-1 (#1223/BIT-1)</b>	G1+G9→XX	G0→XX
<b>0</b>	Контроль замедления по окончании команды	<b>0</b>	Контроль замедления по окончании команды	Без контроля замедления
<b>1</b>	Проверка выхода в позицию	<b>1</b>	Проверка выхода в позицию	

(Примечание) XX означает любые команды.

(Примечание) «#1223 aux07» является общим параметром для всей системы ЧПУ.

(б) Контроль замедления тип 2 ("#1306 InpsTyp"=1).

Допустимая погрешность при выполнении быстрого хода и обработки задается с помощью параметра "#1193 inpos".

Параметр	Кадр		
	G0	G1+G9	G1
<b>0</b>	Контроль замедления по окончании команды	Контроль замедления по окончании команды	Без контроля замедления
<b>1</b>	Проверка выхода в позицию	Проверка выхода в позицию	Без контроля замедления

(Примечание) XX означает любые команды.

(Примечание) "G0" означает быстрый ход, а "G1" подачу при обработке.

## 7.11.1. Контроль замедления G1 → G0



## Детальное описание

(1) В смежных кадрах G1 → G0 параметр "#1502 G0lpfg" может быть изменен для изменения контроля замедления при реверсе.

	То же направление	Обратное направление
G0lpfg: 0		<p>Избыточное ускорение по причине наложения скоростей G1 и G0.</p>
G0lpfg: 1		<p>Замедление по окончании команды</p>



## Пример программы

Если задан контроль замедления при перемещении нескольких осей:

(1)	G91 G1 X100.Z100. F4000; G0 X-100. Z120. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении.
(2)	G91 G1 X100.Z-100. F4000 ; G0 X80. Z100. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось Z движется в обратном направлении.
(3)	G90G1 X100.Z100. F4000; G0 X80. Z120. ;	(Если начальной позицией программы является X0Z0) Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении.
(4)	G91 G1 X100.Z100. F4000; G0 X100. Z100. ;	Контроль замедления не выполняется, так как ось X и ось Z движутся в том же самом направлении.
(5)	G91 G1 X100.Z80. F4000 ; G0 X80. ;	Контроль замедления не выполняется, так как ось X движется в том же самом направлении, а команда движения оси Z отсутствует.

## 7.11.2. Контроль замедления G1 → G1



## Детальное описание

(1) В смежных кадрах G1 → G1 параметр "#1503 G1 IpfG" может быть изменен для изменения контроля замедления при реверсе.

	То же направление	Обратное направление
G0IpfG: 0		
G0IpfG: 1		

Замедление по окончании команды



## Пример программы

Если задан контроль замедления в движении нескольких осей:

(1)	G91 G1 X100.Z100. F4000 ; G1 X-100. Z120. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении.
(2)	G91 G1 X100.Z-100. F4000; G1 X80. Z100. ;	Контроль замедления выполняется, так как ось Z движется в обратном направлении.
(3)	G90G1 X100.Z100. F4000; G1 X80. Z120. ;	(Если начальной позицией программы является X0Z0) Контроль замедления выполняется, так как ось X движется в обратном направлении.
(4)	G91 G1 X100.Z100. F4000 ; G1 X100. Z100. ;	Контроль замедления не выполняется, так как ось X и ось Z движутся в одинаковом направлении.
(5)	G91 G1 X100.Z80. F4000; G1 X80. ;	Контроль замедления не выполняется, так как ось X движется в том же направлении, а команда движения оси Z отсутствует.

## 7. Функции подачи

### 7.12. Автоматическая коррекция подачи при обработке углов

#### 7.12. Автоматическая коррекция подачи при обработке углов ; G62



##### Функция и назначение

Эта команда при использовании коррекции на радиус инструмента автоматически корректирует величину подачи для уменьшения нагрузок на инструмент при обработке внутренних сторон угла или внутренней обработке углов R.

Автоматическая коррекция подачи действует, пока не будет задана команда отмены коррекции на радиус инструмента (G40), режима контроля точной остановки (G61), режима нарезания резьбы метчиком (G63), либо режима обработки (G64).



##### Формат команды

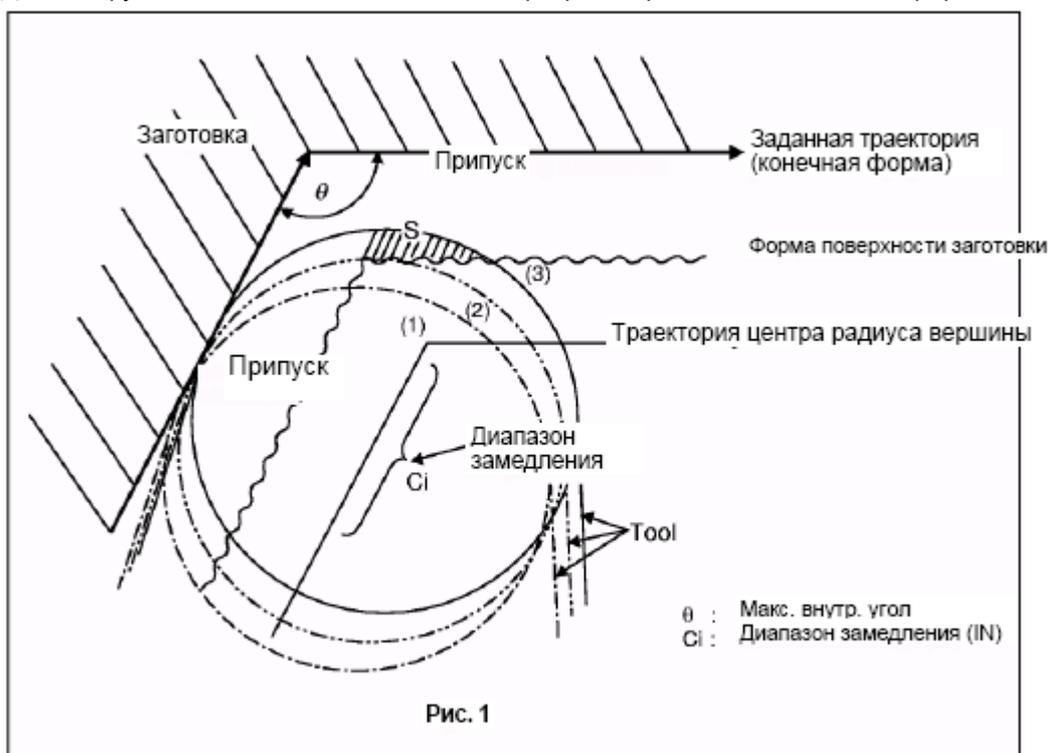
G62;



##### Обработка внутри углов

При обработке внутренних сторон угла, как показано на рис. 1, величина припуска увеличивается и нагрузка на инструмент возрастает. Для исправления данной ситуации автоматически активируется режим корректировки подачи в пределах заданного угла, скорость подачи уменьшается, возросшая нагрузка уменьшается и обработка выполняется оптимально.

Данная функция действительна, если запрограммирована законченная форма детали.



## 7. Функции подачи

### 7.12. Автоматическая коррекция подачи при обработке углов

#### (1) Действия

(а) Когда не должна применяться автоматическая коррекция подачи :

Если резец движется в очередности (1) → (2) → (3) на Рис. 1, припуск для (3) увеличивается на величину, эквивалентную площади затемненного участка S, что приводит к увеличению нагрузки на резец.

(б) Когда должна применяться автоматическая коррекция подачи :

Если внутренний угол  $\theta$  на Рис. 1 менее угла, заданного параметром, коррекция, заданная параметром, будет автоматически применена в диапазоне замедления  $C_i$ .

#### (2) Настройка параметра

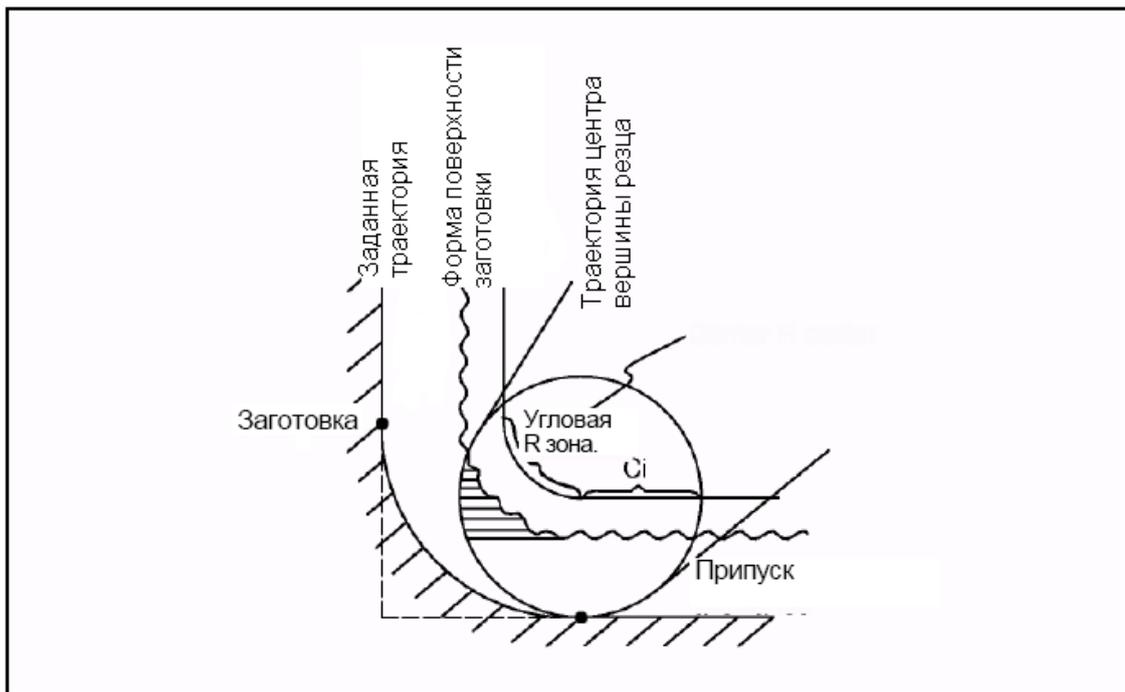
В параметры обработки вводятся следующие параметры обработки :

#	Параметр	Настройка параметра
#8007	VERRIDE	0 - 100%
#8008	MAX. ANGLE	0 - 180°
#8009	DSC. ZONE	0 - 99999.999мм или 0 - 3937.000 дюймов

Смотри инструкцию по эксплуатации для получения подробной информации по способу настройки.



#### Автоматическая коррекция угла R

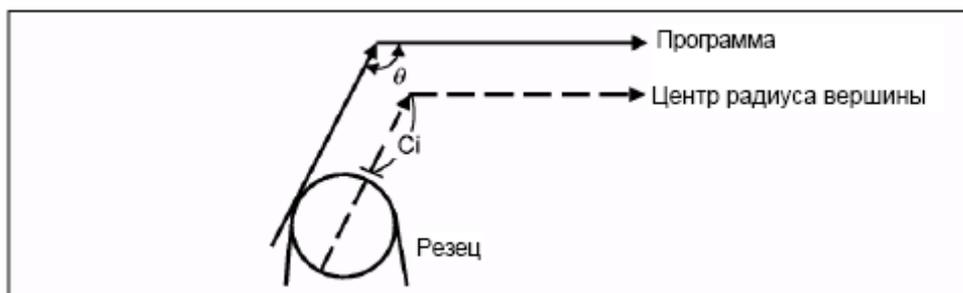


(1) Коррекция, заданная в параметре, автоматически применяется в диапазоне замедления  $C_i$  и зоне угла R для внутреннего смещения с автоматической коррекцией R. (Угловая проверка не производится.)



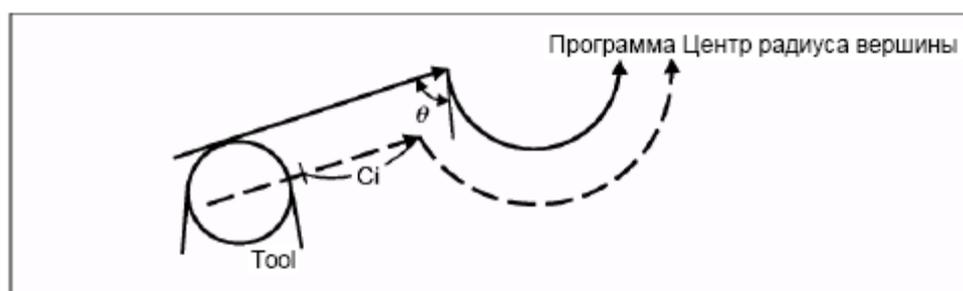
## Пример использования

## (1) линейно – линейный угол



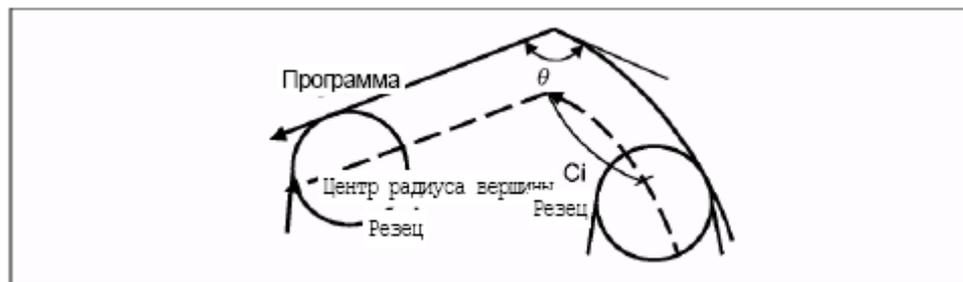
Заданная параметром коррекция действует в  $Ci$ .

## (2) линейно - дуговой (наружное смещение) угол



Заданная параметром коррекция действует в  $Ci$ .

## (3) дуговой (внутреннее смещение) - линейный угол



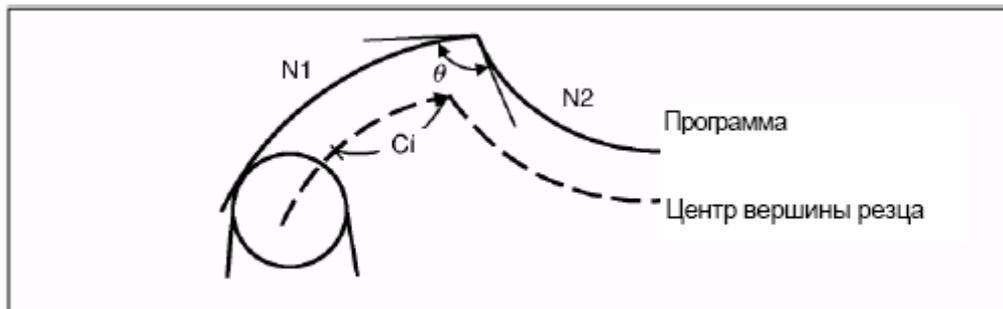
Заданная параметром коррекция действует в  $Ci$ .

**(Примечание)** Диапазон замедления  $Ci$ , в котором применяется коррекция, является длиной дуги при задании дуги.

## 7. Функции подачи

### 7.12. Автоматическая коррекция подачи при обработке углов

#### (4) дуговой (внутреннее смещение) - дуговой (наружное смещение) угол



Заданная параметром коррекция действует в Ci.



#### Взаимосвязь с другими функциями

Функция	Коррекция подачи на угловом участке
Коррекция подачи (процентка)	Автоматическая коррекция применяется после активации коррекции подачи.
Отмена коррекции (процентки)	Автоматическая коррекция не отменяется при отмене процентки.
Ограничение скорости	Действительно после автоматической коррекции
Холостой ход	Автоматическая коррекция недействительна
Синхронная подача	Автоматическая коррекция применяется к синхронной скорости подачи.
Нарезание резьбы	Автоматическая коррекция недействительна
G31 пропуск	Выводится ошибка программирования для команды G31 при коррекции на радиус вершины резца.
Блокировка станка	Действительна
Ограничение скорости станка	Автоматическая коррекция недействительна
G00	Недействительна
G01	Действительна
G02, G03	Действительна



#### Меры предосторожности

- (1) Автоматическая коррекция подачи при обработке углов действительна только в режимах G01, G02 и G03; она не действует в режиме G00. При переключении из режима G00 в режим G01 (G02, G03) или наоборот, на угловом участке автоматическая коррекция не будет применена в кадре с G00.
- (2) Даже при активном режиме автоматической коррекции подачи при обработке углов автоматическая коррекция подачи не будет выполнена, если активен режим коррекции на радиус резца.
- (3) Автоматическая коррекция подачи при обработке углов не будет произведена для угла, где коррекция на радиус резца задана или отменена.
- (4) Автоматическая коррекция подачи при обработке углов не будет произведена для угла, где встретилась команда задания векторов I, K для коррекции на радиус резца.

## 7. Функции подачи

### 7.12. Автоматическая коррекция подачи при обработке углов

- (5) Автоматическая коррекция подачи при обработке углов не будет произведена в случае, когда невозможно вычислить пересечение резца и детали, т.е. в случае, когда команды перемещения заданы менее, чем в четырех последовательных кадрах.
- (6) Диапазон торможения при задании команды дуги будет равен длине дуги.
- (7) Величина внутреннего угла, как задано параметром, есть величина угла программной траектории.
- (8) Автоматическая коррекция подачи при обработке углов не будет действовать, если максимальный заданный в параметре угол будет равен 0 или 180.
- (9) Автоматическая коррекция подачи при обработке углов не будет действовать, если в параметре для величины коррекции задано значение 0 или 100.

## 7.13. Режим нарезания резьбы метчиком ; G63

**Функция и назначение**

Команда G63 позволяет войти в режим управления, наиболее подходящий для нарезания резьбы метчиком, как показано ниже :

1. Коррекция подачи фиксируется на отметке 100%.
2. Команды замедления на стыках между кадрами не действуют.
3. Блокировка подачи не действует.
4. Покадровый режим не действует.
5. Выводится сигнал о вхождении в режим нарезания резьбы метчиком.

G63 отменяется командами контроля точной остановки (G61), автоматической коррекции подачи при обработке углов (G62), или режима обработки (G64).

**Формат команды**

G63 ;

## 7.14. Режим обработки (контурный режим) ; G64

**Функция и назначение**

Команда G64 позволяет активировать режим, в котором при обработке получаются поверхности более высокого качества. В отличие от режима контроля точной остановки (G61), при функции G64 следующий кадр выполняется непрерывно без замедления и остановки станка между кадрами.

G64 отменяется командой контроля точной остановки (G61), высокоточной обработки (G61.1), автоматической коррекции подачи при обработке углов (G62) или режима нарезания резьбы метчиком (G63).

Режим обработки устанавливается после выполнения инициализации.

**Формат команды**

G64 ;

## 8. Выдержка времени.

Команда G04 может задержать запуск следующего кадра.

## 8.1. Посекундная выдержка ; G04

**Функция и назначение**

Выполнение следующего кадра будет задержано на заданное время.

**Формат команды**

**G04 X/U\_ ; или G04 P\_ ;**  
**X, P время выдержки**

Единицы задания времени выдержки определяются параметром. В дополнение к адресам P и X, можно использовать адрес U (адрес, соответствующий оси X определяется параметром #1014 incsx). Следует отметить, что адрес U недействителен, если #1076 AbsInc установлен.

**Детальное описание**

- (1) Десятичная точка действительна при задании времени выдержки с помощью X или U.
- (2) При задании времени выдержки с помощью P будет ли действительна десятичная точка, выбирается параметром (#8112). Если десятичная точка недействительна согласно параметру, то в команде с адресом P цифры после точки игнорируются.
- (3) В таблице внизу приведены диапазоны задания выдержки времени.

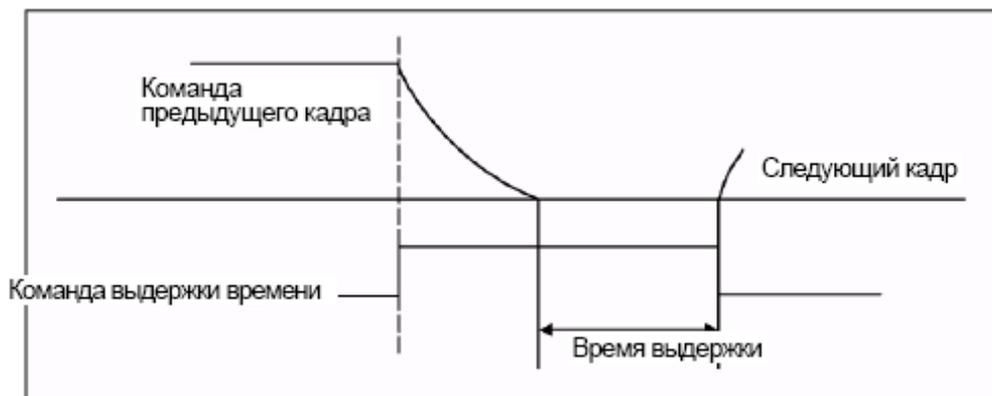
Диапазон задания	
Десятичная точка действительна	Десятичная точка недействительна
0 – 99999.999 (с)	0 – 99999999 (мс)

- (4) Для выбора секунд в качестве единиц задания времени выдержки в команде без десятичной точки следует задать 1 значению параметра #1078 Descpt2. Это действует только для X, U или P при действительной десятичной точке.
- (5) Если в предыдущем кадре задана команда обработки, команда выдержки времени начнет отсчет времени после замедления и остановки станка. Если же она задана в том же кадре, что и команды M, S, T или B, отсчет времени начнется немедленно.
- (6) Выдержка времени действительна даже в режиме блокировки (machine lock или interlock).

## 8. Выдержка времени

### 8.1. Посекундная выдержка

- (7) Выдержка времени может быть отменена путем предварительного задания значения параметра #1173 dwlskr. Если сигнал пропуска выдержки времени поступил в течение отсчета времени, то оставшееся время будет отброшено, и начнется выполнение следующего кадра.



#### Пример программы

Команда	Время выдержки (с)			
	#1078 Decpt2 = 0		#1078 Decpt2 = 1	
	DECIMAL PNT-N	DECIMAL PNT-P	DECIMAL PNT-N	DECIMAL PNT-P
G04 X500 ;	0.5		500	
G04 X5000 ;	5		5000	
G04 X5. ;	5		5	
G04 X#100 ;	1000		1000	
G04 U500 ;	0.5		500	
G04 U5000 ;	5		5000	
G04 U5. ;	5		5	
G04 U#100 ;	1000		1000	
G04 P5000 ;	5		5	5000
G04 P12.345 ;	0.012	12.345	0.012	12.345
G04 P#100 ;	1	1000	1	1000

**(Примечание 1)** Примеры выше приведены для следующих условий:  
Единицы задания величин 0.001 мм или 0.0001 дюйма.  
#100 = 1000 ;

**(Примечание 2)** "DECIMAL PNT-P" является параметром управления (#8112).

**(Примечание 3)** Если дискретность составляет 0.0001 дюйма, значение X перед G04 будет умножено на 10. Например, для "X5. G04 ;" время выдержки будет равно 50 секунд.



#### Меры предосторожности

- (1) Следует задавать X или U в команде после G04 для уверенности в том, что выдержка времени отсчитывается на основе X или U.

## 9. Вспомогательные функции

### 9.1. Вспомогательные функции M (8-значные BCD)

## 9. Вспомогательные функции

### 9.1. Вспомогательные функции M (8-значные BCD)



#### Функция и назначение

Вспомогательные функции (M) также известны как M-функции, они включают такие функции станка с числовым программным управлением, как прямое и обратное вращение шпинделя, остановка программы и включение/выключения охлаждения. Данные функции задаются 8-значным числом (0 - 99999999), следующего за адресом M, при этом в одном кадре могут задаваться до 4 групп M-функций.

**(Пример)** G00 Xx Mm1 Mm2 Mm3 Mm4 ;

Если заданы пять и более команд, действительными будут только последние четыре.

Выходным сигналом является 8-значный BCD код и сигнал строба.

Шесть команд M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98 и M99 используются как вспомогательные функции для специальных задач, они не могут быть использованы в качестве общих вспомогательных команд.

Однако существуют другие 94 вспомогательные функции, которые могут использоваться для этих целей. Для получения информации по соответствию между номерами функций и их назначением следует обратиться к информации изготовителя станка.

При задании функций M00, M01, M02 и M30 считывание следующего кадра в буфер предварительного считывания будет запрещено.

Функция M может быть задана совместно с другими командами в рамках одного кадра. Если в одном и том же кадре задана M-функция совместно с командой движения, существует две последовательности выполнения данных команд. Параметрами станка определяется, какая последовательность будет выбрана.

(1) Функция M выполняется после команды движения.

(2) Функция M выполняется одновременно с командой движения.

Какая из данных последовательностей будет действовать, зависит от параметров станка.

Последовательность выполнения и завершения справедлива для всех команд M за исключением M96, M97, M98 и M99. 8 функций M, применяемых в специальных случаях, описаны ниже.



#### Стоп программы : M00

После того как устройство считывания с ленты считало данную функцию, прекращается считывание следующего кадра. Что касается системных функций блока ЧПУ, то производится остановка только считывания ленты. Будет ли при этом произведен останов таких функций станка, как вращение шпинделя и подача охлаждения, зависит от логики управления станком.

Повторный пуск производится клавишей автоматического пуска на панели оператора станка. Возможность сброса при помощи команды M00 зависит от параметров станка.

## 9. Вспомогательные функции

### 9.1. Вспомогательные функции M (8-значные BCD)



#### Оptionный стоп (Стоп с подтверждением) : M01

Если считывающее устройство ленты произвело считывание команды M01 при включенном режиме опционного стопа на панели оператора станка, производится остановка программы с теми же последствиями, что и при использовании функции M00.

Если режим опционного стопа выключен, команда M01 игнорируется.

(Пример)

: N10 G00 X1000; N11 M01 ; N12 G01 X2000 Z3000 F600 ; :	Команда опционного стопа игнорируется. Остановка в N11, если режим включен Следующая команда (N12) выполняется без остановки в N11, если режим выключен
---	---



#### Конец программы : M02 или M30

Данная команда, как правило, используется в последнем кадре при завершении обработки, так что она прежде всего применяется для перемотки ленты назад. Будет ли произведена перемотка ленты назад или нет, зависит от параметров станка. В зависимости от параметров станка производится сброс системы командами M02 или M30 после завершения перемотки ленты и других команд в том же кадре. (Хотя индикация памяти положения на дисплее не сбрасываются при выполнении сброса, происходит отмена модальных команд и величин компенсаций.)

Остановка следующей операции происходит после завершения операции перемотки (лампа автоматического режима отключается). Для перезапуска устройства необходимо нажать на клавишу пуска автоматического режима, либо выполнить соответствующие действия.

(Примечание 1) Выходные сигналы формируются для команд M00, M01, M02 и M30. Сброс этих сигналов производится по нажатию клавиши сброса.

(Примечание 2) M02 или M30 могут быть заданы в режиме ручного ввода данных (MDI). В таком режиме команды могут задаваться одновременно с другими командами так же, как и на ленте.



#### Прерывание макроса : M96, M97

M96 и M97 являются M-командами для управления прерываниями макросов пользователя. Команда M управления прерыванием макроса пользователя обрабатывается внутри блока ЧПУ.

Чтобы использовать команды M96 и M97 как вспомогательные функции, следует указать в параметрах (#1109 subs\_M и #1110 M96\_M, #1111 M97\_M) другие M-команды.



#### Вызов/завершение подпрограммы : M98, M99

Данные команды используются как инструкции вызова подпрограмм и возврата из подпрограмм.

M98 и M99 обрабатываются внутри системы, так что выходные сигналы кода M-функции и стробирующие сигналы не выводятся.



#### Внутренние процессы при выполнении команд M00/M01/M02/M30

Временно прекращается предварительное чтение после того, как были считаны команды M00, M01, M02 или M30. Иные операции, как то, перемотка ленты и модальная инициализация при выполнении сброса, выполняются в соответствии с параметрами CNC.

## 9. Вспомогательные функции

### 9.2. 2-й тип вспомогательных функций А, В, С (8-значные)

#### 9.2. 2-й тип вспомогательных функций А, В, С (8-значные)



#### Функция и назначение

Эти функции предназначены для задания позиционирования индексных осей и других аналогичных функций. В данной системе они задаются при помощи 8-значных чисел от 0 до 99999999, следующих за адресом А, В или С. Производителем станка определяется, какие коды каким позициям соответствуют.

Функции А, В и С могут задаваться одновременно с любыми другими командами, однако если задано движение в том же кадре, существует две последовательности выполнения команд. Параметрами станка определяется, какой порядок будет выбран.

- (1) Функция А, В или С выполняется после команды движения.
- (2) Функция А, В или С выполняется одновременно с командой движения.

Последовательность выполнения и завершения справедлива для всех вспомогательных функций второго типа.

В таблице приведены различные адресные комбинации. Нельзя использовать один и тот же адрес для дополнительной оси и внесистемной функции второго типа.

Название дополнительной оси	А	В	С
<b>2-й тип вспомогательных функций</b>			
А	×	○	○
В	○	×	○
С	○	○	×

**(Примечание)** Если "А" задана в качестве адреса вспомогательной функции второго типа, нельзя использовать следующие команды :

- (1) Команды линейного угла (,А допустимо).
- (2) Геометрические команды I.
- (3) Команды задания цикла сверления типа 2.

## 9.3. Positioning of the index table



## Функция и назначение

Positioning of the index table can be performed by specifying the index axis. The positioning command of the index axis determines the angle of rotation of this axis. Specifying special M-commands for clamping and unclamping the table is not necessary, which significantly simplifies programming.



## Детальное описание

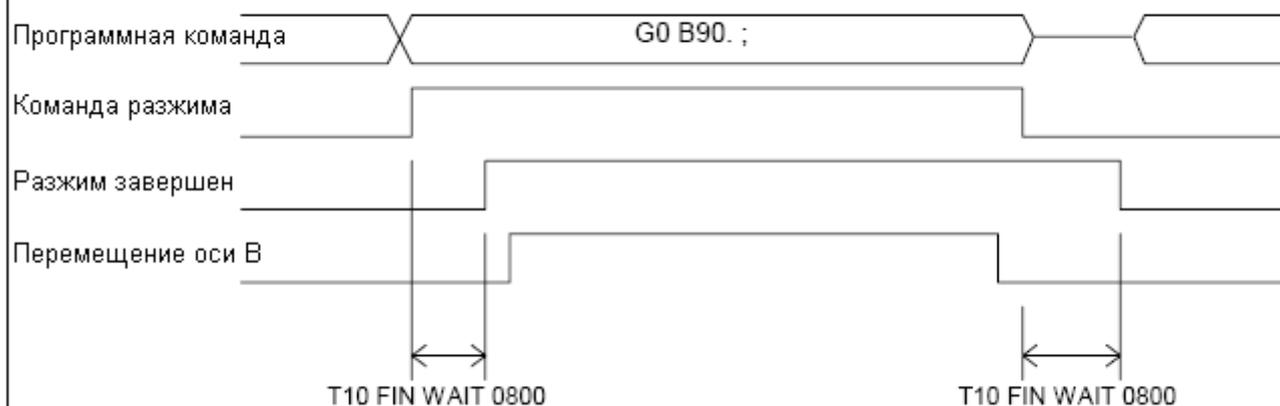
The function of positioning the index table works as follows.

(Example) G00 B90 ;

B – axis, defined as the index axis with the parameter “#2076 index x”.

- (1) Set «1» in the parameter “#2076 index x” for the axis that will be the index axis.
- (2) The movement command (in absolute or incremental values) for the selected axis is executed when processing this command in the program.
- (3) Before the start of movement, the table is unclamped.
- (4) The specified movement of the axis begins to be executed after the completion of unclamping the table.
- (5) After the end of movement, the table is clamped.
- (6) The next frame begins to be executed after the completion of clamping the table.

## &lt;Временная диаграмма&gt;





#### Меры предосторожности

- (1) Могут быть заданы несколько индексных осей.
- (2) Скорость перемещения индексной оси равна действующему модальному значению скорости подачи (G0/G1).
- (3) Разжим стола также выполняется, если позиционирование индексной оси задано в одном кадре с другими осями. В этом случае команды перемещения других осей, заданных в одном кадре с командой позиционирования индексной оси, начнут обрабатываться после завершения разжима стола.  
Следует отметить, что перемещения других осей, заданных в одном кадре с командой позиционирования индексной оси, будут выполнены для команд без интерполяции.
- (4) Позиционирование индексных осей выполняется также, как и стандартных осей вращения, но данная функция выполняет разжим стола даже для линейных осей.
- (5) Если во время движения индексной оси при выполнении автоматической операции возникает ошибка, которая переводит сигнал разжима в выключенное состояние, то индексная ось отработывает замедление и останавливается, состояние разжима сохраняется.
- (6) Если во время движения индексной оси поступает сигнал блокировки подачи и т.п., то состояние разжима сохраняется.
- (7) Операции зажима и разжима стола не выполняются при задании подряд нескольких команд перемещения индексной оси.  
Следует отметить, что операции зажима и разжима стола выполняются при задании подряд нескольких команд перемещения индексной оси в покадровом режиме работы.
- (8) Убедитесь, что в заданной позиции стола возможен зажим.

## 10. Шпиндельные функции

## 10.1. Шпиндельные функции S (2-значные BCD)...для стандартных PLC параметров



## Функция и назначение

Шпиндельные функции также известны как S функции. Они определяют скорость вращения шпинделя. В данной системе они задаются при помощи 2-значных чисел, следующих за адресом S в диапазоне от 0 до 99, таким образом могут быть заданы 100 команд. Однако на самом деле это будет зависеть от станка, сколько функций из данных 100 будут использоваться и какие функции каким номерам будут соответствовать, поэтому за этими сведениями следует обращаться к информации изготовителя станка. Если задан более чем двухзначный номер, действительными будут последние два знака.

Функции S могут быть заданы одновременно с любыми другими командами, однако если задано движение в том же кадре, существует две последовательности выполнения команд. Параметрами станка определяется, какой порядок будет выбран.

- (1) Функция S выполняется после команды движения.
- (2) Функция S выполняется одновременно с командой движения.

Последовательность выполнения и завершения справедлива для всех S команд от S00 по S99.

## 10.2. Шпиндельные функции S (аналоговые 6-значные)



## Функция и назначение

Если применяется 6-значная S -функция, то могут задаваться команды от S0 до S999999. Другие команды соответствуют 2-значной S -функции. При использовании данной функции следует всегда выбирать двоичный выход S команды.

В данной функции сигнал ступени передач, напряжение, соответствующее заданной скорости вращения шпинделя, и сигнал пуска задаются шестью цифрами, следующими за S кодом.

Последовательность выполнения и завершения справедлива для всех S команд.

Параметры аналоговых сигналов представлены ниже.

- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| (1) Выходное напряжение    | 0 – 10 В             |
| (2) Разрешение             | 1/4096 ( $2^{-12}$ ) |
| (3) Условия нагрузки       | 10kΩ                 |
| (4) Выходное сопротивление | 220Ω                 |

Если параметры для макс. 4 ступеней редуктора заданы предварительно, будет выбрана ступень редуктора, соответствующая S команде, и будет выдан сигнал о ступени редуктора. Аналоговое напряжение рассчитывается в соответствии с входным сигналом о ступени редуктора.

- (1) Параметры, соответствующие конкретным редукторам  
Предельная скорость вращения, максимальная скорость вращения, скорость вращения вала редуктора и максимальная скорость вращения при нарезании резьбы метчиком.
- (2) Параметры соответствующие всем редукторам  
Скорость вращения при ориентации, минимальная скорость вращения.

#### 10.3. Шпиндельные функции S (8-значные)



##### Функция и назначение

Данные функции задаются 8-значным числом (0 ~ 99999999), следующим за адресом S, при этом одна команда задается в одном кадре.

Выходной сигнал представляет собой 32-битный двоичный сигнал со знаком и сигналом строба. Последовательность выполнения и завершения справедлива для всех S команд.

## 10.4. Постоянная скорость резания; G96, G97



## Функция и назначение

Данная команда автоматически изменяет скорость вращения шпинделя в зависимости от расстояния от оси вращения детали до точки резания, тем самым, обеспечивается постоянная скорость резания в процессе обработки.



## Формат команды

G96 S__ P__;	Постоянная скорость резания задана
S	Скорость резания
P	Обозначение оси с постоянной скоростью резания

G97;	Отмена постоянной скорости резания
------	------------------------------------



## Детальное описание

(1) Ось для работы с постоянной скоростью резания задается параметром (#1181 G96\_ax).  
 0 : жестко задана 1-ая ось (P команда недействительна)  
 1 : 1-ая ось  
 2 : 2-ая ось  
 3 : 3-ая ось

(2) Если для указанного выше параметра не задано нулевое значение, ось для постоянной скорости резания может быть задана адресом P.

(Пример) При G96\_ax = 1

Программа	Ось с постоянной скоростью резания
G96 S100;	1-ая ось
G96 S100 P3;	3-я ось

(3) Пример программы

G90 G96 G01 X50. Z100. S200 ;

}

G97 G01 X50. Z100. F300 S500 ;

}

M02 ;

Скорость вращения шпинделя задается таким образом, чтобы скорость резания была равна 200м/мин.

Скорость вращения шпинделя задается равной 500 об/мин.

Модальное возвращение к исходному значению.

(4) То каким шпинделем управлять, определяется следующим.

Для многошпиндельного управления типа I (#1300 ext36 bit0 = 0), шпиндель для управления определяется командой выбора шпинделя из группы 20 G-кодов.

Для многошпиндельного управления типа I (#1300 ext36 bit0 = 1), шпиндель для управления определяется сигналом выбора (SWS) от PLC.

#### 10.5. Ограничение скорости вращения шпинделя; G92



##### Функция и назначение

Максимальная скорость вращения шпинделя задается адресом S, следующим за командой G92, а минимальная скорость вращения - адресом Q.



##### Формат команды

G92 S\_\_ Q\_\_;

S Максимальная скорость вращения шпинделя

Q Минимальная скорость вращения шпинделя



##### Детальное описание

Кроме данной команды можно использовать параметры CNC для установки диапазона скоростей вращения для ступеней редуктора (до 4 ступеней) в единицах 1 об/мин для выбора передачи между шпинделем и двигателем.

Верхний и нижний пределы действительны в диапазонах скоростей, заданных параметрами и "G92 Ss Qq ;".

В параметре (#1146 Sclamp, #1227 aux11/bit5) можно задать, будет ли выполняться ограничение скорости вращения только в режиме постоянной скорости резания или также и без него.

**(Примечание)** Команда G92S и действия по ограничению скорости вращения.

		Sclamp = 0		Sclamp = 1	
		aux11/bit5 = 0	aux11/bit5 = 1	aux11/bit5 = 0	aux11/bit5 = 1
Команда	G96	Команда ограничения скорости вращения		Команда ограничения скорости вращения	
	G97	Команда скорости вращения шпинделя		Команда ограничения скорости вращения	
Действие	G96	Выполнение ограничения скорости вращения		Команда ограничения скорости вращения	
	G97	Нет ограничения скорости вращения		Выполнение ограничения скорости вращения	Нет ограничения скорости вращения

### 10.6. Управление шпинделем/С-осью



#### Функция и назначение

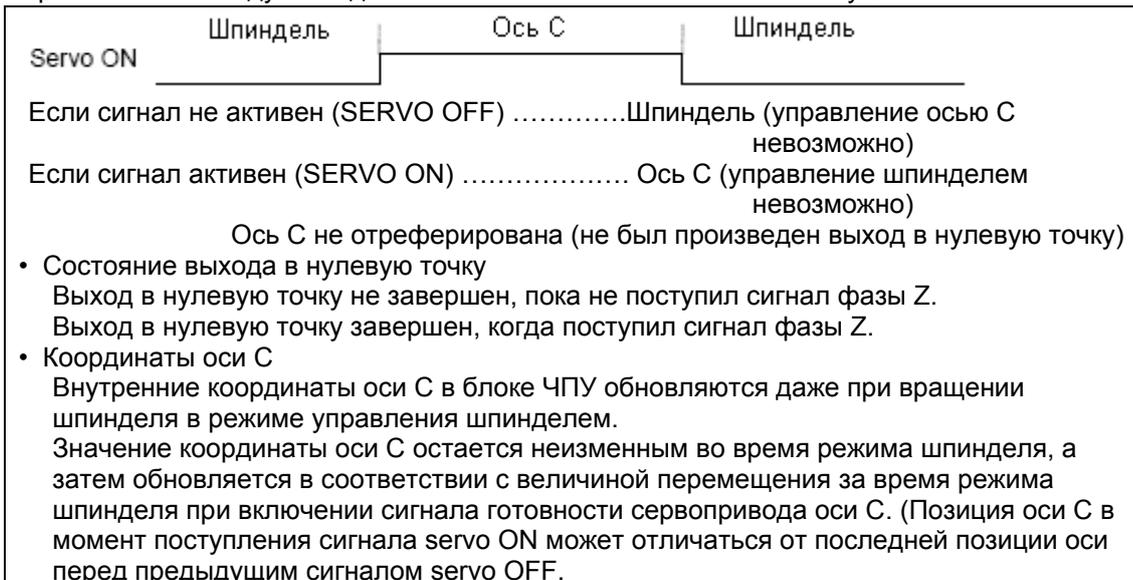
Данная функция позволяет использовать один шпиндель (MDS-A-SP и более поздние) в качестве оси С (оси вращения) по внешнему сигналу.



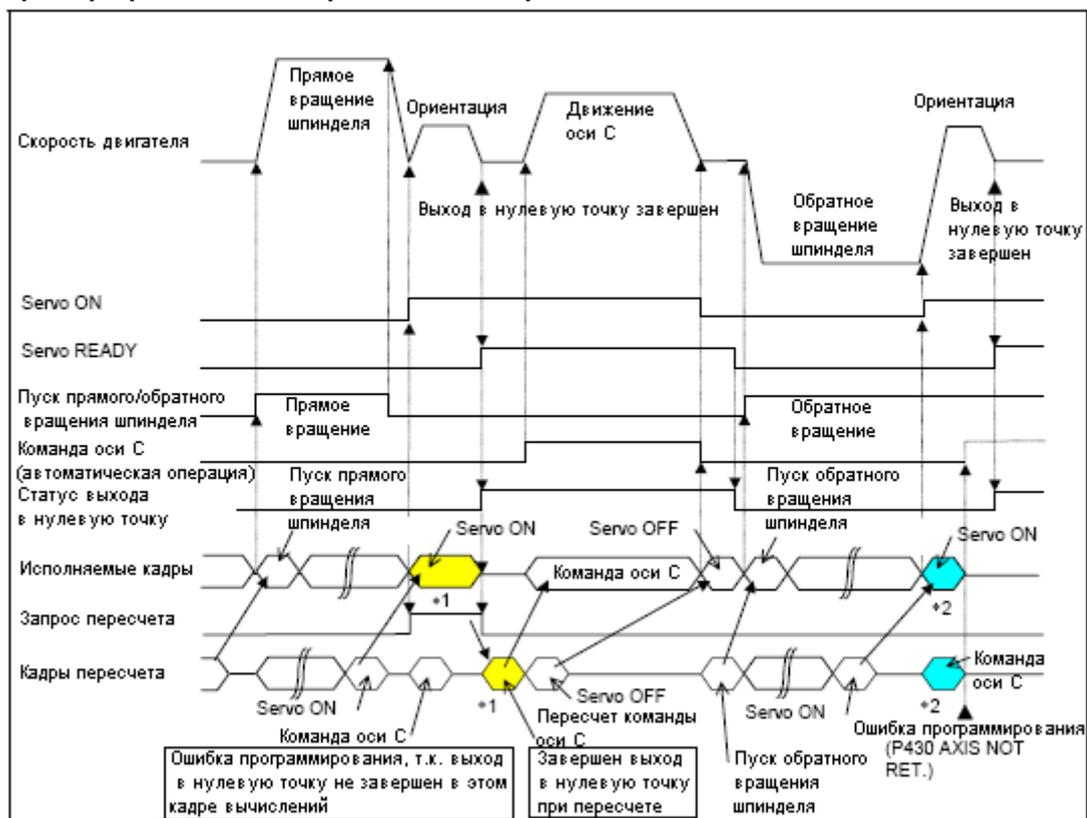
#### Детальное описание

##### (1) Смена режима шпиндель/С-ось

Переключение между шпинделем и осью С выполняется по сигналу SERVO ON оси С.



##### (2) Пример временной диаграммы смены режимов



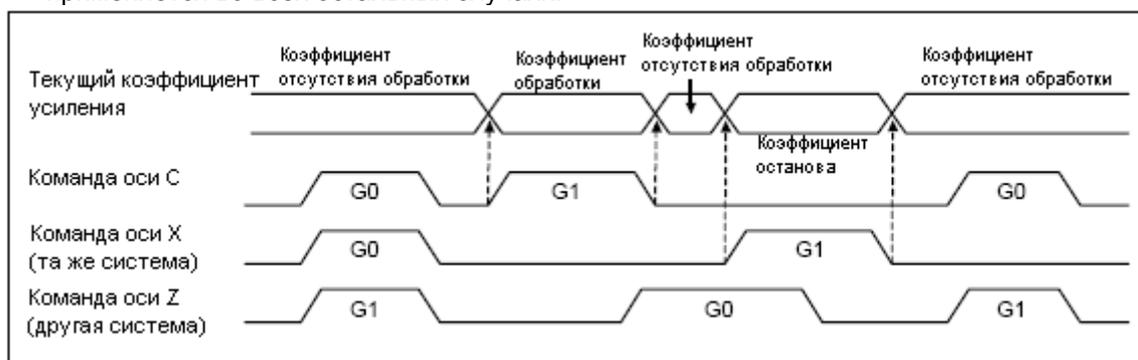
**(Примечание)** Для осевых команд завершение возврата к исходной точке проверяется при расчете. Поэтому, если команда оси С Серво ВКЛ и команда С оси являются непрерывными, выдается программная ошибка (P430), как показано выше в \*2. В ответ на возникновение данной ситуации должны быть выполнены следующие две операции на компьютере пользователя, как показано выше в \*1.

- Ввести сигнал запроса на перерасчет при помощи команды Серво ВКЛ.
- Дождаться завершения команды Серво ВКЛ, пока ось С не войдет в режим Серво Готовность.

**(3) Коэффициент усиления оси С**

Коэффициент усиления оси С зависит от ее текущего состояния (выбирается оптимальное значение в текущий момент).

Во время движения оси С на скорости подачи резания применяется коэффициент резания. При движении других осей на скорости подачи резания (торцевая обработка по оси С) применяется коэффициент останова. Коэффициент отсутствия обработки применяется во всех остальных случаях.



**(Примечание 1)** Подача на скорости резания другой системы не влияет на коэффициент усиления оси С.

**(Примечание 2)** В программе ПЛК можно задать выбор одного из трех коэффициентов усиления для оси С.

**(4) Контроль замедления при движении с учетом шпинделя/оси С**

Контроль замедления при движении с учетом шпинделя/оси С выполняется, как показано в таблице, при возникновении следующих условий.

Если заданы различные значения коэффициента усиления для контура позиционирования в режиме отсутствия обработки (параметр шпинделя #3203 PGC0) и в режиме обработки (параметры шпинделя с #3330 PGC1 по #3333 PGC4).

Это реализовано потому, что при изменении коэффициента усиления во время движения оси возникает вибрация станка и т.д.

Параметр	Команда быстрого хода
<b>Inpos (#1193)</b>	G0→XX (G0+G9→XX)
<b>0</b>	Контроль замедления по окончанию команды
<b>1</b>	Контроль выхода на заданную позицию

Параметр	Команда движения, кроме G0 (G1 например)	
<b>AUX07/БИТ-1 (#1223/БИТ-1)</b>	G1+G9→XX (G1+G9→XX)	G1→ G1
<b>0</b>	Контроль выхода на заданную позицию	Без контроля замедления
<b>1</b>	(Применимо только к SV024)	

**(Примечание 1)** При задании команды G1 контроль выхода на заданную позицию выполняется вне зависимости от параметра.

**(Примечание 2)** XX обозначает все команды.

**Меры предосторожности**

- (1) Ошибка программирования (P430) возникнет в случае задания движения оси С во время ориентации или при отсутствии сигнала готовности сервопривода.
- (2) Не допускайте пропадания сигнала servo ON во время движения оси С. Оставшиеся команды оси С будут сброшены по восстановлению servo ON. (Если в режиме оси С пропадает сигнал servo ON, то подача останавливается и активируется режим шпинделя).
- (3) Если поступает сигнал servo ON во время вращения шпинделя, то происходит останов вращения шпинделя и переход в режим оси С.
- (4) Для оси С невозможен выход в исходную точку со сторожевым устройством. Задайте ориентацию для выхода в исходную точку в параметрах (базовые параметры шпинделей "#3106 zrn\_typ/bit8" = 0) или задайте ось С как ось без исходной точки (параметр возврата в исходную точку "#2031 noref: 1").

## 10.7. Синхронизация шпинделей

**Функция и назначение**

На станке с двумя и более шпинделями данная функция управляет скоростью и фазой вращения одного шпинделя (базовый шпиндель) синхронно с вращением другого шпинделя (синхронного шпинделя).

Эта функция применяется в случае, когда скорости вращения двух шпинделей должны совпадать, например, если зажатую в первом шпинделе деталь необходимо зажать во втором шпинделе, или если нужно изменить скорость вращения шпинделя, когда деталь зажимается в обоих шпинделях.

Существует два типа синхронизации шпинделей: синхронизация шпинделей I и синхронизация шпинделей II.

Синхронизация шпинделей I	Назначение синхронного шпинделя и пуск/отмена синхронизации осуществляются путем задания G-команды в программе обработки.
Синхронизация шпинделей II	Выбор синхронизируемого шпинделя, пуск синхронизации и т.д. осуществляются из ПЛК. За подробностями обратитесь к руководству по эксплуатации от производителя станка.

**Общие замечания для синхронного управления шпинделями I и II**

При синхронном управлении шпинделями должны быть заданы следующие режимы:

Патрон зажат;

Ошибка временно отменена;

Многоступенчатое ускорение/замедление.

Подробное описание смотри в разделе «10.7.3. Меры предосторожности при синхронном управлении шпинделями».

## 10.7.1. Синхронизация шпинделей I

**Функция и назначение**

В режиме синхронного управления шпинделями I назначение синхронного шпинделя и пуск/отмена синхронизации осуществляются путем задания G-команды в программе обработки.

**Формат команды****(1) Пуск синхронизации шпинделей (G114.1)**

Данная команда задает базовый и синхронный шпиндель и синхронизирует эти два шпинделя. Фазы вращения базового и синхронного шпинделя могут быть выровнены путем задания величины сдвига фазы синхронного шпинделя.

**G114.1 H\_\_ D\_\_ R\_\_ A\_\_ ;**

H Выбор базового шпинделя

D Выбор синхронного шпинделя

R Величина сдвига фазы синхронного шпинделя

A Постоянная времени ускорения/замедления синхронизации шпинделей

**(2) Отмена синхронизации шпинделей (G113)**

Эта команда отменяет синхронное состояние двух шпинделей, синхронизированное вращение которых было задано командой G114.1.

**G113 \$**

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единицы)	Примечания
H	Выбор базового шпинделя  Укажите № шпинделя, используемого в качестве базового шпинделя.	1- 4  1: 1-й шпиндель 2: 2-й шпиндель 3: 3-й шпиндель 4: 4-й шпиндель	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выдается ошибка программирования (P35), если задано значение вне диапазона или задан № шпинделя без спецификаций</li> <li>• Выдается ошибка программирования (P33), если значение отсутствует.</li> <li>• Выдается ошибка программирования (P700), если задан шпиндель, подключенный не последовательно.</li> </ul>
D	Выбор синхронного шпинделя  Укажите № шпинделя, который будет синхронизирован с базовым шпинделем	1 - 4 или -1 - -4  1: 1-й шпиндель 2: 2-й шпиндель 3: 3-й шпиндель 4: 4-й шпиндель	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выдается программная ошибка (P35), если задано значение, превышающее диапазон командных значений.</li> <li>• Выдается программная ошибка (P33), если команда отсутствует.</li> <li>• Выдается программная ошибка (P33), если задан тот же шпиндель, что и выбранный в качестве базового.</li> <li>• Направление вращения синхронизируемого шпинделя в соответствии с базовым шпинделем задается при помощи знака D.</li> <li>• Выдается программная ошибка (P700), если задан шпиндель, подключенный не последовательно.</li> </ul>

## 10.7. Синхронизация шпинделей

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единицы)	Примечания
R	Уровень фазового сдвига синхронного шпинделя  Задайте уровень сдвига от исходной точки (ежеоборотный сигнал) синхронного шпинделя.	0 - 359.999 (°) или 0 - 35999(° × 10 <sup>-3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выдается ошибка программирования (P35), если задано значение вне диапазона.</li> <li>• Заданный уровень сдвига действует по часовой стрелке для базового шпинделя</li> <li>• Если отсутствует команда R, фазы не выравниваются.</li> </ul>
A	Постоянная времени ускорения/замедления синхронизации шпинделей  Задайте постоянную времени ускорения/замедления при изменении скорости вращения синхронизированных шпинделей. (Задайте ее для ускорения/замедления на скорости более медленной, чем определено постоянной времени, заданной в параметрах.)	0.001 - 9.999 (с) или 1 - 9999 (мс)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выдается программная ошибка (P35), если задано значение, превышающее диапазон командных значений.</li> <li>• Если заданное значение менее постоянной времени ускорения/замедления, заданной при помощи параметров, будет использоваться значение, заданное в параметрах.</li> </ul>



### Скорость и направление вращения

- (1) Скорость и направление вращения базового шпинделя и синхронного шпинделя во время управления синхронизацией шпинделей являются скоростью и направлением вращения, заданными для базового шпинделя. Следует учитывать, что направление вращения синхронного шпинделя может быть реверсировано по отношению к базовому шпинделю на протяжении программы.
- (2) Скорость вращения и направление вращения базового шпинделя могут быть изменены во время управления синхронизацией шпинделей.
- (3) Команда вращения синхронного шпинделя также действует во время управления синхронизацией шпинделей.  
Если задано управление синхронизацией шпинделей, и при этом не заданы ни команда прямого вращения, ни команда обратного вращения для синхронного шпинделя, то режим ожидания синхронизации будет активирован без запуска вращения синхронного шпинделя. Если в данном режиме будет задана команда прямого вращения или команда обратного вращения, то начнется вращение синхронного шпинделя. Направление вращения синхронного шпинделя будет соответствовать направлению, заданному в программе.  
Если задана остановка шпинделя для синхронного шпинделя во время управления синхронизацией шпинделей (сигналы прямого и обратного вращения выключены), вращение синхронного шпинделя прекратится.
- (4) Команда скорости вращения (S команда) и контроль постоянства скорости резания недействительны для синхронного шпинделя во время управления синхронизацией шпинделей. Следует учитывать, что производится модальное обновление режима, поэтому они вступят в действие после отмены синхронизации шпинделей.
- (5) Постоянство скорости резания может выполняться при помощи задания команды для базового шпинделя даже во время управления синхронизацией шпинделей.

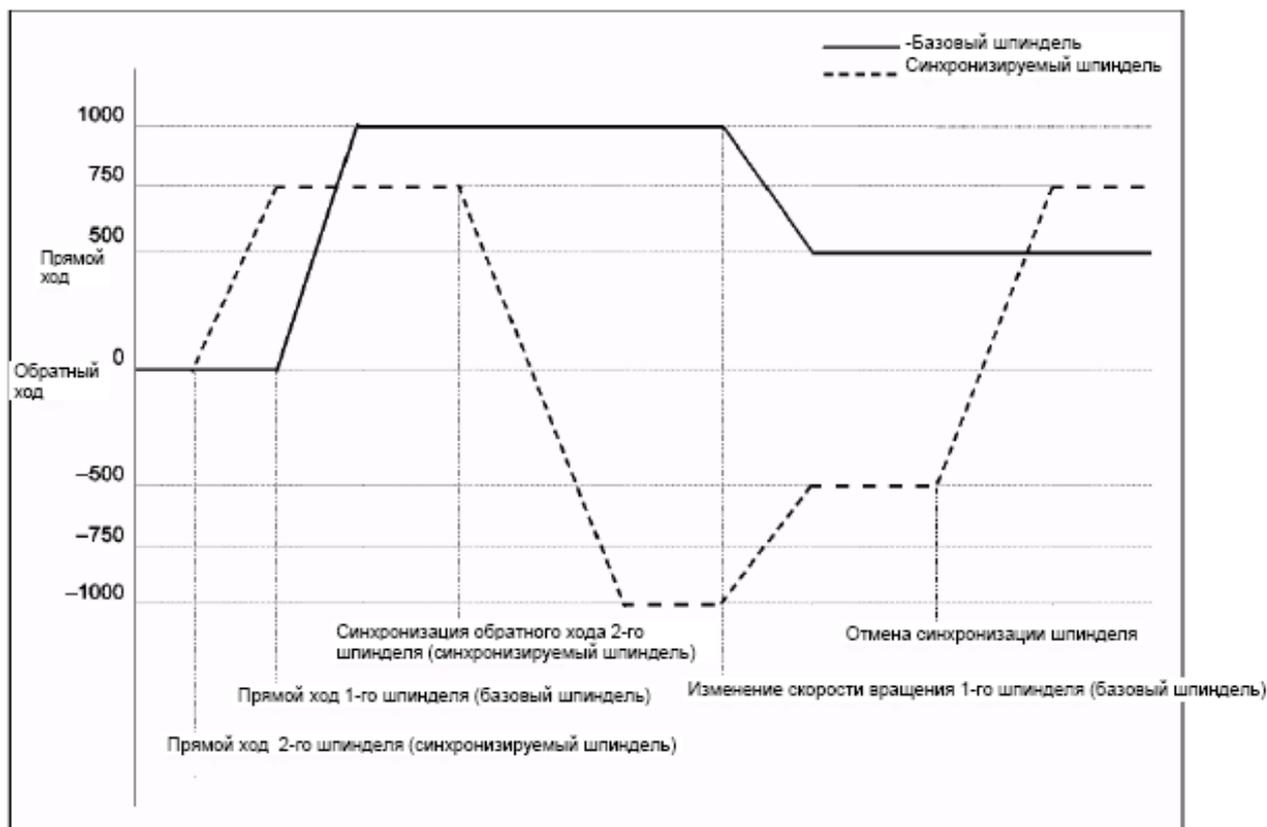


## Синхронизация скоростей вращения

- (1) Если задано управление синхронизацией скоростей вращения (задана команда без адреса R) при помощи G114.1, то вращение синхронного шпинделя будет ускоряться или замедляться на случайной скорости вращения до скорости вращения, предварительно заданной для базового шпинделя, при этом произойдет активация режима синхронизации вращения.
- (2) Если заданная скорость вращения базового шпинделя будет изменена в режиме синхронизации вращения, то ускорение/замедление будет выполняться при сохранении состояния синхронизации в соответствии с постоянными времени ускорения/замедления шпинделя, заданными в параметрах, до достижения заданной скорости вращения.
- (3) В состоянии синхронизации вращения базовый шпиндель может управляться в режиме постоянства скорости резания даже в том случае, если одна деталь зажата двумя шпинделями.
- (4) Операция будет выполняться следующим способом.

M23 S2=750 ; :	... Прямое вращение 2-го шпинделя (синхронный шпиндель) при 750 об/мин (команда скорости)
M03 S1=1000; :	... Прямое вращение 1-го шпинделя (базовый шпиндель) при 1000 об/мин (команда скорости)
G114.1 H1 D-2; :	... Синхронизация 2-го шпинделя (синхронный шпиндель) и 1-го шпинделя (базовый шпиндель) при обратном вращении
S1=500; :	... Изменить скорость вращения 1-го шпинделя (базовый шпиндель) до 500 об/мин
G113;	... Отменить синхронизацию шпинделей

## &lt;Операция&gt;



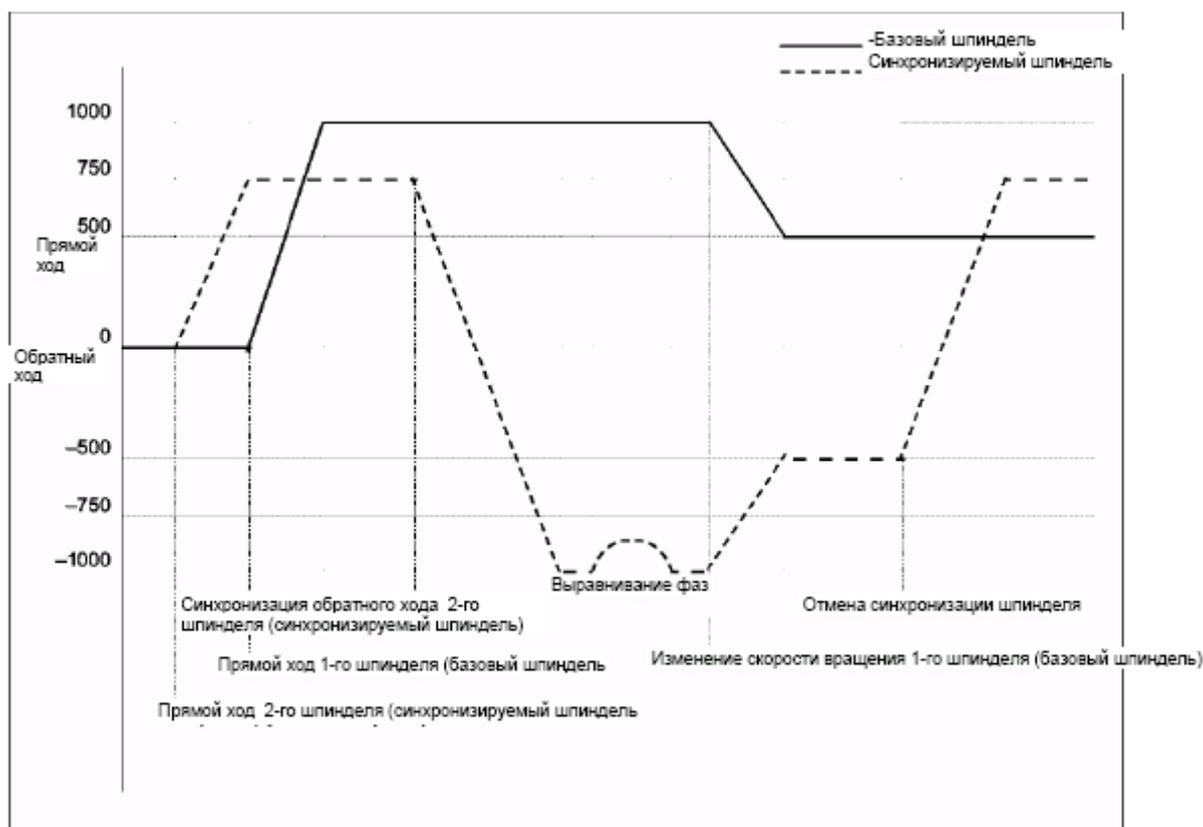


Синхронизация фазы вращения

- (1) Если задана фазовая синхронизация (задан адрес R) при помощи команды G114.1, то вращение синхронизируемого шпинделя будет ускоряться или замедляться на случайной скорости вращения до скорости вращения, предварительно заданной для базового шпинделя, после чего происходит активация состояния синхронизации вращения.  
Затем происходит выравнивание фаз, достигается фаза вращения, заданная при помощи адреса R, после чего происходит активация состояния фазовой синхронизации.
- (2) Если скорость вращения базового шпинделя будет изменена в состоянии фазовой синхронизации, то ускорение/замедление будет выполняться при сохранении состояния синхронизации в соответствии с постоянными времени ускорения/замедления шпинделя, заданными в параметрах, до достижения заданной скорости вращения.
- (3) В состоянии фазовой синхронизации базовый шпиндель может управляться в режиме постоянства скорости резания даже в том случае, если одна деталь зажата двумя шпинделями.
- (4) Операция будет выполняться следующим способом.

M23 S2=750 ;	... Прямое вращение 2-го шпинделя (синхронный шпиндель) при 750 об/мин (команда скорости)
:	
M03 S1=1000;	... Прямое вращение 1-го шпинделя (базовый шпиндель) при 1000 об/мин (команда скорости)
:	
G114.1 N1 D-2 Rxx;	... Синхронизация 2-го шпинделя (синхронный шпиндель) и 1-го шпинделя (базовый шпиндель) при обратном вращении
:	Сдвиг фазы синхронного шпинделя на значение R команды.
:	
S1=500;	... Изменить скорость вращения 1-го шпинделя (базовый шпиндель) до 500 об/мин
:	
G113;	... Отменить синхронизацию шпинделя

<Операция>



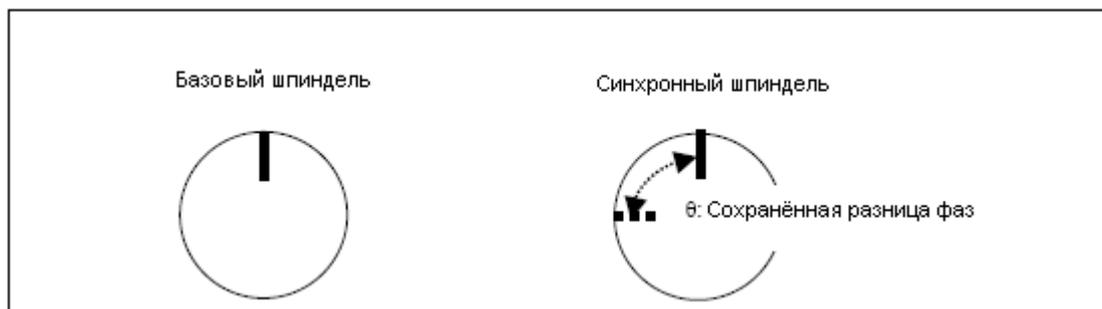


### Функция расчета величины сдвига фазы при синхронизации шпинделей

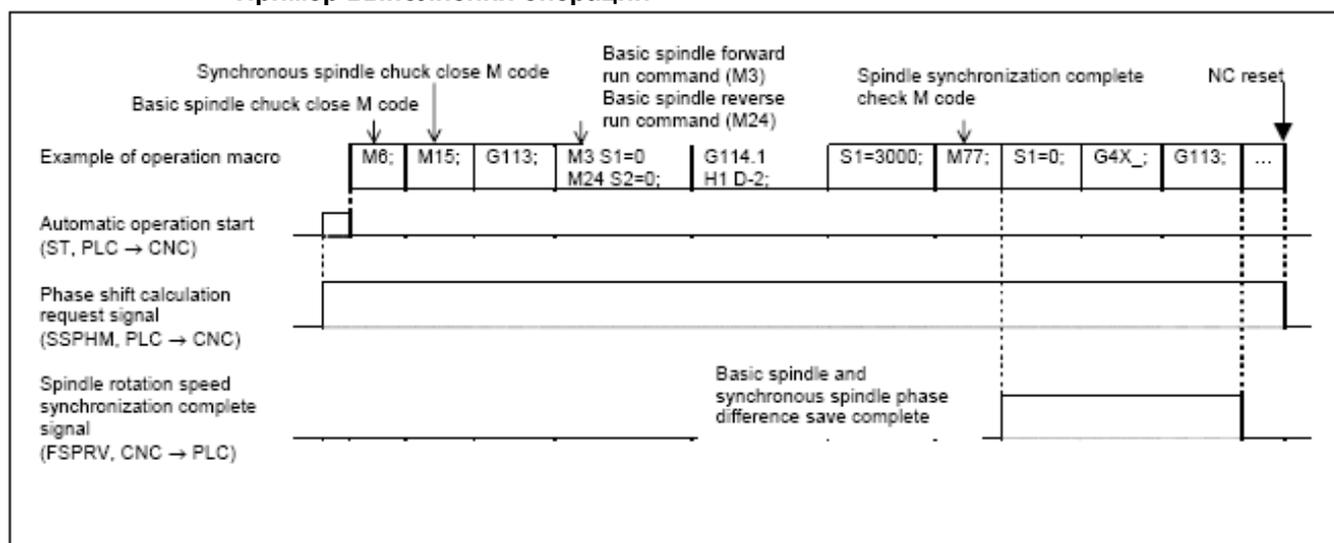
Функция расчёта величины сдвига фазы шпинделя определяет и сохраняет разницу фаз базового и синхронного шпинделя по включению сигнала ПЛК ON при выполнении команды синхронизации. Если разница фаз достигла значения, сохраненного автоматически перед выполнением команды фазовой синхронизации, то выравнивание фаз легче осуществить при повторном зажатии профилированных деталей.

#### (1) Запоминание разницы фаз базового и синхронного шпинделя

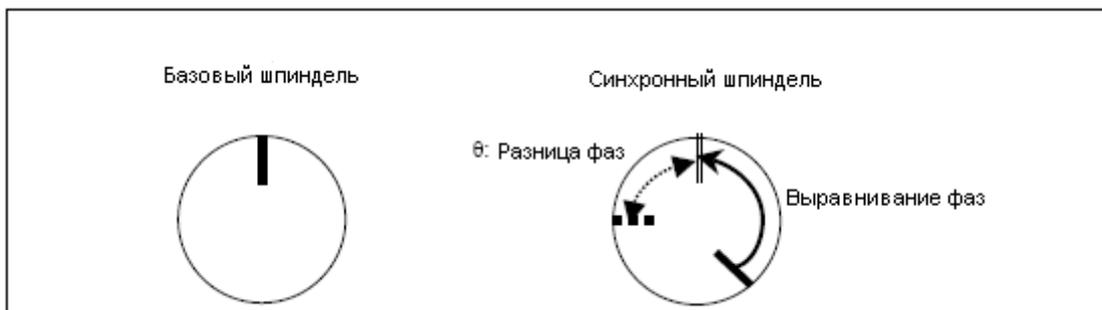
- (а) Установите профильную деталь в главный (базовый) шпиндель.
- (б) Установите профильную деталь в противошпиндель (шпиндель задней бабки).
- (в) Включите сигнал (SSPHM) запроса расчета сдвига фаз.
- (г) Задайте команду вращения с нулевой скоростью для главного (базового) шпинделя и противошпинделя (синхронного).  
**<Пример>** M3 S1=0 M24 S2=0;
- (д) Задайте команду синхронизации (без адреса R).  
**<Пример>** G114.1 H1 D-2;
- (е) Задайте команду вращения базового шпинделя с реальной скоростью, на которой осуществляется перезажим детали.  
**<Пример>** S1=3000;
- (ж) Проверьте, что разница фаз сохраняется, о чем говорит наличие сигнала о завершении синхронизации.
- (з) Остановите оба шпинделя.
- (и) Выключите сигнал запроса расчета разницы фаз.



#### <Пример выполнения операции>



- (2) Автоматическое выравнивание фаз базового и синхронного шпинделя
  - (а) Включите сигнал запроса смещения фаз.
  - (б) Задайте команду синхронизации фаз (с адресом R)
    - <Пример> G114.1 H1 D-2 R0;
  - (в) Фаза вращения выравнивается путем смещения командой синхронизации фаз на величину разницы фаз, полученную с помощью функции расчета сдвига фаз при синхронизации шпинделей. Состояние, в котором значение R задания величины сдвига фаз шпинделей равняется 0, является исходным состоянием (состоянием, в котором был включен сигнал запроса расчета сдвига фаз).



<Пример выполнения операции>





### Многоступенчатое ускорение/замедление

Для ускорения/замедления вращения шпинделя при синхронизации шпинделей может быть задано до восьми шагов изменения скорости, для каждого из которых задается своя постоянная времени.

Ускорение/замедление выполняется следующим образом.

Время, необходимое для разгона от минимальной до максимальной скорости на каждом шаге = [постоянная времени ускорения/замедления без многоступенчатости] \* [Увеличение постоянной времени на каждом шаге] \* [Отношение приращения скорости на каждом шаге к значению предельной скорости]

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc1$  от нулевой скорости (a)  
 =  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $sptc1/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc2$  от скорости  $sptc1$  (b)

=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv1 * (sptc2-sptc1)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc3$  от скорости  $sptc2$  (c)

=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv2 * (sptc3-sptc2)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc4$  от скорости  $sptc3$  (d)

=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv3 * (sptc4-sptc3)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc5$  от скорости  $sptc4$  (e)

=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv4 * (sptc5-sptc4)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc6$  от скорости  $sptc5$  (f)

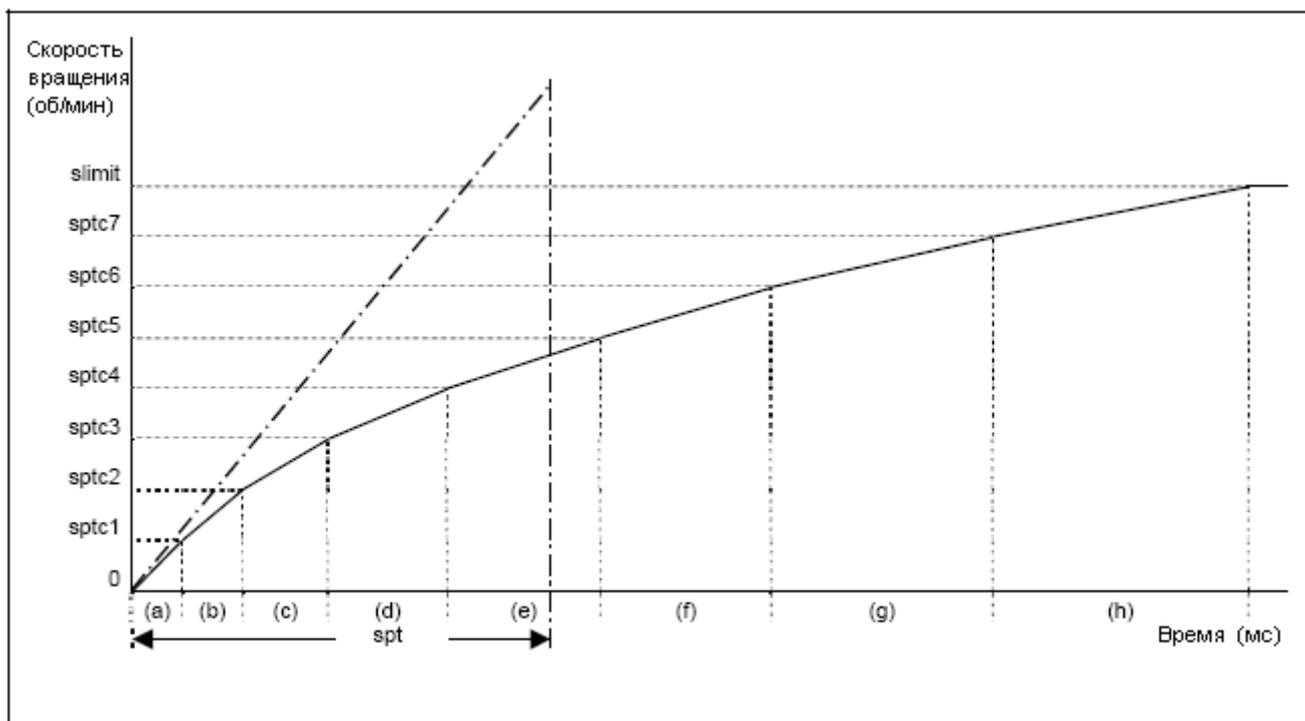
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv5 * (sptc6-sptc5)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc7$  от скорости  $sptc6$  (g)

=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv6 * (sptc7-sptc6)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $slimit$  от скорости  $sptc7$  (h)

=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv7 * (slimit-sptc7)/slimit$



Чтобы уменьшить число шагов ускорения/замедления во время синхронизации шпинделей, задайте одно из двух для ненужных шагов:

- Увеличение постоянной времени на шаге ( $spdiv7 \div spdiv1 = 0$  (или 1).
- Значение скорости на шаге ( $sptc7 \div sptc1 =$  предельная скорость шпинделя ( $slimit$ ) или выше.



Меры предосторожности при программировании

- (1) Для входа в режим синхронизации вращения, в то время как в базовом и синхронном шпинделе зажата одна деталь, следует задать команды вращения базового/синхронного шпинделя перед активацией режима синхронизации шпинделей.

\$1	\$2	
:	:	
M6 ; 1-й шпиндельный зажим закрыт	:	
:	M25 S2=0 ;	2-й шпиндель останавливается на S=0
:	:	
I2 ; -----	!1 ;	Синхронизация
M5 S1=0 ; 1-й шпиндель останавливается на S=0	M15 ;	2-й шпинд. зажим закрыт
:	M24 ;	команда вращения 2-го шпинделя ВКЛ
M3 ; Команда вращения 1-го шпинделя ВКЛ	:	
I2 ; -----	!1 ;	Синхронизация
:	G114.1 H1 D-2 ;	Синхр. вращения
:	:	Режим активирован
S1=1500 ; Синхронное вращение при S=1500	:	
:	:	

- (2) Для зажима одной и той же детали при помощи базового шпинделя и синхронного шпинделя в режиме фазовой синхронизации следует выровнять фазы перед выполнением зажима.

\$1	\$2	
:	:	
M6 ; 1-й шпиндельный зажим закрыт	:	
:	:	
M3 S1=1500 ; Команда вращения 1-го шпинделя ВКЛ	:	
:	S=1500 G114.1 H1 D-2 R0 ;	Синхронизация фаз
:	:	Режим ВКЛ
:	M24 ;	команда вращения 2-го шпинделя ВКЛ
:	:	
:	M15 ;	2-й шпинд. зажим закрыт
:	:	(*)

(\*) Зажмите патрон после подтверждения включения сигнала завершения синхронизации фаз шпинделя (X18AA) (выравнивание фаз завершено).



**ВНИМАНИЕ**

В режиме синхронизации шпинделей не задавайте команду остановки вращения синхронного шпинделя, если базовый шпиндель и синхронный шпиндель держат в захвате одну и ту же заготовку. Это опасно, так как происходит остановка синхронного шпинделя.



### Меры предосторожности

- (1) Вращение шпинделя в режиме синхронизации шпинделей будет остановлено, если активирован аварийный останов.
- (2) Предел скорости вращения в режиме синхронизации шпинделей будет соответствовать меньшему значению предела скорости, заданному для базового шпинделя и синхронного шпинделя.
- (3) Ориентация базового и синхронного шпинделя невозможна в режиме синхронизации шпинделей. Для выполнения ориентации следует сначала отменить режим синхронизации шпинделей.
- (4) Команда скорости вращения (S команда) не действует для синхронного шпинделя в режиме синхронизации шпинделей. Следует учитывать, что производится модальное обновление, поэтому оно вступит в действие после отмены шпиндельной синхронизации.
- (5) Контроль постоянства скорости резания будет недействительным для синхронного шпинделя в режиме синхронизации шпинделей. Следует учитывать, что производится модальное обновление, поэтому оно вступит в действие после отмены шпиндельной синхронизации.
- (6) Команда скорости вращения (S команда) и контроль постоянства скорости резания для синхронного шпинделя будут действительны при отмене режима синхронизации шпинделей. Таким образом синхронный шпиндель сможет выполнять различные операции после отмены данного контроля.
- (7) Если разница фаз не была получена по сигналу запроса расчета сдвига фаз и была выполнена команда синхронизации шпинделей путем включения сигнала запроса расчета сдвига фаз, то величина сдвига фаз будет рассчитана некорректно.
- (8) Параметр позиции Z-фазы энкодера шпинделя (sppst) недействителен (он игнорируется) при использовании функции расчета сдвига фаз при синхронизации шпинделей. Параметр позиции Z-фазы энкодера шпинделя (sppst) действителен при выключении сигнала запроса сдвига фаз.
- (9) Если задана команда фазовой синхронизации (команда с R адресом) при включенном сигнале запроса на расчет фазового сдвига, будет выдана ошибка оператора (1106).
- (10) Если сигнал запроса на расчет фазового сдвига включен, а базовый или синхронный шпиндель вращаются при заданной синхронизации вращения, будет выдана ошибка оператора (1106).
- (11) Если задана команда фазовой синхронизации R0 (<Например> G114.1 H1 D-2 R0) при включенном сигнале запроса на фазовый сдвиг, фазы базового и синхронного шпинделей будут выровнены по фазовой ошибке базового и синхронного шпинделей, сохраненной в памяти устройства ЧПУ.
- (12) Если задано другое значение, отличное от команды фазовой синхронизации R0 (<Например> G114.1 H1 D-2 R000) при включенном сигнале запроса на фазовый сдвиг, фазовая ошибка, полученная от сложения значения, заданного при помощи адреса R команды, и фазовой разности базового шпинделя и синхронного шпинделя, сохраненной в памяти устройства ЧПУ, будет использована для выравнивания фаз базового шпинделя и синхронизируемого шпинделя.
- (13) Сигнал запроса на фазовый сдвиг будет игнорирован при включенном сигнале запроса на расчет фазового сдвига.
- (14) Фазовая ошибка базового и синхронного шпинделя, сохраненная в устройстве ЧПУ, будет действительна только при включенном сигнале запроса на расчет фазового сдвига и для комбинации выбора базового шпинделя (H\_) и синхронного шпинделя (D\_), заданной при помощи команды синхронизации вращения (без адреса R).  
Например, если фазовая ошибка базового шпинделя и синхронного шпинделя сохранена как "G114.1 H1 D-2 ;", сохраненная фазовая ошибка будет действовать только при включенном сигнале запроса фазового сдвига и заданном "G114.1 H1 D\_2 R\*\*\* ;". Если "G114.1 H2 D-1 R\*\*\* ;" задано в данном случае, уровень фазового сдвига не будет рассчитан правильно.
- (15) Разница фаз между базовым и синхронным шпинделем, запомненная в системе ЧПУ, остается неизменной до следующего расчета сдвига фаз (команда синхронизации вращения завершена по выдаче сигнала запроса расчета сдвига фаз).
- (16) Если команды шпиндельной синхронизации заданы по методу PLC I/F (#1300 ext36/bit7 OFF), то ошибка программирования (P610) выводится, если контроль синхронизации шпинделя задан при помощи G114.1/G113.
- (17) Всегда зажимайте патрон. Если патрон не зажат, то может возникнуть избыточная нагрузка на станок или опасная ситуация.

## 10.7.2. Синхронизация шпинделей II



## Функция и назначение

В случае синхронизации шпинделей II типа, выбор синхронного шпинделя, пуск синхронизации и т.д. задаются из ПЛК. См. руководство по эксплуатации производителя станка.



## Выбор базового и синхронного шпинделя

Выберите базовый и синхронный шпиндель с помощью ПЛК.

№ регистра	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
R7016	Выбор базового шпинделя	--	<p>Выберите последовательно подключенный шпиндель для управления в качестве базового шпинделя. (0: 1-й шпиндель), 1: 1-йшпиндель, 2: 2-й шпиндель, 3: 3-й шпиндель, 4: 4-й шпиндель</p> <p><b>(Примечание 1)</b> Режим синхронизации шпинделей не будет выполняться, если выбран шпиндель, подключенный не последовательно.</p> <p><b>(Примечание 2)</b> Если задано "0", 1-йшпиндель будет управляться как базовый шпиндель.</p>
R7017	Выбор синхронного шпинделя	--	<p>Выбрать последовательно подключенный шпиндель для управления в качестве синхронного шпинделя. (0: 2-йшпиндель), 1 : 1-йшпиндель, 2: 2-йшпиндель, 3: 3-й шпиндель, 4: 4-й шпиндель</p> <p><b>(Примечание 3)</b> Режим синхронизации шпинделей не будет выполняться, если выбран шпиндель, подключенный не последовательно либо если этот же шпиндель выбран в качестве базового шпинделя.</p> <p><b>(Примечание 4)</b> Если задан "0", 2-йшпиндель будет управляться как синхронный шпиндель.</p>



### Пуск режима синхронизации шпинделей

Вход в режим контроля синхронизации шпинделя производится при помощи сигнала контроля синхронизации шпинделя (SPSYC). Синхронный шпиндель в режиме синхронизации будет вращаться со скоростью, заданной для базового шпинделя в режиме синхронизации шпинделей.

Когда разница между скоростями вращения базового шпинделя и синхронного шпинделя достигнет значения, установленного в параметре уровня достижения скорости вращения при синхронизации шпинделей (#3050 sprlv), будет выдан сигнал завершения синхронизации скорости вращения шпинделей (FSPRV).

Направление вращения синхронного шпинделя задается при пуске режима синхронизации шпинделей, и может быть таким же, как и для базового шпинделя, либо обратного направления.

№ устройства	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
Y18B0	Синхронизация шпинделей	SPSYC	Вход в режим синхронизации шпинделей осуществляется при включении данного сигнала.
X18A8	В режиме синхронизации шпинделей	SPSYN1	Уведомление об активации режима синхронизации шпинделей.
X18A9	Завершена синхронизация скорости вращения шпинделей	FSPRV	Данный сигнал включается, если разница между скоростями вращения базового шпинделя и синхронизируемого шпинделя достигнет значения, установленного в параметре уровня достижения скорости вращения при синхронизации шпинделей. Данный сигнал отключается при отмене режима контроля синхронизации шпинделей либо если возникает ошибка при превышении значения, установленного в параметре уровня достижения скорости вращения при синхронизации шпинделей.
Y18B2	Задание направления вращения в режиме синхронизации шпинделей	--	Задайте направления вращения базового шпинделя и синхронного шпинделя для режима синхронизации шпинделей. 0 : Синхронный шпиндель вращается в том же направлении, что и базовый шпиндель. 1 : Синхронный шпиндель вращается в обратном направлении по отношению к базовому шпинделю.

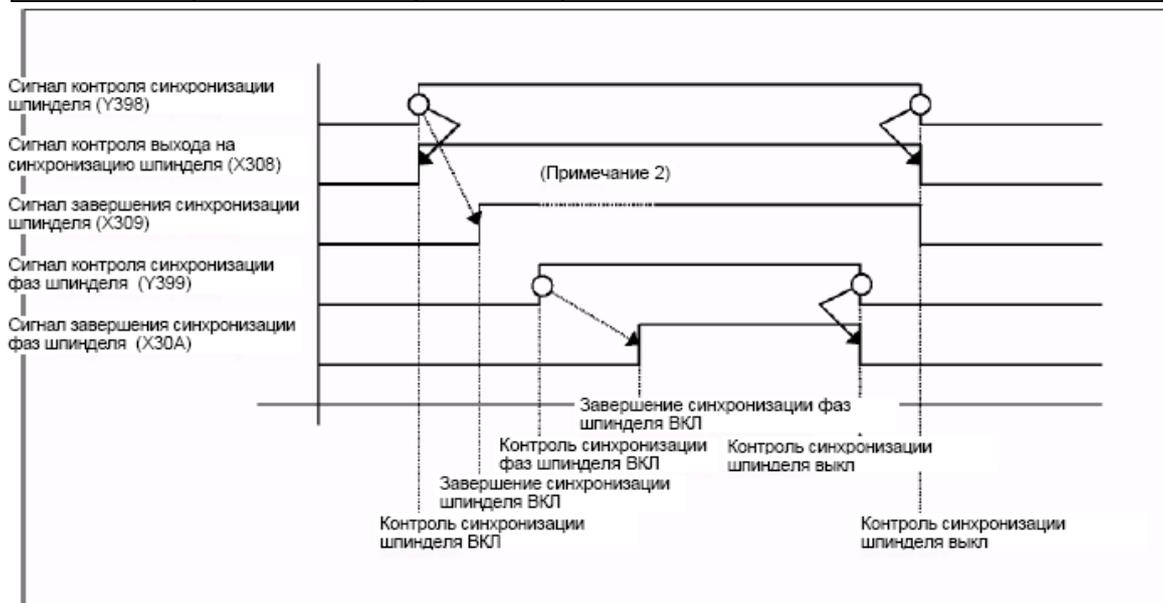


### Выравнивание фаз вращения шпинделей

Синхронизация фаз шпинделя начинается при вводе сигнала синхронизации фаз шпинделей (SPPHS) в режиме синхронизации шпинделей. Сигнал завершения синхронизации фаз шпинделей выдается, если достигнуто значение, установленное в параметре уровня синхронизации фаз шпинделя (#3051 sprplv).

Величина фазового сдвига синхронного шпинделя также может быть задана при помощи ПЛК.

№ устройства	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
Y18B1	Режим синхронизации фаз шпинделей	SPPHS	Синхронизация фаз шпинделя начинается при включении данного сигнала в режиме синхронизации шпинделей. <b>(Примечание 1)</b> При включении данного сигнала в другом режиме (не в режиме синхронизации шпинделей) данный сигнал будет игнорироваться.
X18AA	Завершена синхронизация фаз шпинделей	FSPPH	Данный сигнал выводится, когда достигнуто значение, установленное в параметре уровня синхронизации фаз шпинделя, после начала синхронизации фаз шпинделя.
R7018	Настройка величины фазового сдвига	--	Задать величину фазового сдвига синхронного шпинделя. Единицы: 360°/4096



**(Примечание 2)** Временное отключение для изменения скорости вращения во время фазовой синхронизации.



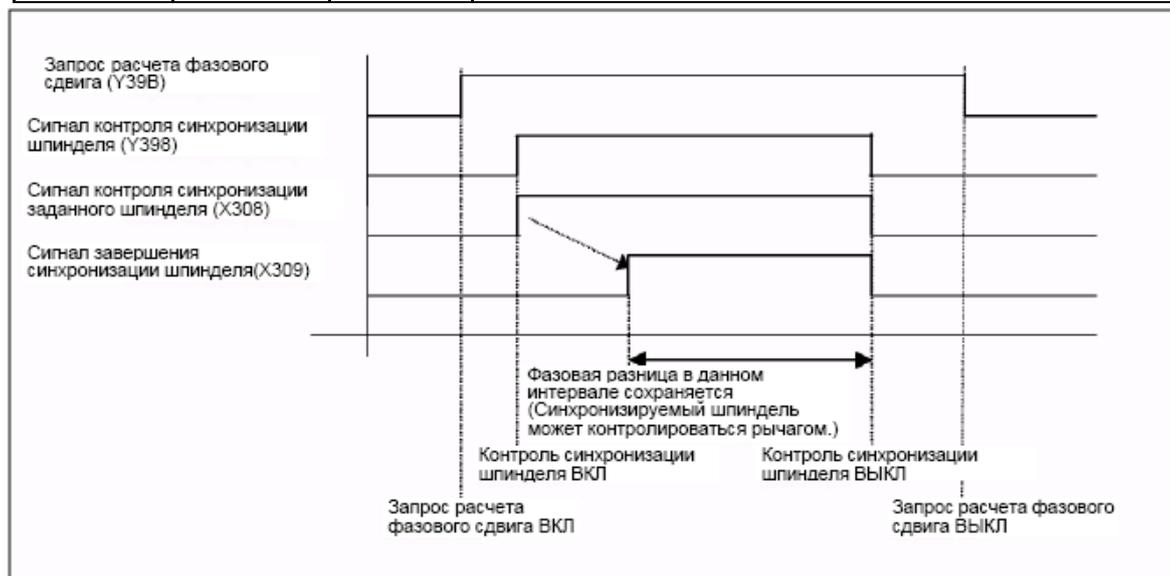
Расчет величины фазового сдвига и запрос на фазовый сдвиг

Функция расчета величины фазового сдвига шпинделя определяет и сохраняет разницу фаз базового шпинделя и синхронного шпинделя посредством включения сигнала ПЛК во время синхронизации шпинделей. При расчете фазового сдвига шпинделя синхронный шпиндель может вращаться маховичком, так что соотношение фаз между шпинделями может также быть отрегулировано визуально.

Если сигнал синхронизации фаз шпинделя введен при включенном сигнале запроса на фазовый сдвиг (SSPHF), фазы будут выровнены по величине фазового сдвига, сохраненной в памяти.

Это облегчает синхронизацию фаз при зажиме детали, форма одной стороны которой отличается от формы другой стороны.

№ устройства	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
Y18B3	Запрос расчета фазового сдвига	SSPHM	Если синхронизация шпинделей производится при включенном состоянии данного сигнала, то фазовая разница между базовым шпинделем и синхронным шпинделем будет определена и сохранена.
Y18B4	Запрос на фазовый сдвиг	SSPHF	Если синхронизация шпинделей производится при включенном состоянии данного сигнала, фазы будут выровнены по величине фазового сдвига, сохраненной в памяти.
R6516	Фазовая разница на выходе	--	Производится задержка синхронного шпинделя по отношению к базовому шпинделю. Единицы: 360°/4096 <b>(Примечание 1)</b> Если базовый шпиндель либо синхронный шпиндель не прошел через фазу Z, и т.д., так что расчет фаз не может быть произведен, то будет выдано значение -1. <b>(Примечание 2)</b> Эти значения выводятся только при расчете фазового сдвига или во время синхронизации фаз шпинделей.
R6518	Данные фазового сдвига	--	Выводится разница фаз, сохраненная при расчете фазового сдвига. Единица: 360°/4096 <b>(Примечание 3)</b> Эти значения выводятся только во время синхронизации шпинделя.



**Меры предосторожности**

- (1) При выполнении синхронизации шпинделей команда вращения должна быть задана как для базового шпинделя, так и для синхронного шпинделя. Направление вращения синхронного шпинделя будет соответствовать направлению вращения базового шпинделя и заданному направлению вращения для режима синхронизации шпинделей независимо от того, была задана команда прямого или обратного вращения.
- (2) Активация режима синхронизации шпинделей произойдет даже, если сигнал синхронизации шпинделей включится в то время, когда работает команда скорости вращения шпинделя. Однако, синхронизация фактически не будет производиться. Синхронизация шпинделей начнется после задания команды вращения для базового шпинделя, и только потом будет выведен сигнал завершения синхронизации шпинделей.
- (3) Вращение шпинделя в режиме синхронизации шпинделей будет остановлено при активации аварийной остановки.
- (4) Выводится ошибка оператора, если включен сигнал синхронизации шпинделей в то время, когда задание базового и синхронного шпинделя недействительны.
- (5) Предел скорости вращения в режиме синхронизации шпинделей будет соответствовать меньшему значению предела скорости, заданному для базового шпинделя и синхронного шпинделя.
- (6) Ориентация базового шпинделя и синхронного шпинделя невозможна в режиме синхронизации шпинделей. Для выполнения ориентации следует сначала выключить сигнал синхронизации шпинделей.
- (7) Команда скорости вращения не действует для синхронного шпинделя в режиме синхронизации шпинделей. Заданная скорость вращения будет действительной после отмены синхронизации шпинделей.
- (8) Контроль постоянства скорости резания будет недействительным для синхронного шпинделя в режиме синхронизации шпинделей.
- (9) Если сигнал запроса фазового сдвига включен до того, как будет произведен расчет фазового сдвига и будет выполнена синхронизация фаз шпинделя, расчет фазового сдвига производиться не будет.
- (10) Параметры позиции Z-фазы энкодера шпинделя являются недействительными при выполнении фазового сдвига.
- (11) Если синхронизация фаз шпинделя запущена при включенном сигнале запроса на расчет фазового сдвига, будет выдана ошибка "M01 ошибка операции 1106".
- (12) Включите сигнал запроса на расчет фазового сдвига, когда остановлены базовый и синхронный шпиндель. Если сигнал запроса на расчет фазового сдвига включен, при вращении одного из шпинделей, выдается ошибка "M01 ошибка операции 1106".
- (13) Величина фазового сдвига, сохраненная в устройстве ЧПУ, сохраняется до следующего расчета фазового сдвига. (Значение сохраняется даже при отключении электропитания).
- (14) Всегда зажимайте патрон. Если патрон не зажат, то может возникнуть избыточная нагрузка на станок или опасная ситуация.

10.7.3. Меры предосторожности при использовании режима синхронизации шпинделей



Функция и назначение

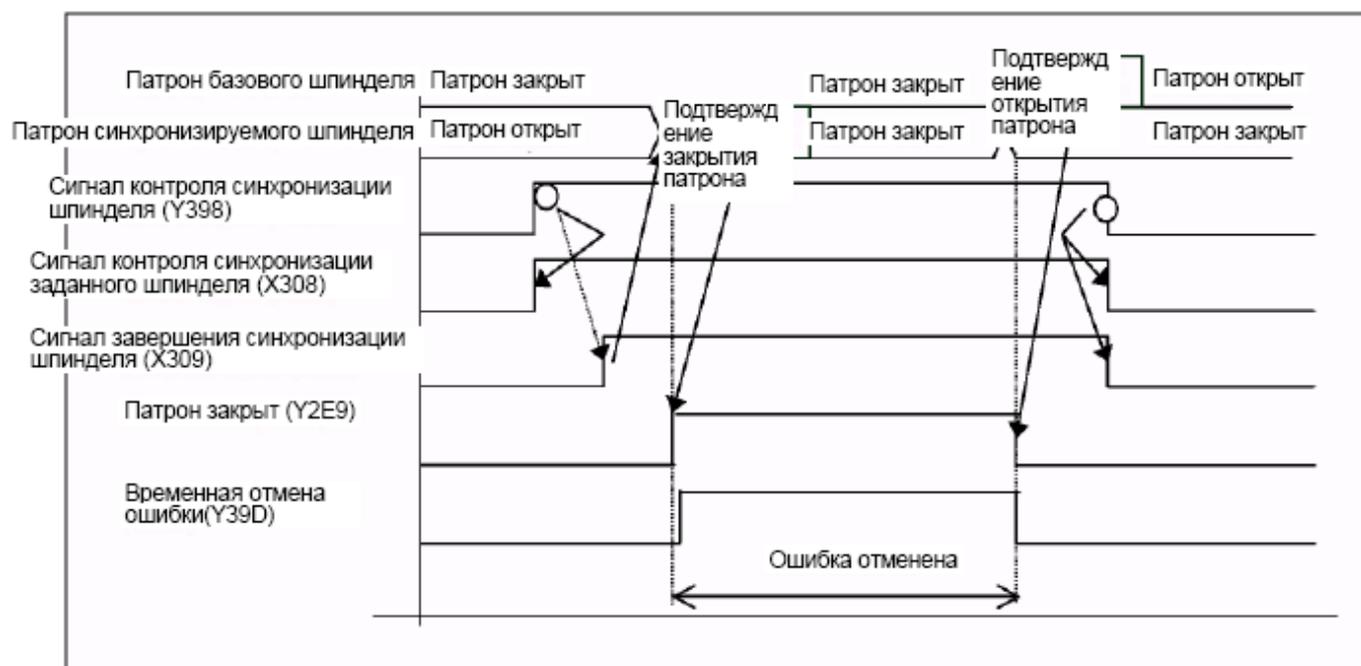
При задании режимов синхронизации шпинделей I или II должны быть установлены определенные сигналы ПЛК, в противном случае может возникнуть избыточная нагрузка на станок или опасная ситуация. Смотри руководство по эксплуатации от производителя станка для подробного объяснения. В этом разделе разъяснены все функции и сигналы.



Сигнал зажима патрона

Со стороны синхронного шпинделя производится коррекция на спад при открытом патроне, а также синхронизация с базовым шпинделем. Тем не менее, при закрытом патроне коррекция спада добавляется, что приводит к увеличению базовой ошибки синхронизации. Коррекция на спад предотвращается при помощи сигнала закрытия патрона, а позиция, в которой произошел захват патрона, сохраняется с коррекцией позиции.

№ устройства	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
Y18B9	Сигнал закрытия патрона	--	Включается при закрытом патроне. При включении данного сигнала коррекция между базовым шпинделем и синхронным шпинделем изменится с коррекции на спад на коррекцию позиции.
X18AC	Сигнал подтверждения закрытия патрона	--	Включается после получения сигнала закрытия патрона в режиме синхронизации шпинделей.



**(Примечание 1)** Используйте временную отмену ошибки только в тех случаях, когда все еще есть ошибка между базовым и синхронным шпинделем при включенном сигнале закрывания патрона.



### Функция временной отмены ошибки

Если синхронизация шпинделя выполняется при захвате заготовки базовым шпинделем и его вращении, если патрон синхронного шпинделя закрыт для захвата заготовки, то скорость будет колебаться под действием внешних факторов, что приведет к возникновению ошибки. Если синхронизация шпинделя будет продолжаться без коррекции на данную ошибку, то деталь будет скручиваться.

В этом случае предотвращение деформации детали может быть выполнено посредством временной отмены данной ошибки.

№ устройства	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
Y18B5	Сигнал временной отмены ошибки	SPDRPO	Ошибка отменяется при включении данного сигнала.



### Контроль фазовой ошибки

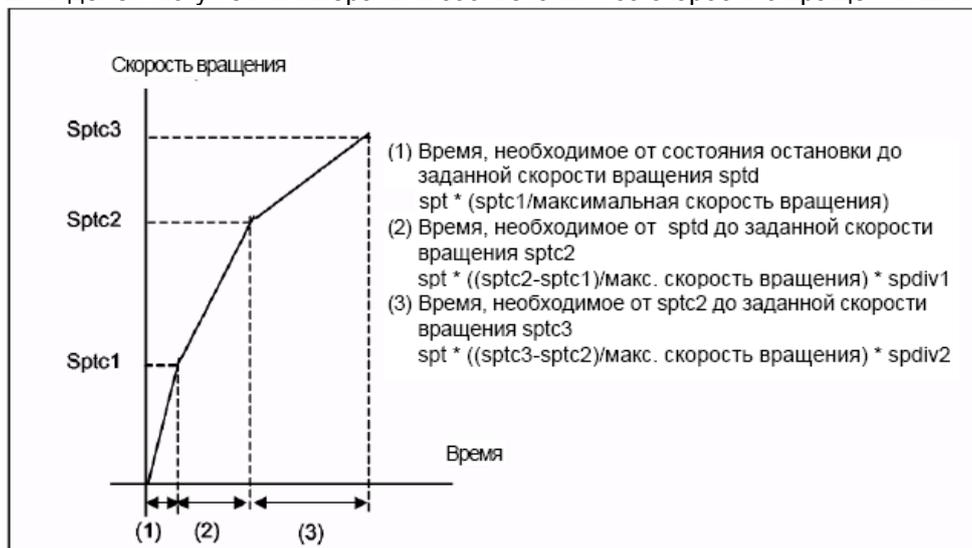
Контроль фазовой ошибки может выполняться во время синхронизации фаз шпинделя.

№ устройства	Название сигнала	Сокращение	Объяснение
R6519	Контроль фазовой ошибки	-	Фазовая ошибка во время контроля синхронизации фаз шпинделя выводится как количество импульсов.
R6520	Контроль фазовой ошибки (нижнее предельное значение)	-	Нижнее предельное значение фазовой ошибки во время контроля синхронизации шпинделя выводится как количество импульсов.
R6521	Контроль фазовой ошибки (верхнее предельное значение)	-	Верхнее предельное значение фазовой ошибки во время синхронизации шпинделей выводится как количество импульсов.



### Многоступенчатое ускорение/замедление

Максимум восемь ступеней постоянной времени ускорения/замедления для синхронизации шпинделей могут быть выбраны в соответствии со скоростью вращения шпинделя.



## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)

#### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель); G114.2



##### Функция и назначение

В станке, имеющем вращающийся резец, управляемый подключенным последовательно сервоприводом, а также шпиндель, управляемый последовательно подключенным сервоприводом, в режиме оси детали, полигонная обработка может выполняться при управлении вращением оси детали в синхронизации с вращением резца. Управление шпинделем и осью вращающегося резца при последовательном соединении может выполняться при помощи приводов MDS-\*-SP или MDS-\*-SPJ2.



##### Формат команды

##### (1) Запуск синхронизации резец-шпиндель IA (полигонной обработки шпиндель-шпиндель) (G114.2).

Данная команда задает режим полигонной обработки, в котором вращаются две синхронизированные оси с различными скоростями, посредством задания оси вращающегося резца и осей заготовки, а также передаточного отношения вращения (количество зубцов вращающегося резца и количество углов заготовки) двух заданных осей (шпиндель и шпиндель).

<b>G114.2 H_ D_ E_ L_ R_ ;</b>
H_      Ось вращающегося резца (Базовый шпиндель)
D_      Ось детали (Синхронный шпиндель)
E_      Передаточное отношение вращения оси резца
L_      Передаточное отношение вращения оси детали
R_      Величина фазового сдвига синхронного шпинделя

##### (2) Отмена синхронизации шпинделей (G113)

Данная команда отменяет состояние синхронизации вращения двух шпинделей, заданное при помощи команды синхронизации шпинделей.

<b>G113;</b>
--------------

Адрес	Значение адреса	Диапазон командных значений (единица)	Примечания
H	Ось вращающегося резца  Из двух шпинделей, выбрать № шпинделя оси резца.	1- 2  1: 1-й шпиндель 2: 2-й шпиндель	<ul style="list-style-type: none"><li>• Если задано значение, отличное от 1 или 2, выводится ошибка программирования (P35)</li><li>• Если значение отсутствует, выводится ошибка программирования (P33).</li><li>• Если задано то же значение, что и для команды D, выводится ошибка программирования (P33).</li><li>• Если выбран шпиндель, подключенный не последовательно, выводится ошибка программирования (P700).</li></ul>

## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)

Адрес	Значение адреса	Диапазон командных значений (единица)	Примечания
D	Ось детали  Из двух шпинделей, выбрать № шпинделя оси детали.	1 - 2 или -1 - -2  1: 1-йшпиндель 2: 2-йшпиндель	<ul style="list-style-type: none"><li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li><li>• Если отсутствует значение, выводится ошибка программирования (P33).</li><li>• Направление вращения оси детали в соответствии с осью резца задается знаком D.</li><li>• Если задано то же значение, что и для команды H, выдается ошибка программирования (P33).</li><li>• Если выбран шпиндель, подключенный не последовательно, выводится ошибка программирования (P700).</li></ul>
E	Передаточное отношение вращения оси резца  Задать передат. отношение оси резца. (Кол-во зубцов резца)	1 - 10	<ul style="list-style-type: none"><li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li><li>• Если отсутствует значение, передаточное отношение вращения берётся = 1 .</li></ul>
L	Передаточное отношение вращения оси детали  Задать передат. отношение оси детали. (Кол-во углов детали)	1 - 999	<ul style="list-style-type: none"><li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li><li>• Если отсутствует команда, передаточное отношение вращения берётся = 1 .</li></ul>
R	Величина фазового сдвига синхронного шпинделя  Задать величину сдвига от исходной точки синхронного шпинделя (ежеоборотный сигнал).	0 - 359.999 (°)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li><li>• Заданная величина сдвига применяется в направлении вращения шпинделя по часовой стрелке.</li><li>• Если отсутствует команда R, фазовая синхронизация не будет выполняться.</li></ul>

## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Ось вращения и направление вращения

Скорость вращения и направление вращения оси резца и оси заготовки в режиме синхронизации шпинделей IA (полигонной обработки) задаются следующим образом.

- (1) Скорость вращения и направление вращения оси резца является скоростью вращения, заданной при помощи команды S, и направлением вращения, заданным при помощи команды M, и т.д., для шпинделя, выбранного в качестве оси резца.
- (2) Скорость вращения оси детали определяется количеством зубцов резца и количеством углов детали, заданным при помощи G114.2.

$$Sw = Sh * \frac{L}{E}$$

Sw : Скорость вращения оси детали (об/мин)

Sh : Скорость вращения оси резца (об/мин)

L : Передаточное отношение вращения оси резца (кол-во зубцов резца)

E : Передаточное отношение вращения оси детали (кол-во углов детали)

- (3) Направление вращения оси заготовки определяется знаком адреса D, заданного в G114.2.

Другими словами, если знаком D является "+", ось детали вращается в том же направлении, что и ось резца, а если задан "-", ось детали вращается в обратном направлении по отношению к оси резца.

- (4) После того, как будет задана синхронизация шпинделей IA (полигонная обработка), соотношение между осью резца и осью детали сохраняется во всех операционных автоматических и ручных режимах, пока не будет задана отмена шпиндельной синхронизации (G113), либо пока не будет подан сигнал отмены шпиндельной синхронизации, или пока не будет выполнен сброс (сброс 1, сброс 2, сброс и перемотка) при значении "#1239 set11/bit3", равным 1.

Даже при блокировке подачи сохраняется состояние синхронизации оси резца и оси заготовки.



#### Операции при полигонной обработке (шпиндель-шпиндель)

Управление осью детали будет осуществляться следующим образом.

- (1) В режиме синхронизации шпинделей IA (полигонной обработки), независимо от того, задана ли команда прямого или обратного вращения оси детали, ось детали не начнет вращаться, даже если ось резца вращается, вместо этого она будет ожидать синхронизации.  
Если задать команду вращения оси детали в этом состоянии, то она начнет вращаться.
- (2) Если задана остановка шпинделя (оси) детали (команда прямого вращения и команда обратного вращения отключены) в режиме шпиндельной синхронизации IA (полигонная обработка), то вращение оси детали будет остановлено даже при вращении оси резца.
- (3) Команда вращения (S команда) и контроль постоянства скорости резания не действуют для оси детали в режиме шпиндельной синхронизации IA (полигонная обработка). Следует учитывать, что происходит модальное обновление, так что данная операция будет действовать после отмены шпиндельной синхронизации.
- (4) Если задана скорость вращения оси резца, превышающая максимальную скорость вращения оси детали, то скорость вращения оси резца будет ограничена, чтобы скорость вращения оси детали не превышала свою максимальную скорость.

## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Управление многоступенчатым ускорением/замедлением

- (1) Для ускорения/замедления вращения шпинделя в режиме полигонной обработки может быть задано до восьми шагов изменения скорости, для каждого из которых задается своя постоянная времени.

Ускорение/замедление выполняется следующим образом.

Время, необходимое для разгона от минимальной до максимальной скорости на каждом шаге = [постоянная времени ускорения/замедления без многоступенчатости] \* [Увеличение постоянной времени на каждом шаге] \* [Отношение приращения скорости на каждом шаге к значению предельной скорости]

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc1$  от нулевой скорости (a)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $sptc1/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc2$  от скорости  $sptc1$  (b)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv1 * (sptc2-sptc1)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc3$  от скорости  $sptc2$  (c)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv2 * (sptc3-sptc2)/slimit$

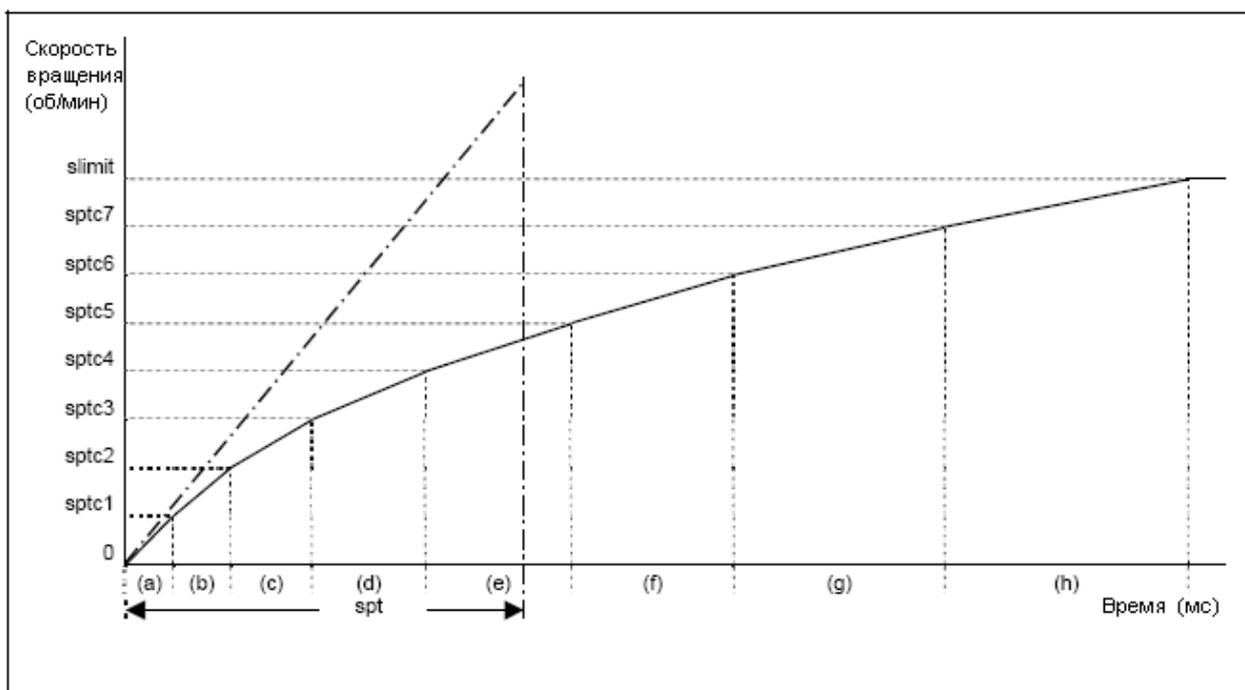
Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc4$  от скорости  $sptc3$  (d)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv3 * (sptc4-sptc3)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc5$  от скорости  $sptc4$  (e)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv4 * (sptc5-sptc4)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc6$  от скорости  $sptc5$  (f)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv5 * (sptc6-sptc5)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $sptc7$  от скорости  $sptc6$  (g)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv6 * (sptc7-sptc6)/slimit$

Время, необходимое для разгона до скорости  $slimit$  от скорости  $sptc7$  (h)  
=  $spt$  (или значение после A в команде G114.1) \*  $spdiv7 * (slimit-sptc7)/slimit$



Чтобы уменьшить число шагов ускорения/замедления во время синхронизации шпинделей, задайте одно из двух для ненужных шагов:

- Увеличение постоянной времени на шаге ( $spdiv7 \div spdiv1 = 0$  (или 1)).
- Значение скорости на шаге ( $sptc7 \div sptc1 =$  предельная скорость шпинделя ( $slimit$ ) или выше).

- (2) Ось вращения резца обрабатывает линейное ускорение/замедление со значением постоянной времени, наибольшей из постоянных времени оси детали и оси резца.
- (3) Если скорость вращения оси резца изменена во время синхронизации шпинделей, то ось ускорится/замедлится до заданной скорости в соответствии с параметрами ускорения/замедления шпинделя при сохранении режима синхронизации.

## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



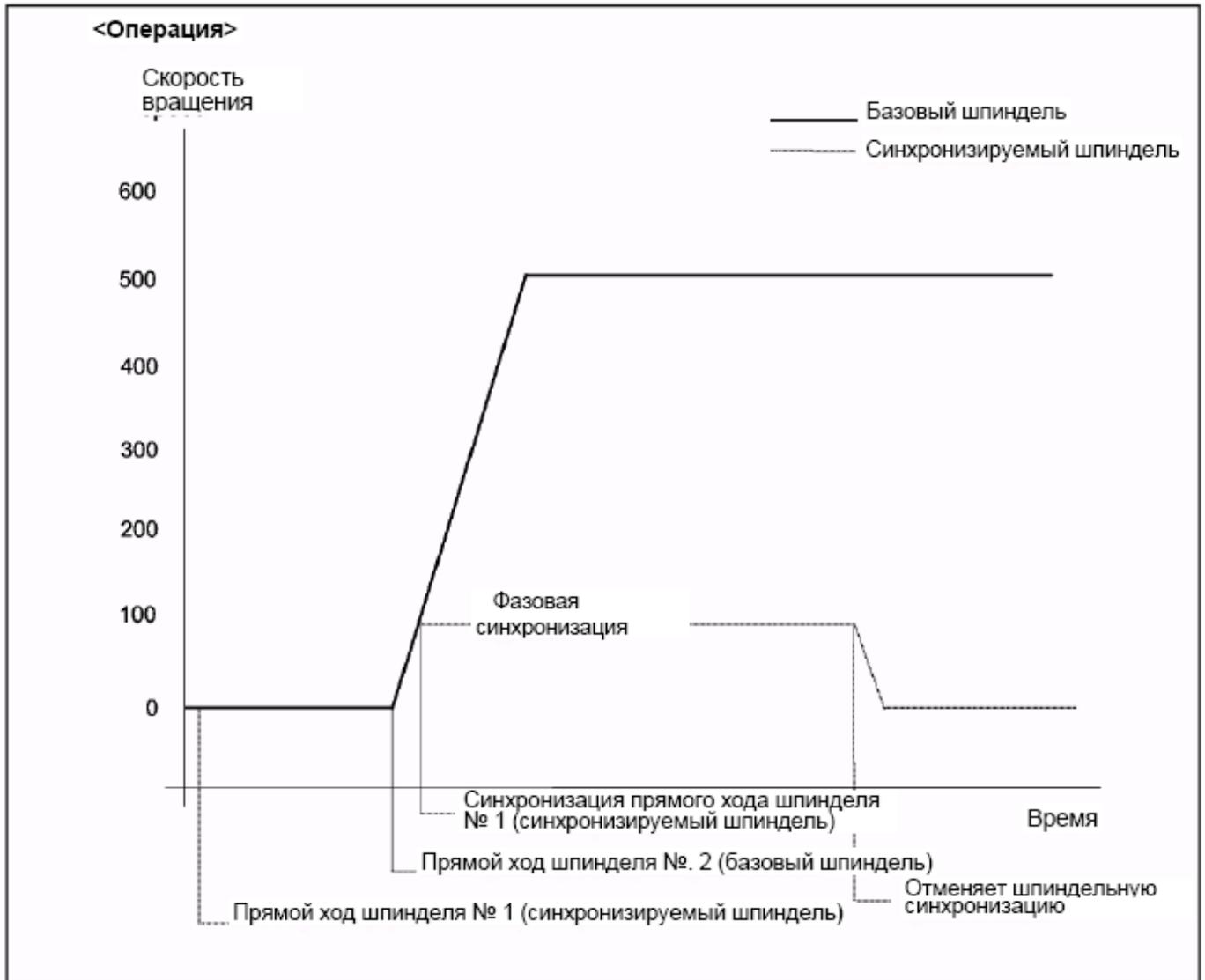
#### Управление синхронизацией фаз

- (1) Если режим синхронизации IA шпинделя резца (с назначением R) задан при помощи команды G114.2, то вращение синхронного шпинделя на случайной скорости вращения будет ускорено или замедлено до скорости вращения в соответствии с заданием передаточного отношения вращения базового и синхронного шпинделя, после чего будет активирован режим синхронизации шпинделей. После этого производится синхронизация фаз для соответствия фазе вращения, заданной при помощи адреса R.
- (2) Величина фазового сдвига шпиндельной синхронизации задается в качестве величины сдвига от исходной точки (ежеоборотный сигнал) синхронного шпинделя (ось детали). Величина сдвига равна нулю для базового шпинделя (ось вращения резца).
- (3) Если произошло изменение заданной скорости вращения базового шпинделя (оси вращения резца) в режиме шпиндельной синхронизации, то ускорение/замедление будут выполняться в соответствии с ускорением/замедлением шпинделя, заданным в параметрах, при сохранении режима синхронизации, до выхода на заданную скорость вращения.
- (4) При этом выполняются следующие операции.

M03 S1=0;	. . . .Выполняет прямое вращение (команда скорости) 1-го шпинделя (синхронный шпиндель)
:	
Txx00;	.... Выбор вращающегося резца
M83 S2=500;	Выполняет прямое вращение (команда скорости) 2-го шпинделя (базовый шпиндель)
:	
G114.2 H2 D1 E1 L5 Rxx;	Выполняет прямое вращение 1-го шпинделя (синхронного шпинделя) и синхронизацию с 4-м шпинделем (базовым шпинделем).
:	
:	Сдвигает фазу синхронного шпинделя на значение команды R.
G113;	Отменяет шпиндельную синхронизацию

## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Пример программы

:	
:	
M03 S1=0 ;	Прямое вращение 1-го шпинделя
Txx00 ;	Выбор резца
M83 S2=500 ;	Прямой ход 2-го шпинделя
G00 X40.Z-5. ;	
<b>G114.2 H2 D1 E1 L10 R0 ;</b>	Шпиндельная синхронизация IA (режим полигонной обработки) ВКЛ
	Ось резца : 2-й шпиндель
	Ось детали : 1-й шпиндель
	Кол-во зубцов резца : 1
	Кэф. вращения: Кол-во углов детали 10
	Вел. фазового сдвига синхр. шпинделя: 0°
	S1 начинает вращаться в прямом направлении синхронно с S2.
	Фаза синхронизирована со сдвигом 0°.
	Скорость вращения S1 равна 50 об/мин (S2:S1 =10:1).
G99 ;	Выбор режима синхронной подачи
G00 X18. ;	
G01 Z20. F0.1 ;	1-й проход обработки
G00 X40. ;	Скорость подачи оси Z равна 0.1 мм/оборот
Z-5. ;	оси детали
:	
G00 X14. ;	
G01 Z20. F0.1 ;	Последний проход
G00 X40. ;	Скорость подачи оси Z равна 0.1 мм/оборот
Z-5. ;	оси детали
<b>G113 ;</b>	Отмена шпиндельной синхронизации
M85 ;	Остановка 4-го шпинделя
M05 ;	Остановка 1-го шпинделя
:	

## 10. Шпиндельные функции

### 10.8. Синхронизация резец-шпиндель IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Меры предосторожности при программировании

- (1) Команда адреса оси (X, Z, C) в том же кадре, что и G114.2, будет игнорирована.  
Напр. G114.2 X\_ ;  
\_\_\_\_\_ игнорируется.
- (2) Если задана модальная команда в том же кадре, что и G114.2, произойдет модальное обновление.  
Напр. G114.2 G01 ;  
\_\_\_\_\_ Для модальной группы 01 задано G01.
- (3) Если задана вспомогательная команда (M, S, T) в том же кадре, что и G114.2, то вспомогательная команда будет выполнена одновременно с переходом в режим обработки вращающимся резцом,  
Напр. G114.2 M03 ;  
\_\_\_\_\_ M03 выполняется одновременно с G114.2.
- (4) Если команда группы 00 G-кодов присутствует в одном кадре с G114.2, приоритет будет иметь последний заданный в кадре G-код.  
Напр. G114.2 G4 P30 ;  
\_\_\_\_\_ G4 P30. выполняется.



#### Меры предосторожности и ограничения

- (1) Ограничения, касающиеся режима фазовой синхронизации
  - (а) Необходимо убедиться в том, что для коэффициента соответствия фактической скорости вращения шпинделя (и шпинделя резца) и скорости вращения энкодера выполняется следующее соотношение.  
Скорость вращения шпинделя/скорость вращения энкодера = n ("n" - целое число  $\geq 1$ )  
Если данное соотношение не соблюдается, исходная точка энкодера не будет соответствовать постоянной позиции шпинделя, а значит фаза (позиция) будет меняться при каждой команде фазовой синхронизации.  
Следует учитывать, что даже в данном случае, если количество зубцов резца (количество углов заготовки) будет эквивалентно коэффициенту вращения, фаза (позиция) резца и заготовки не будут отклоняться. (Следующее соотношение)  
$$\frac{\text{Скорость вращения шпинделя резца} * \text{кол-во зубцов передачи резца}}{\text{скорость вращения энкодера}} = n \text{ ("n" - целое число } \geq 1)$$
  - (б) В режиме фазовой синхронизации выравнивание фаз выполняется в соответствии с исходной точкой энкодера каждого шпинделя, поэтому, если позиция детали (резца) относительно исходной точки энкодера шпинделя изменится при включении/выключении электропитания, смене режущего инструмента и т.д., то фаза тоже изменится.
- (2) Если задана S в том же кадре, что и G114.2, то скорость в режиме синхронизации будет устанавливаться по предыдущей команде S вплоть до завершения команды S, поэтому возможен мгновенный скачок скорости шпинделя. Поэтому, по возможности, не следует задавать S команду в том же кадре.
- (3) Всегда задавайте команду G114.2 в отдельном кадре.
- (4) Режим синхронизации шпинделей IA (полигонная обработка шпиндель-шпиндель) не может быть задан во время режима синхронизации шпинделей, заданного с помощью G114.\*. Возникнет ошибка оператора "M01 Operation error 1005".
- (5) Если полигонная обработка шпиндель-шпиндель задана, пока включен сигнал SSPHM запроса расчета фазового сдвига, то будет выдана "M01 Operation error 1006".
- (6) Полигонная обработка шпиндель-шпиндель не может быть выполнена при задании в команде G114.2 шпинделя, используемого для синхронного нарезания резьбы метчиком. Возникнет "M01 Operation error 1007".
- (7) Если шпиндель/ось C задана в качестве шпинделя в команде полигонной обработки G114.2, то будет выдано "M01 Operation error 1026".
- (8) После задания G114.2 кадр с подачей резания не будет выполнен, пока не установится режим синхронизации шпинделей. Операция будет остановлена с выдачей "M01 Operation error 1033".

## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IB (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)

#### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IB (полигонная обработка шпиндель-шпиндель); G51.2 (только 6 и 7 списки G-кодов)



##### Функция и назначение

В станках, имеющих ось детали, управляемую последовательно подключенным сервоприводом, а также имеющих шпиндель в качестве оси резца, управляемый последовательно подключенным сервоприводом, полигонная обработка шпиндель-шпиндель может выполняться посредством управления вращением оси резца в синхронизации с осью детали.

Параметр #1501 служит для переключения между режимом полигонной обработки и режимом полигонной обработки шпиндель-шпиндель.

Если для параметра #1501 задано значение, отличное от 0, то выполняется полигонная обработка, а если задан 0, то выполняется полигонная обработка шпиндель-шпиндель.

Управление шпинделем и осью вращающегося резца при последовательном соединении может выполняться при помощи приводов MDS-\*-SP или MDS-\*-SPJ2.

Данная функция действительна только для систем G-кодов 6 и 7.



##### Формат команды

##### (1) Команда режима полигонной обработки

Данная команда определяет ось резца и ось детали, а также активирует режим полигонной обработки, который обеспечивает синхронное вращение двух осей на различных скоростях. Это возможно благодаря заданию коэффициентов скоростей вращения (количество зубцов резца и углов заготовки) двух назначенных осей (шпиндель и шпиндель).

G51.2 H_ D_ P_ Q_ R_ ;		Синхронизация резец-шпиндель IB (режим полигонной обработки шпиндель-шпиндель) ВКЛ
H	Выбор оси резца	
D	Выбор оси детали	
P	Определение коэффициента вращения оси резца	
Q	Определение коэффициента вращения оси детали	
R	Уровень фазового сдвига синхронного шпинделя	

##### (2) Команда отмены режима полигонной обработки

Синхронный режим двух шпинделей, вращающихся синхронно по команде синхронизации резец-шпиндель, отменяется.

**G50.2 ; Синхронизация резец-шпиндель IB (режим полигонной обработки шпиндель-шпиндель) ВЫКЛ**

Отмена режима полигонной обработки шпиндель-шпиндель также производится в следующих случаях.

- Отключено питание
- Аварийная остановка
- Сброс (сброс 1, сброс 2, сброс и обратная перемотка)  
(только если для #1239 set11/bit3 = 1)
- Сигнал отмены полигонной обработки шпиндель-шпиндель включен.

## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IV (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)

Адрес	Значение адреса	Диапазон командных значений (единица)	Примечания
H	Выбор оси детали  Задайте номер шпинделя оси детали.	1 – (количество шпинделей)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li> <li>• Выводится ошибка программирования (P33), если задано то же значение, что и для команды D.</li> <li>• Если выбран шпиндель, подключенный не последовательно, выводится ошибка программирования (P33).</li> <li>• Номер шпинделя, заданный в параметрах, применяется, если пропущено значение.</li> </ul>
D	Выбор оси резца  Задайте номер шпинделя оси резца	1 – (количество шпинделей)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li> <li>• Если задано то же значение, что и для команды H, выдается ошибка программирования (P33).</li> <li>• Если выбран шпиндель, подключенный не последовательно, выводится ошибка программирования (P33).</li> <li>• Номер шпинделя, заданный в параметрах, применяется, если пропущено значение.</li> </ul>
P	Задание коэффициента вращения оси детали Задайте коэффициент вращения оси детали (количество углов детали).	1 - 999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li> </ul>
Q	Задание коэффициента вращения оси резца Задайте коэффициент вращения оси резца (количество зубцов резца).	1 - 999 -1 - -999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений.</li> <li>• Если задан отрицательный знак, ось резца будет вращаться в направлении, противоположном оси детали.</li> </ul>
R	Задание величины фазового сдвига синхронного шпинделя Задайте величину сдвига от исходной точки (ежеоборотный сигнал) шпинделя оси резца.	0 - 359.999 (°)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выводится ошибка программирования (P35), если задано значение вне пределов диапазона командных значений</li> <li>• Заданный уровень сдвига будет применяться в направлении вращения шпинделя по часовой стрелке</li> <li>• Если отсутствует команда R, фаза будет распознаваться как R0. (#1239set11/bit4=0)</li> </ul>

## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IV (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Вращение и направление вращения

Скорость вращения и направление вращения оси резца и оси заготовки во время полигонной обработки шпиндель-шпиндель являются следующими.

- (1) Скорость вращения и направление вращения оси детали является скоростью вращения, заданной при помощи команды S, и направлением вращения, заданным при помощи команды M, и т.д., для шпинделя, выбранного в качестве оси детали.
- (2) Скорость вращения оси резца определяется количеством зубцов резца и количеством углов детали, заданными при помощи G51.2.

$$S_w = S_h * \frac{Q}{P}$$

S<sub>w</sub> : Скорость вращения оси резца (об/мин)

S<sub>h</sub> : Скорость вращения оси детали (об/мин)

P : Передаточное отношение вращения оси детали (кол-во углов детали)

Q : Передаточное отношение вращения оси резца (кол-во зубцов передачи резца)

- (3) Направление вращения оси резца определяется знаком команды выбора оси резца Q, заданной при помощи G51.2.  
Если знаком Q является "+", ось резца вращается в том же направлении, что и ось детали. Если же знаком Q является "-", то ось резца вращается в обратном направлении по отношению к оси детали.
- (4) После того, как будет задана полигонная обработка шпиндель-шпиндель, соотношение вращения оси детали и оси резца сохраняется вплоть до отмены полигонной обработки шпиндель-шпиндель (G50.2), или до ввода сигнала отмены полигонной обработки шпиндель-шпиндель, либо до ввода сигнала сброса или аварийной остановки.  
Даже при блокировке подачи сохраняется состояние синхронизации оси детали и оси резца.



#### Полигонная обработка при помощи оси резца

- (1) Если задан режим полигонной обработки шпиндель-шпиндель, и даже если для оси резца не будет задана команда прямого или обратного вращения, то ось резца начнет вращаться.
- (2) Если задана остановка шпинделя для оси резца (если включен сигнал остановки шпинделя) в режиме полигонной обработки шпиндель-шпиндель, то вращение оси резца будет остановлено даже при вращении оси детали.
- (3) Команда вращения (S команда) и контроль постоянства скорости резания не действуют для оси резца в режиме полигонной обработки шпиндель-шпиндель. Следует учитывать, что происходит модальное обновление, так что данная операция будет эффективна после отмены полигонной обработки шпиндель-шпиндель.
- (4) Если задана скорость вращения оси детали, превышающая максимальную скорость вращения оси резца, скорость вращения оси детали будет ограничена, чтобы скорость вращения оси резца не превышала максимальную скорость вращения.

## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IV (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Контроль ускорения/замедления

- (1) Ось детали будет ускоряться или замедляться линейно с постоянной времени ускорения/замедления шпинделя, выбранного в качестве оси детали при синхронизации шпинделей (spt).
- (2) При помощи настройки скоростей (spdct1 - 7) смены постоянных времени многоступенчатого ускорения/замедления и шкалы постоянных времени для переключения скоростей (spddiv 1 - 7) в режиме синхронизации шпинделей время ускорения/замедления может быть изменено макс. по восьми ступеням.
- (3) Если скорость вращения оси детали изменена в режиме шпиндельной синхронизации, то заданная скорость достигается посредством ускорения или замедления в соответствии с ускорением/замедлением шпинделя, заданным в параметрах, при сохранении синхронного состояния шпинделей.



#### Контроль синхронизации фаз

- (1) Если команда полигонной обработки шпиндель-шпиндель (R=0 при команде без R) задана при помощи G51.2, то вращение шпинделя детали при случайной скорости вращения будет ускоряться или замедляться до скорости вращения в соответствии с заданным коэффициентом вращения шпинделя оси детали и шпинделя оси резца. Затем шпиндели войдут в режим синхронизации. После этого произойдет синхронизация фаз до величины, заданной при помощи адреса R.
- (2) Величина фазового сдвига при шпиндельной синхронизации задает величину сдвига от исходной точки шпинделя оси резца (ежеоборотный сигнал). Эта величина не является уровнем сдвига для оси заготовки.

## 10. Шпиндельные функции

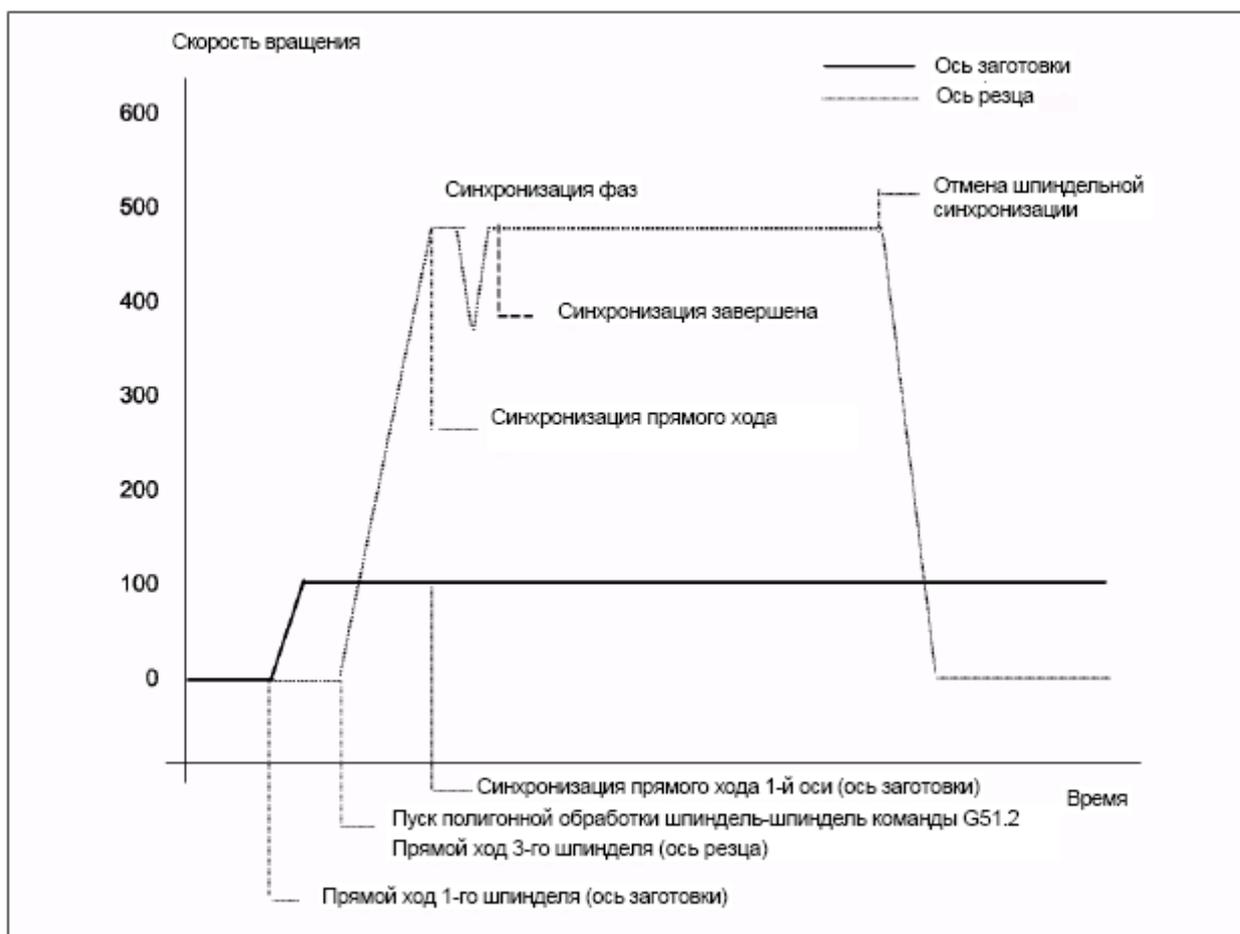
### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IV (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)

(3) Операция выполняется следующим образом.

<Пример программы 1> С фазовой ошибкой (#1239 set11/bit4=0)

:	
<b>Txx00 ;</b>	Выбор резца
<b>M03 S100 ;</b>	Прямое вращение 1-го шпинделя (ось детали) (команда скорости)
:	
<b>G51.2 H1 D3 P1 Q5 Rxx ;</b>	Команда полигонной обработки шпиндель-шпиндель, синхронизация 3-го шпинделя (ось резца) по 1-му шпинделю (шпиндель оси детали) при прямом вращении, сдвиг фазы синхронного шпинделя на значение команды R.
:	
:	
:	
<b>G50.2 ;</b>	Отмена режима полигонной обработки шпиндель-шпиндель

<Операция>



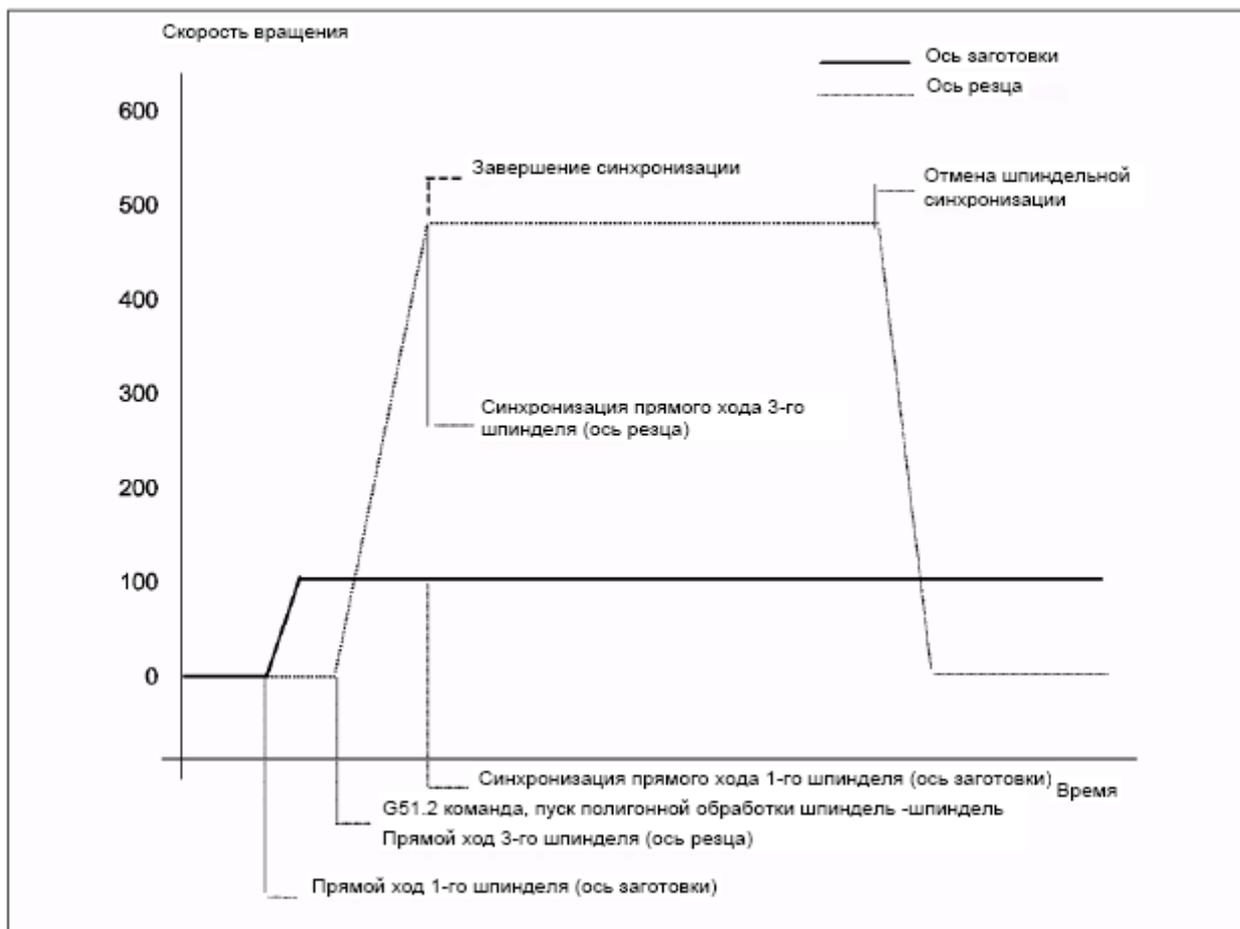
## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IV (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)

<Пример программы 2> Без фазовой ошибки (#1239 set1 1/bit4=1)

:	
Txx00 ;	Выбор резца
M03 S100 ;	Прямое вращение 1-го шпинделя (ось детали) (команда скорости)
:	
G51.2 H1 D3 P1 Q5 Rxx ;	Команда полигонной обработки шпиндель-шпиндель, синхронизация 3-го шпинделя (ось резца) по 1-му шпинделю (шпиндель оси детали) при прямом вращении, сдвиг фазы синхронного шпинделя на значение команды R.
:	
:	
:	
G50.2 ;	Отмена режима полигонной обработки шпиндель-шпиндель

<Операция>



## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IB (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Пример программы

```
:  
:  
Txx00 ;           Выбор резца  
M03 S500 ;       Прямое вращение 1-го шпинделя  
G00 X40. Z-5. ;  
  
G51.2 H1 D3 P1 Q3 R0 ; Шпиндельная синхронизация (режим полигонной обработки) ВКЛ  
                        Выбрать 1-й шпиндель в качестве оси детали, а 3-й шпиндель - в  
                        качестве оси вращения резца.  
                        Задать в качестве коэффициента вращения один угол заготовки и  
                        три зубца резца.  
                        Задать величину фазового сдвига шпинделя оси резца 0°.  
                        Начать синхронное вращение S3 - S1 в прямом направлении.  
                        Синхронизировать фазы со сдвигом 0°  
                        Скорость вращения S3 равна 1500 об/мин (S1:S3=1:3)  
  
G99 ;           Выбор режима синхронной подачи  
  
G00 X18. ;      Если синхронизация не завершена, подождать для пуска подачи  
G01 Z20. F0.1 ; 1-го прохода обработки  
G00 X40. ;  
      Z-5. ;  
:  
G00 X14. ;  
G01 Z20. F0.1 ; Последний проход  
G00 X40. ;  
      Z-5. ;  
  
G50.2 ;         Отмена полигонной обработки шпиндель-шпиндель  
  
M75 ;          Остановка 3-го шпинделя  
M05 ;          Остановка 1-го шпинделя  
:  
:
```

## 10. Шпиндельные функции

### 10.9. Синхронизация резец-шпиндель IV (полигонная обработка шпиндель-шпиндель)



#### Меры предосторожности при программировании

- (1) Команды G51.2 и G50.2 следует всегда задавать в отдельных блоках.
- (2) Команда R может быть пропущена при входе в режим полигонной обработки шпиндель-шпиндель, однако команды P и Q должны задаваться всегда. При невыполнении данного требования выдается ошибка программирования (P33).
- (3) Для изменения модального значения P, Q или R в режиме полигонной обработки шпиндель-шпиндель, следует снова задать команду G51.2. В таком случае команда R может задаваться отдельно. Однако если P или Q также изменены, следует всегда также задавать P и Q.
- (4) Команды могут задаваться для каждого канала системы, однако нельзя использовать два канала системы одновременно. Команда для первым заданного канала системы будет действительна, а для второго канала будет выдана ошибка оператора 1005.
- (5) Номер шпинделя, заданный при помощи параметров, будет использован, если D\_H\_ пропущены командой G51.2.
- (6) Выводится ошибка программирования (P610), если номер оси детали (#1518) и номер оси резца (#1519) совпадают со значением, заданным в параметрах. Выводится ошибка программирования (P33), если сервопривод шпинделя подключен не последовательно.
- (7) Кадр подачи резания не начнет выполняться, пока не будет установлена синхронизация в соответствии с командой G51.2. (Операция прервется с операционной ошибкой 1033.)



#### Меры предосторожности и ограничения

- (1) Ограничения по контролю фазовой синхронизации
  - (а) Следует убедиться в том, что фактическая скорость вращения шпинделя (и шпинделя детали) и скорость вращения энкодера выполняют следующее соотношение.
$$\text{Скорость вращения шпинделя/скорость вращения энкодера} = n \text{ (} n \text{ является целым числом, большим 1)}$$
Если данное соотношение не соблюдается, исходная точка энкодера не будет соответствовать исходной позиции шпинделя. Поэтому фаза (позиция) будет отклоняться каждый раз при выполнении команды фазовой синхронизации.Следует учитывать, что даже в том случае, когда количество углов детали (количество зубцов резца) соответствует коэффициенту вращения, фаза (позиция) резца и заготовки не будет отклоняться. (Следующее соотношение)
$$\text{(Скорость вращения шпинделя детали * количество зубцов детали) / скорость вращения энкодера} = n \text{ (} n \text{ является целым числом, большим 1)}$$
  - (б) Во время контроля фазовой синхронизации фазы синхронизируются по исходной точке каждого шпиндельного энкодера. Поэтому если позиция детали относительно исходной точки (резца относительно исходной точки) отклоняется при включении/выключении питания либо при замене резца и т.д., то фаза будет отклоняться.
  - (в) После достижения скорости шпинделя в режиме синхронизации, его скорость может мгновенно понизится для выполнения фазовой синхронизации, как описано выше.

## 10. Шпиндельные функции

### 10.10. Синхронизация резец-шпиндель IC (полигонная обработка шпиндель-NC ось)

#### 10.10. Синхронизация резец-шпиндель IC (полигонная обработка шпиндель-NC ось); G51.2 (только 6 и 7 списки G-кодов)



##### Функция и назначение

Данная функция выполняет полигонную обработку при управлении деталью (шпинделем) и осью резца (NC серво-ось) для вращения в синхронизации с заданным передаточным соотношением.



##### Формат команды

(1) Запуск режима полигонной обработки

<b>G51.2 P__ Q__ ;</b>	Начало синхронизации шпинделей (Пуск режима полигонной обработки)
P, Q	Коэффициент вращения шпинделя и оси резца (P_:Q_)
	P : Шпиндель
	Q : Ось резца
	Диапазон командных значений: Целочисленное значение от 1 до 9, от -1 до -9
Направление вращения задается знаком.	
(+)	: Прямое вращение
(-)	: Обратное вращение

(2) Отмена режима полигонной обработки

<b>G50.2 ;</b>	Отмена шпиндельной синхронизации (Отмена режима полигонной обработки)
----------------	---



##### Описание операции

Программа	Операция
S1000 ;	Задана скорость вращения шпинделя (скорость вращения детали)
G51.2 P1 Q2 ;	Режим полигонной обработки активируется при помощи команды G51.2.
)	Шпиндель и ось резца начинают вращение при таком управлении, чтобы скорость вращения шпинделя и скорость вращения оси резца находились в заданном соотношении (P:Q).
Обработка детали	
(	
G50.2 ;	Режим полигонной обработки между шпинделем и осью резца отменяется при помощи команды G50.2, после чего происходит остановка вращения шпинделя и оси резца.

Ось вращения резца задана базовым параметром "#1501 polyax".



##### Отмена режима полигонной обработки

Отмена режима полигонной обработки производится в следующих случаях.

- Команда G50.2
- Отключение питания
- Аварийная остановка
- Сброс (Сброс 1, Сброс 2, Сброс и обратная перемотка)

## 10. Шпиндельные функции

### 10.10. Синхронизация резец-шпиндель IC (полигонная обработка шпиндель-NC ось)



#### Направление вращения

- (1) Направление вращения шпинделя в режиме полигонной обработки определяется при помощи знака команды P и параметра шпинделя "#3393 SP193(SPECT)/bit4 :command polarity".

Знак команды P	#3393SP193/bit4	Направление вращения
( + )	0	CW
( + )	1	CCW
( - )	0	CCW
( - )	1	CW

- (2) Направление вращения оси резца в режиме полигонной обработки определяется при помощи знака команды Q и базового параметра "#1018 CCW".

Знак команды Q	#1018 CCW	Направление вращения
( + )	0	CW
( + )	1	CCW
( - )	0	CCW
( - )	1	CW



#### Пример программы

Далее приводится пример программы.

N10 G00 X100. Z20. ;	Позиционирование
N20 S1000;	Команда скорости вращения шпинделя (детали)
N30 G51.2 P1 Q2;	Начало вращения шпинделя / оси резца (скорость вращения шпинделя 1000 [об/мин], скорость вращения оси резца 2000 [об/мин])
N40 G01 X80. F10. ;	Резание по оси X
N50 G04 X2. ;	Выдержка времени
N60 G00 X100. ;	Отвод по оси X
N70 G50.2 ;	Остановка вращения шпинделя/оси резца

**(Примечание)** Всегда задавайте команды G51.2 и G50.2 в отдельных кадрах.

## 10. Шпиндельные функции

### 10.10. Синхронизация резец-шпиндель IC (полигонная обработка шпиндель-NC ось)



#### Меры предосторожности

- (1) Для использования данной функции должны быть обеспечены параметры "шпиндельной синхронизации (полигонная обработка)". Если команды G51.2 или G50.2 заданы без данных параметров, выводится ошибка программирования (P39).
- (2) Команды G51.2 и G50.2 должны задаваться в отдельных кадрах.
  - Если команда G51.2 (G50.2) и G-код группы 0 заданы в одном кадре, то приоритет будет иметь G код, заданный в блоке последним.
  - Если команда G51.2 (G50.2) и G код, другой группы, не 0, заданы в одном кадре, то выдается ошибка программирования (P33).
- (3) В режиме полигонной обработки не может быть задана команда движения в технологической программе для сервооси, заданной в качестве оси резца.  
Если команда движения задана для оси резца в режиме полигонной обработки, выводится ошибка программирования (P32).
- (4) Сервоось, заданная в качестве оси резца, может использоваться в качестве оси подачи для режимов, отличных от режима полигонной обработки.
- (5) Следующие функции являются недействительными для оси резца в режиме полигонной обработки.
  - Ручная коррекция
  - Блокировка подачи
  - Заданное ограничение хода
- (6) Скорость вращения шпинделя может быть изменена при помощи команды S даже в режиме полигонной обработки.  
Также действительны функции ручной коррекции шпинделя и предела скорости вращения шпинделя.  
При изменении скорости вращения шпинделя скорость вращения оси резца также изменится, так что шпиндель и ось резца сохраняют соотношение P:Q.
- (7) Команды прямого хода/обратного вращения не действуют для шпинделя в режиме полигонной обработки.
- (8) Если скорость подачи для оси вращения резца превысит скорость быстрого хода (осевые параметры "#2001 rapid") в режиме полигонной обработки, то скорость будет ограничена значением скорости быстрого хода. В этом случае скорость шпинделя будет также уменьшена по сравнению с заданной скоростью, чтобы выполнялось соотношение P:Q.
- (9) Коэффициентом обратной связи позиции для оси резца в режиме полигонной обработки будет значение, заданное в осевых параметрах "#2017 tap\_g". Коэффициентом обратной связи позиции для шпинделя будет значение шпиндельного параметра "#132002 PGN".
- (10) Следующие функции не могут быть использованы одновременно с полигонной обработкой.
  - Синхронное нарезание метчиком
  - Нарезание резьбы
- (11) Если ось, отличная от оси резца, достигнет предела хода в режиме полигонной обработки, то эта ось остановит движение, однако вращение оси резца и шпинделя не остановится.
- (12) Если ось резца достигнет предела хода в режиме полигонной обработки, вращение шпинделя и оси резца прекратится, при этом также произойдет остановка движения других осей.
- (13) При установке шпиндельных параметров "#3106 zrn\_tpy/bit4" в "0" произойдет пуск полигонной обработки после возврата шпинделя в нулевую точку.

## 10.11. Управление несколькими шпинделями



## Функция и назначение

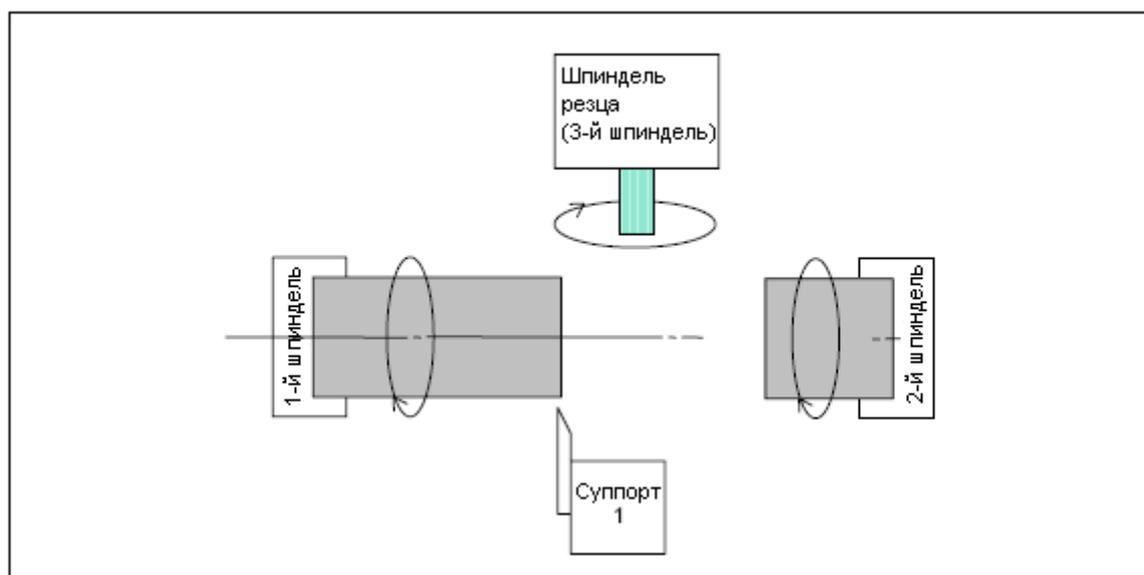
Управление несколькими шпинделями является функцией, используемой для управления ведомым шпинделем резца станка, имеющего ведущий (главный) шпиндель (1-й шпиндель) и ведомый шпиндель (2-й – 4-й шпиндель).

Способ шпиндельного управления подразделяется на управление несколькими шпинделями I и управление несколькими шпинделями II. Какой способ управления будет использован, зависит от настройки параметра (#1300 ext36/bit0).

Управление  
несколькими  
шпинделями I:  
(ext36/bit0= 0)  
Управление  
несколькими  
шпинделями II:  
(ext36/bit0= 1)

Управление согласно команде выбора шпинделя (G43.1, и т.д..) и команде управления шпинделем ([S\*\*\*\*\* ;] или [SO=\*\*\*\*\* ;]), и т.д..

Управление при помощи внешнего сигнала (сигнал выбора команды шпинделя, сигнал выбора шпинделя) и команды управления шпинделем (только [S\*\*\*\*\* ;]), и т.д..  
Команда выбора шпинделя [SO=\*\*\*\*\* ;] не используется.



#### 10.11.1. Управление несколькими шпинделями I (команда для нескольких шпинделей)



#### Функция и назначение

В дополнение к команде S\*\*\*\*\* для шпинделей с 1-го по 4-й действительна идентификация и задание при помощи команды SO=\*\*\*\*\*.



#### Формат команды

SO=\*\*\*\*\* ;

O            Укажите номер шпинделя при помощи одной цифры (1: 1-й шпиндель/ 2: 2-й шпиндель/ 3: 3-й шпиндель/ 4: 4-й шпиндель). Может быть задано имя переменной.

\*\*\*\*\*      Скорость вращения или постоянная скорость резания.  
Может быть задано имя переменной.

**(Примечание 1)** Выдается ошибка программирования (P35), если для O задано значение не 1 - 4.

**(Примечание 2)** Выдается ошибка программирования (P33), если команда G47.1 задана в модальном режиме.



#### Детальное описание

- (1) Задание для каждого шпинделя следует после O.

#### (Пример)

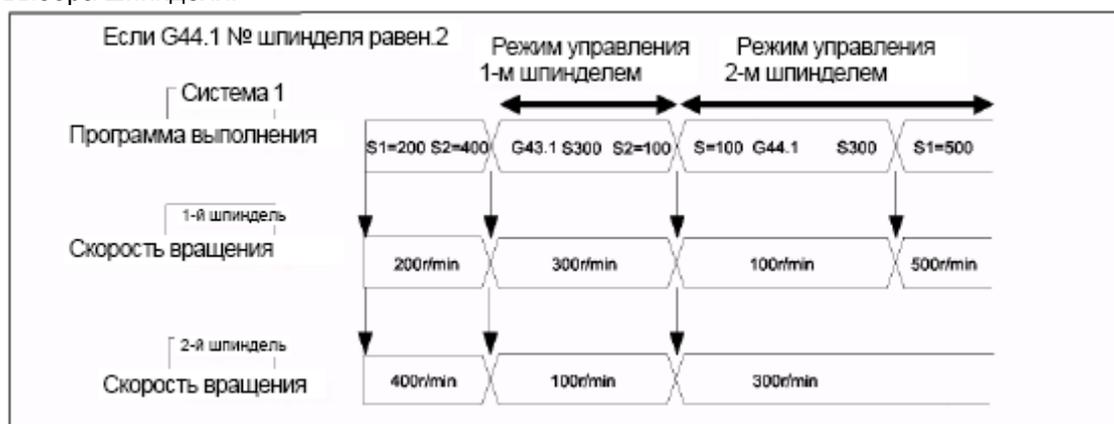
S1 = 3500 ; Задание скорости 1-го шпинделя 3500(об/мин)

S2 = 1500 ; Задание скорости 2-го шпинделя 1500(об/мин)

- (2) Команды для нескольких шпинделей могут задаваться в одном кадре.
- (3) Если в одном блоке заданы 2 и более команды для одного и того же шпинделя, действительна будет команда, заданная последней.

**(Пример)** S1 = 3500 S1 = 3600 S1 = 3700 ; S1 = 3700 будет действительной.

- (4) Команда S\*\*\*\*\* и команда SO=\*\*\*\*\* могут использоваться вместе. Шпиндель, для которого задается команда S\*\*\*\*\*, определяется при помощи команды выбора шпинделя.



- (5) Команды для каждого шпинделя могут быть заданы из любой программы обработки в любом канале системы.

#### 10.11.2. Управление несколькими шпинделями I (команда выбора шпинделя)



##### Функция и назначение

Следующие S команды (S\*\*\*\*) могут быть изменены для шпинделей с 1-го по 4-й посредством задания команды выбора шпинделя (G43.1, и т.д.. [группа 20 G-кодов]).



##### Формат команды

G 43.1 ; Режим управления 1-м шпинделем включен  
 G 44.1 ; Режим управления выбранным шпинделем включен (№ выбранного шпинделя задается при помощи SnG44.1)  
 G 47.1 ; Режим одновременного управления всеми шпинделями включен



##### Детальное описание

- (1) № выбранного шпинделя задается при помощи параметра (#1534 SnG44.1).
- (2) Команда выбора шпинделя является модальной командой.
- (3) Выдается ошибка программирования (P33), если команда выбора шпинделя задается при действительном режиме управления несколькими шпинделями II.
- (4) Режим управления шпинделем, активируемый при включении электропитания или выполнении сброса, может быть задан при помощи параметров для каждого канала системы. Состояние после включения электропитания или выполнения сброса является следующим.

Модальное состояние группы 20 G-кодов	Задать при помощи параметра "#1199 Sselect". 0:G43.1 1:G44.1 2:G47.1
G44.1 №шпинделя.	Задать при помощи параметра "#1534 SnG44.1". 0:2-й шпиндель 1:1-йшпиндель 2:2-й шпиндель 3:3-й шпиндель 4:4-й шпиндель

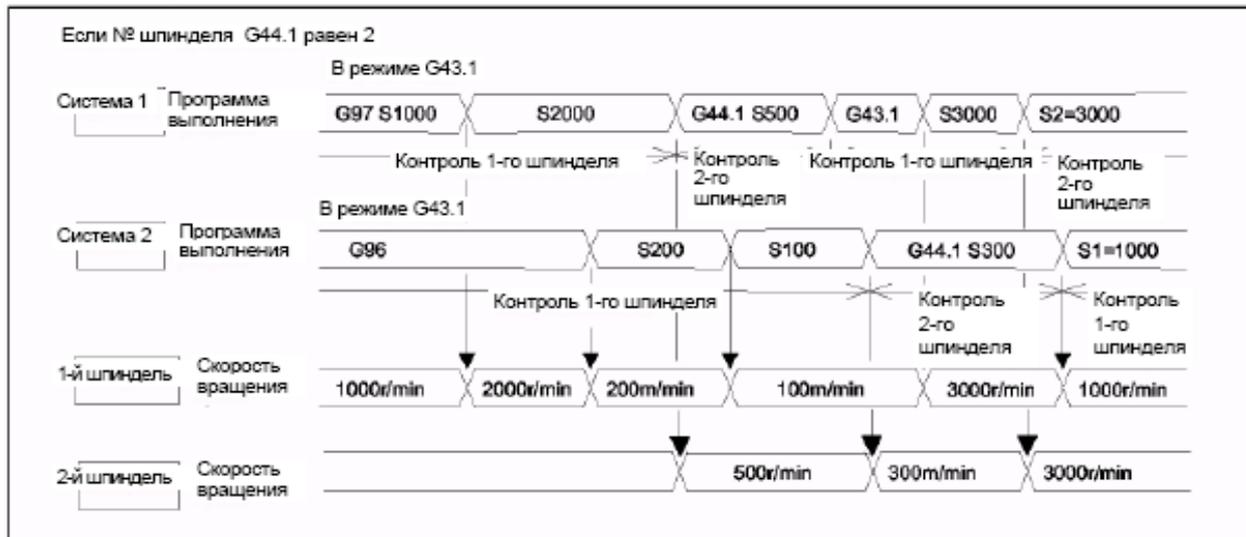
- (5) Если S команда задана в том же кадре, что и команды выбора шпинделя, она будет действительной для шпинделя, выбор которого осуществлен при помощи команды выбора шпинделя.

##### <Пример>

G43.1 S100 ;                   → Задание 100 вращений для 1-го шпинделя  
 S200 G44.1 S300 ;           → После задания 200 вращений для 1-го шпинделя, задание  
 (SnG44.1 =2)                 300 вращений для 2-го шпинделя

Если задан несуществующий шпиндель, использоваться будет 2-й шпиндель. Следует учитывать, что если существует только один шпиндель, использоваться будет 1-й шпиндель.

(6) Могут задаваться команды либо 1-го канала системы, либо 2-го канала системы.



### Взаимосвязь с другими функциями

После выполнения команды выбора шпинделя происходит изменение следующих функций.

- (1) S команда (S\*\*\*\*)  
S команда для G97 (команда скорости вращения)/G96 (команда постоянной скорости резания) будет командой для шпинделя, заданного командой выбора шпинделя.
- (2) Команда предельной скорости шпинделя  
Команда предельной скорости шпинделя, заданная при помощи G92 S\_Q\_, будет также соответствовать режиму команды выбора шпинделя.
- (3) Команда оборотной подачи (синхронная подача)  
Даже если команда F задана в режиме G95, будет использоваться скорость подачи на оборот для шпинделя, заданного при помощи команды выбора шпинделя.
- (4) Переключение режима управления постоянством скорости резания для шпинделя.  
Контроль постоянной скорости поверхности будет также соответствовать режиму команды выбора шпинделя.

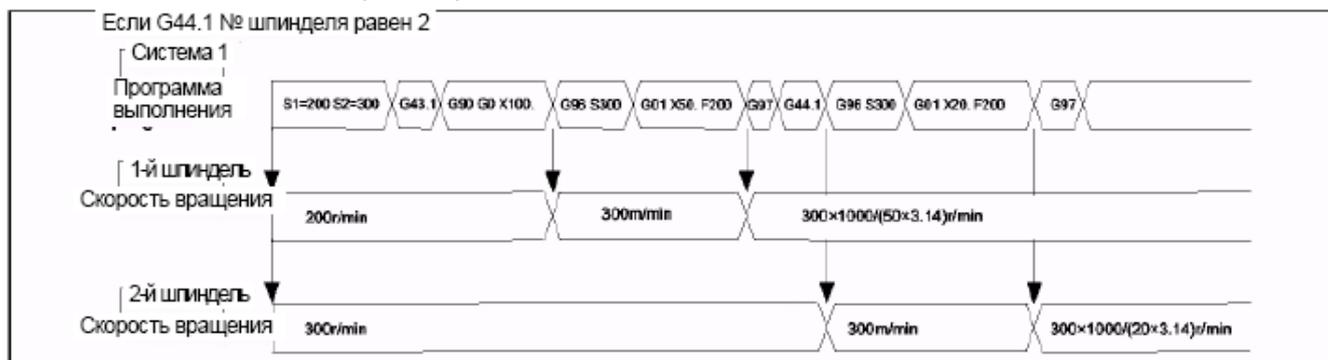
Если при помощи команды SO=\*\*\*\* задан шпиндель, не выбранный в текущий момент, приоритет будет иметь команда скорости вращения шпинделя, заданная при помощи O.

#### (Пример)

S2=\*\*\*\* в системном режиме G43.....команда скорости вращения 2-го шпинделя

S1=\*\*\*\* в системном режиме G44 выбора 2-го шпинделя ....команда скорости вращения 1-го шпинделя

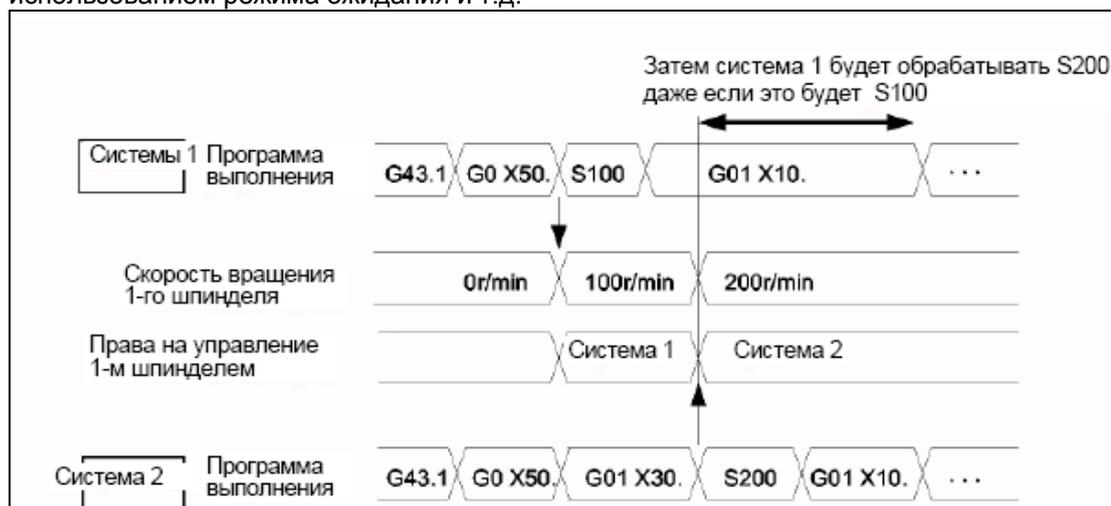
Следует учитывать, что команда постоянной скорости резания в режиме контроля постоянства скорости резания (G96) будет являться модальной информацией, независимой от команды скорости вращения.





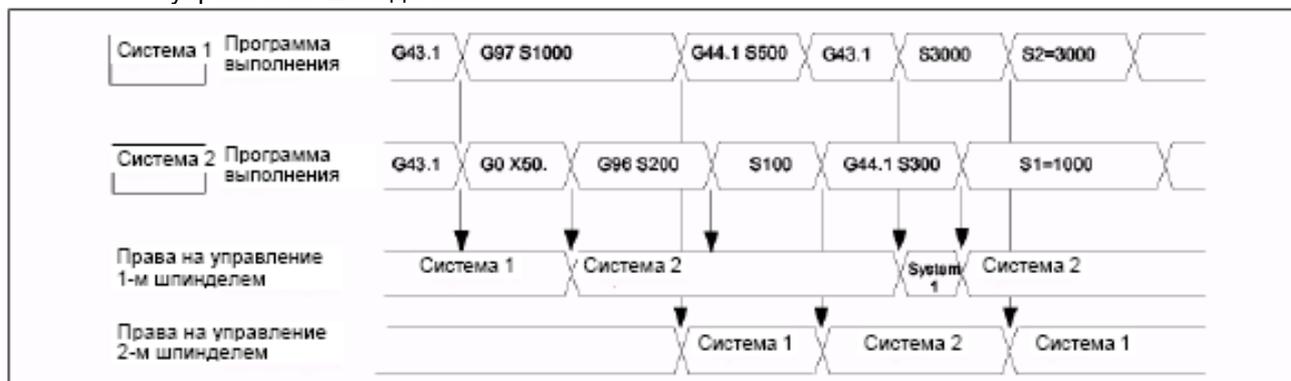
### Права на управление шпинделем

Если контроль постоянства скорости резания, S команда и связанная со шпинделем M команда заданы из каждого канала системы для одного шпинделя, возможна некорректная работа шпинделя. Например, если задана S (поминутная подача) во время контроля постоянства скорости резания из 1-го канала системы, скорость вращения не изменится со стороны 1-го канала системы, а фактическая скорость вращения будет передана во 2-й канал системы, из которой команда S была задана последней. Данные команды должны задаваться только из одного канала системы, либо задаваться одновременно с использованием режима ожидания и т.д.

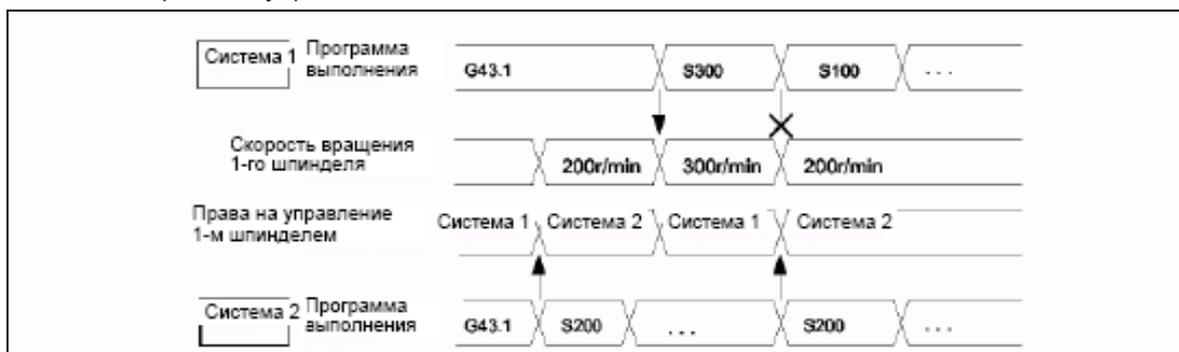


[Условия передачи прав управления шпинделем] При G44.1 № шпинделя равно 2.

(1) Канал системы, в котором была задана команда S последней, имеет право на управление шпинделем.



(2) Если различные S команды выполняются одновременно в обоих каналах системы, приоритет будет иметь канал с большим номером. Этот канал системы также будет иметь права на управление.



### 10.11.3. Управление несколькими шпинделями II



#### Функция и назначение

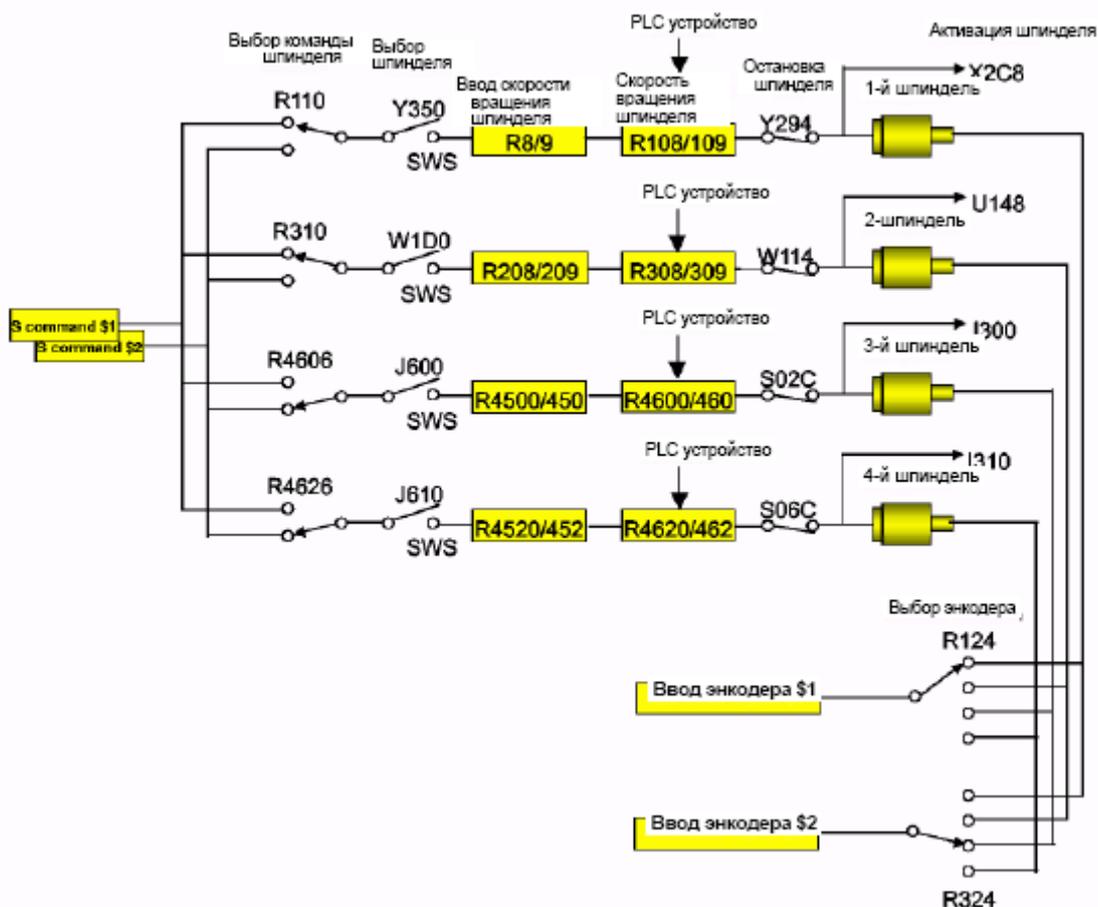
Управление несколькими шпинделями II является функцией, которая определяет, какой шпиндель будет выбран при помощи сигналов PLC. Команда для шпинделя отдается при помощи одной S команды.



#### Детальное описание

##### (1) Выбор команды шпинделя, выбор шпинделя

Команда S подается на шпиндель в качестве команды скорости вращения для выбранного шпинделя при включении сигнала выбора шпинделя (SWS) в PLC. Выбранный шпиндель начинает вращение с заданной скоростью. Шпиндель, выбор которого отменен при выключении сигнала выбора шпинделя (SWS), сохраняет скорость, с которой он вращался до отмены. Это позволяет осуществлять одновременное вращение каждой оси на различных скоростях. Сигнал выбора команды шпинделя используется для определения того, какой канал системы будет отдавать команду S для каждого шпинделя.



**(Примечание)** Смотри инструкцию по интерфейсу PLC устройства для получения подробной информации по каждому сигналу



## Взаимосвязь с другими функциями

- (1) Настройка предельной скорости шпинделя (G92)  
Данная функция действительна только для шпинделя, выбранного при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS).  
Шпиндель, не выбранный при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS), сохраняет скорость, с которой он вращался до отмены его выбора.  
(Предельная скорость шпинделя задается при помощи команды G92.)
- (2) Контроль постоянства скорости резания  
Контроль постоянства скорости резания может применяться для всех шпинделей.  
Скорость вращения шпинделя автоматически регулируется во время контроля постоянства скорости резания, поэтому при обработке в этом режиме сигнал выбора шпинделя (SWS) для данного шпинделя должен оставаться включенным.  
Шпиндель, не выбранный при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS), сохраняет скорость, с которой он вращался до отмены его выбора.
- (3) Нарезание резьбы/синхронная подача  
Резьба нарезается при помощи шпинделя, выбранного при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS). При этом используется обратная связь энкодера, выбранного при помощи сигнала выбора энкодера.
- (4) Полигонная обработка (серво-шпиндель)  
Шпиндель полигонной обработки выбирается при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS). Запрещается выбирать шпиндель полигонной обработки несколько раз, а также изменять состояние сигнала выбора шпинделя полигонной обработки в режиме полигонной обработки.  
Если задана команда режима оси С для шпинделя полигонной обработки, выводится "M01 операционная ошибка 1026". При отмене команды оси С, производится сброс ошибки, после чего обработка продолжается.  
Если в режиме полигонной обработки задана синхронная нарезка резьбы метчиком, выдается ошибка программирования (P34).
- (5) Синхронное нарезание метчиком  
Шпиндель синхронного нарезания метчиком выбирается при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS).  
Следует выбрать шпиндель синхронной нарезки метчиком до того, как будет отдана команда синхронной нарезки метчиком. Запрещается изменять сигнал выбора шпинделя в режиме синхронной нарезки метчиком.  
Если задана команда режима оси С для шпинделя синхронной нарезки метчиком, выводится "M01 операционная ошибка 1026". При отмене команды оси С, производится отмена ошибки, после чего обработка продолжается.  
Если команда полигонной обработки задана для шпинделя синхронной нарезки метчиком, выводится "M01 операционная ошибка 1026". При отмене команды полигонной обработки, производится отмена ошибки, после чего обработка продолжается.
- (6) Асинхронная нарезка метчиком  
Шпиндель асинхронного нарезания метчиком выбирается при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS).  
Следует выбрать шпиндель асинхронного нарезания метчиком до того, как будет отдана команда нарезания метчиком. Для изменения выбора шпинделя асинхронного нарезания метчиком необходимо ввести запрос на расчет. Запрещается изменять сигнал выбора шпинделя асинхронной нарезки метчиком в режиме асинхронной нарезки метчиком.
- (7) Возврат метчика  
Шпиндель возврата метчика выбирается при помощи сигнала выбора шпинделя (SWS).  
Следует выбрать шпиндель, для которого остановлено выполнение цикла нарезания метчиком, до того, как будет включен возврат метчика.  
Если возврат метчика выполняется при выборе другого шпинделя, выдается "M01 операционная ошибка 1032". Запрещается изменять сигнал выбора шпинделя во время возврата метчика.



#### Ограничения

- (1) Заданное вручную значение S команды является недействительным, если активно управление несколькими шпинделями II.
- (2) Параметр "#1199 Sselect" является недействительным, если активно управление несколькими шпинделями II.
- (3) G код переключения режимов шпиндельного управления не может быть использован, если активно управление несколькими шпинделями II. Выдается ошибка программирования (P34).
- (4) Команды "S1=\*\*\*\*" и "S2=\*\*\*\*" являются недействительными, если активно управление несколькими шпинделями II. Выдается ошибка программирования (P33).
- (5) Выходной сигнал переключения передачи шпинделя (GR1/GR2) не выводится, если активно управление несколькими шпинделями II.

## 11. Функции инструмента

## 11.1. Функции инструмента T (8-значные BCD)



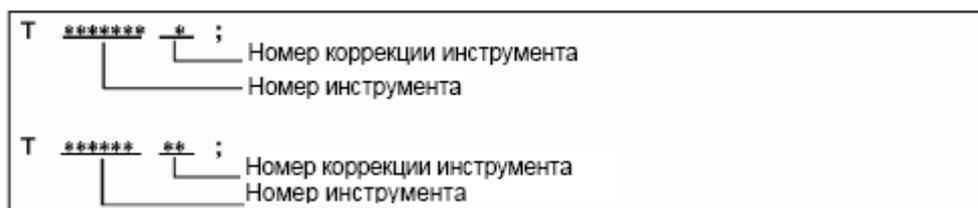
## Функция и назначение

Функции инструмента, также известные как T-функции, используются для задания номера инструмента и номера коррекции инструмента. Заданные значения имеют вид 8-значных чисел (0 - 99999999), следующих за адресом T. Данные команды используются с шестью или семью старшими разрядами, обозначающими номер инструмента, и одним или двумя младшими разрядами, обозначающими номер коррекции.

Варианты использования знаков определяются параметром "#1098 TLno.". Применение команд T будет различаться в зависимости от конкретного станка, поэтому следует обратиться к инструкции по эксплуатации производителя станка. Одно задание команды T может быть указано в одном кадре.



## Формат команды



Следует обратиться к инструкции производителя станка для установки соответствия между реальными инструментами и номерами инструмента, задаваемыми в программе. Выводятся BCD коды T-функции и стробирующие сигналы.

T-функции могут также задаваться одновременно с другими командами, однако, если они находятся в одном кадре с командами движения, существует две возможные последовательности выполнения данных команд. Параметрами станка определяется, какая последовательность будет выбрана.

- (a) Функция T выполняется после команды движения.
- (b) Функция T выполняется одновременно с командой движения.

Последовательность отработки и выполнения справедлива для всех команд T.

## 12. Функции смещения инструмента

## 12.1. Смещение инструмента



## Функция и назначение

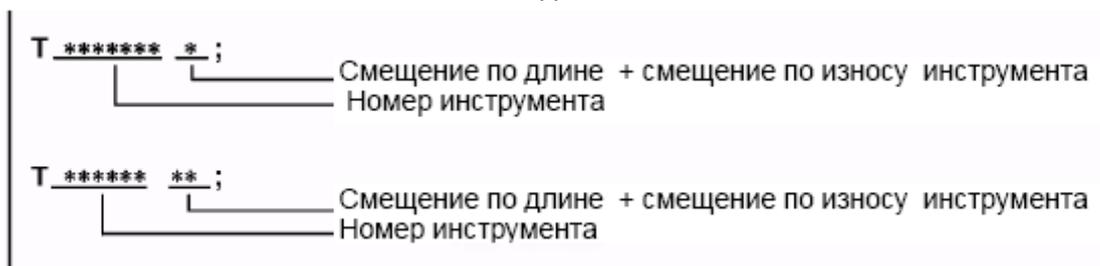
Смещение инструмента выполняется Т-функциями. Они сопровождаются 3-, 4- или 8-значным кодом. Существует два типа смещения инструмента: смещение по длине инструмента и смещение по износу вершины инструмента, соответственно, существует два вида задания: задание смещения по длине инструмента и задание смещения по износу инструмента задаются последними 1 или 2 цифрами команды Т, или смещение по износу инструмента задаётся последними 1 или 2 цифрами команды Т, а смещение по длине инструмента задаётся номером инструмента. Параметр "#1098 TLno" служит для переключения между видами задания. Параметр "#1097 T1digit" используется для выбора 1 или 2 последних цифр для задания смещений.

Одна группа команд Т может задаваться в одном кадре.

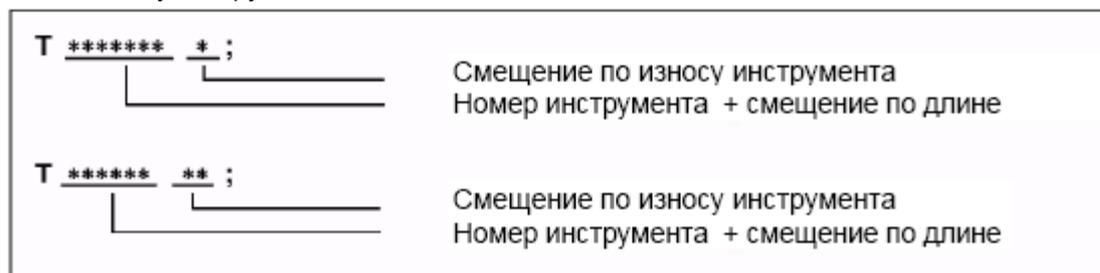


## Формат команды

- (1) При задании номера смещения по длине инструмента и по износу инструмента с использованием последних 1 или 2 цифр команды Т.



- (2) При разделении между номером смещения по длине инструмента и номером смещения по износу инструмента



Младшие две цифры номера инструмента являются номером коррекции по длине инструмента.

**(Примечание 1)** Для многоканальных систем

Существует возможность задания для каждого канала системы своих данных по инструментам и возможность использования всеми каналами общих данных инструментов. Это выбирается параметром (#1051 MemTol).

Параметр #1051 MemTol    0 : Данные инструментов для каждого канала свои  
                                  1 : Данные инструментов общие для всех каналов

Если данные инструментов являются общими для всех каналов, то величины смещений для всех каналов системы будут одинаковы при задании одного и того же номера смещения.

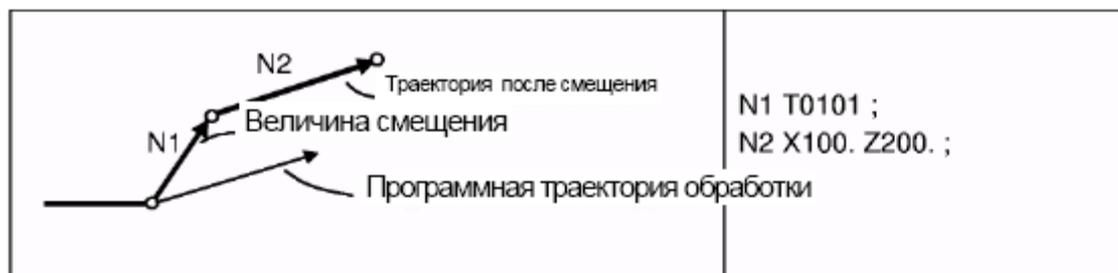
## 12.1.1. Выполнение смещения инструмента



## Детальное описание

Существуют два варианта выполнения смещения инструмента (выбирается параметром): выполнение смещения непосредственно при выполнении команды T и выполнение смещения в кадре, в котором задано перемещение (без выполнения смещения непосредственно при выполнении команды T).

## (1) Смещение при выполнении команды T



Смещение по длине инструмента и смещение по износу инструмента выполняются одновременно.

**(Примечание 1)** Движение, обрабатывающее смещение при выполнении команды T, является движением быстрого хода в модальном режиме G00 и движением с величиной подачи для других модальных режимов.

**(Примечание 2)** Движение, обрабатывающее смещение при выполнении команды T в модальном режиме круговой интерполяции, будет линейным.

**(Примечание 3)** Если команда T задана в одном и том же кадре с перечисленными ниже G-командами, обработка смещения при выполнении команды T не будет производиться, пока не будет дана любая G-команда не входящая в этот список.

G04 : Выдержка времени

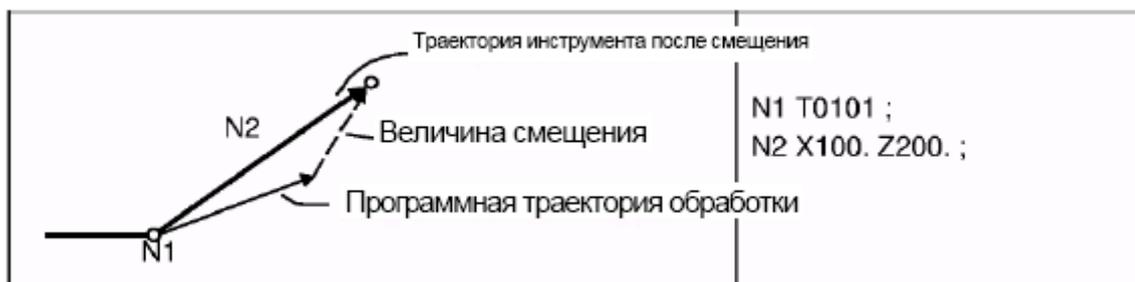
G10 : Программный ввод смещения инструмента/программный ввод параметров

G11 : Отмена режима программного ввода параметров

G65 : Простой вызов макрокоманды пользователя

G92 : Задание системы координат

## (2) Смещение при задании движения



Смещение по длине инструмента и смещение по износу инструмента выполняются одновременно.

**(Примечание 1)** Если смещение выполняется при перемещении по заданной круговой траектории, то смещение будет отработано, если его величина не превышает значение параметра "#1084 RadErr". Если задана большая величина, выводится ошибка программирования (P70). (То же происходит, если круговая интерполяция и команда T заданы в одном кадре и смещение обрабатывается при выполнении команды T.)

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.1. Функции смещения инструмента

#### 12.1.2. Расширенный метод выполнения смещения инструмента



##### Функция и назначение

Установкой параметра "#1100 Tmove" производится выбор: будет ли смещение выполняться при выполнении команды T или оно будет выполняться с наложением на команду движения. В дополнение к этим двум вариантам, данным параметром можно выбрать тип коррекции только уровня износа при выполнении команды T и коррекции длины инструмента с наложением на команду движения.



##### Детальное описание

Для выбора типа коррекции только уровня износа при выполнении команды T и для выбора коррекции длины инструмента с наложением на команду движения, следует задать значение 2 для "#1100 Tmove"

Если задано значение 2, смещение по длине будет соответствовать установке 1 (с наложением на команду движения), а смещение по износу будет соответствовать установке 0 (движение при задании команды T).

Выполнение смещения для каждой настройки "#1100 Tmove" приведено ниже.

При уровне смещения по длине: 7.000мм, уровне смещения по износу: 0.500мм

Пример программы обработки	Перемещения станка		
	#1100 Tmove = 0	#1100 Tmove = 1	#1100 Tmove = 2
G28 X. ;	0.000	0.000	0.000
G0 T116. ;	7.500	0.000	0.500
G0 X100. ;	107.500	107.500	107.500
:			

**(Примечание 1)** Если следующие G команды заданы в одном кадре с командой T, коррекция по износу не будет выполняться в данном кадре: G04, G10, G11, G65, G92. Уровень износа будет скорректирован только в кадре, в котором заданы другие G функции. (Все оси)

**(Примечание 2)** После временной отмены смещения, величина смещения будет восстановлена для каждой оси, для которой задано движение. Задание движения необходимо выполнять в соответствии с установкой параметра "#1101 Tabsmv" как для смещения по длине, так и для смещения по износу.  
G - команды временной отмены: G28, G30, G53

**(1) Касается параметра "#1101 Tabsmv" (наложение смещения инструмента при абсолютном задании)**

Если для "#1100 Tmove" задано значение 2, операция смещения будет соответствовать установке "#1101 Tabsmv".

## (2) Параметры

#	Элемент	Подробное описание	Диапазон настройки
1100	Tmove	<p>Определение момента выполнения смещения по длине инструмента и смещения по износу.</p> <p>0 : Коррекция при выполнении команды T.</p> <p>1 : Коррекция с наложением на команду движения в кадре, в котором обнаружена команда T. Если в том же кадре отсутствует команда движения, коррекция будет выполнена с наложением на команду движения в последующем кадре с перемещением.</p> <p>2: Коррекция износа при выполнении команды T. Коррекция по длине с наложением на команду движения в том же кадре. Если в том же кадре отсутствует команда движения, коррекция будет выполнена с наложением на команду движения в последующем кадре с перемещением.</p>	0 - 2
1101	Tbsmv	<p>Задание типа задания перемещения для #1100 Tmove значений 1 или 2.</p> <p>0 : Коррекция независимо от типа задания перемещения.</p> <p>1 : Коррекция только при задании абсолютного перемещения.</p>	0,1

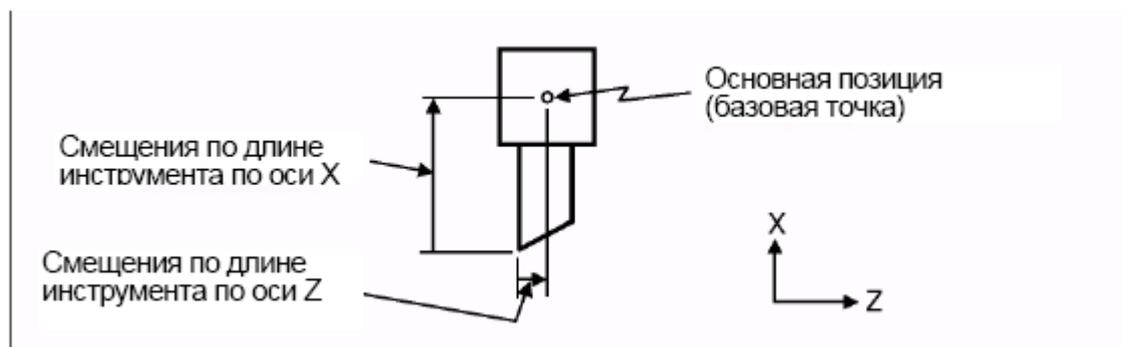
#### 12.2. Смещение по длине инструмента



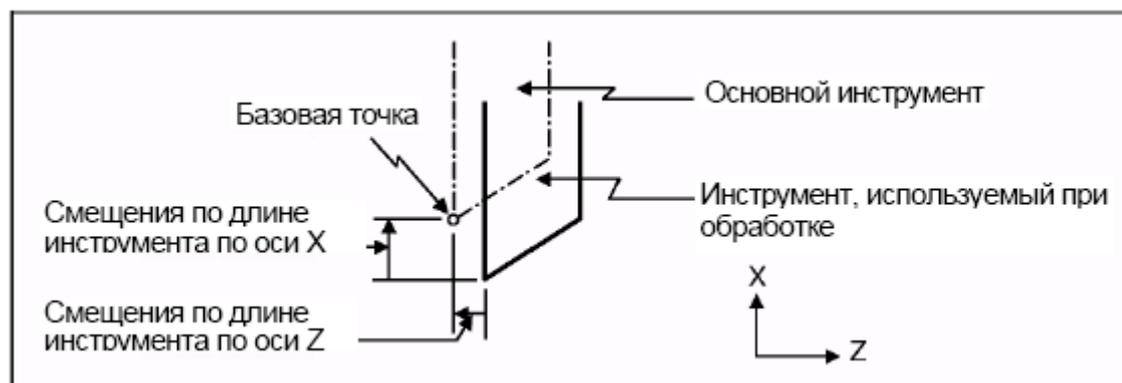
##### Определение величины смещения по длине инструмента

Данная функция производит смещение по длине инструмента относительно запрограммированной базовой позиции. В качестве данной позиции, как правило, задается позиция центра револьверной головки либо позиция вершины основного инструмента.

##### (1) Позиция центра револьверной головки



##### (2) Позиция вершины основного инструмента



##### Изменение номера коррекции по длине инструмента

При изменении номера инструмента, смещение по длине инструмента, соответствующее новому номеру инструмента, добавляется к значениям перемещения, заданным в программе обработки.



В данном примере длина инструмента изменяется при изменении номера инструмента, и смещение происходит в кадре с командой перемещения.



## Отмена смещения по длине инструмента

## (1) Если задано значение 0 в качестве номера коррекции

Смещение отменяется, если командой T в качестве номера коррекции по длине инструмента задано значение 0.

<p>Траектория смещения инструмента</p> <p>Величина смещения</p> <p>Программная траектория обработки</p>	<pre>N1 X10.0 Z10.0 F10 ; N2 T0000 ; N3 G1 X10.0 Z20.0 ;</pre> <p>В данном случае, смещение выполняется в кадре с командой движения.</p>
---	--

## (2) Если задан уровень смещения 0

Смещение отменяется, если командой T задан номер корректора с величиной смещения по длине равной 0.

<p>Траектория смещения инструмента</p> <p>Величина смещения</p> <p>Программная траектория обработки</p>	<pre>N1 G1 X10.0 Z10.0 F10 ; N2 T0100 ; N3 G1 X10.0 Z20.0 ;</pre> <p>В данном случае, смещение производится в кадре с командой движения.</p>
---	--

**(Примечание 1)** Если заданы команды G28, G29 или G30, происходит временная отмена смещения, инструмент перемещается в позицию, соответствующую нулевому смещению. Величина смещения сохраняется в памяти системы. Это значит, что при следующей команде движения инструмент переместится в позицию, соответствующую восстановленному смещению.

**(Примечание 2)** При задании команд G28, G29 или G30 в одном кадре с командой отмены смещения инструмент перемещается в позицию, соответствующую нулевому смещению, однако, величина смещения сохраняется в памяти системы. Это значит, что значение координат может отображаться с учетом смещения. Задавайте эти команды в разных кадрах, чтобы значение смещения не сохранялось в памяти.

**(Примечание 3)** Если, например, в MDI будет выбран корректор и величина смещения в нем будет изменена во время автоматического режима, новая величина не будет приниматься во внимание до тех пор, пока не будет снова выполнена T-команда с тем же номером корректора.

**(Примечание 4)** Смещения по длине инструмента и смещения по износу инструмента сбрасываются при сбросе системы и при активизации аварийного стопа. Они могут быть сохранены при определенной установке параметра "#1099 Treset".

## 12.3. Смещение по износу инструмента



## Задание смещения по износу инструмента

Износ, которому подвергается используемый инструмент, может быть скорректирован.



## Отмена смещения по износу инструмента

Смещение по износу инструмента отменяется, если задать нулевой номер смещения (коррекции).



**(Примечание 1)** Если заданы команды G28, G29 или G30, происходит временная отмена смещения, инструмент перемещается в позицию, соответствующую нулевому смещению. Величина смещения сохраняется в памяти системы. Это значит, что при следующей команде движения инструмент переместится в позицию, соответствующую восстановленному смещению.

**(Примечание 2)** При задании команд G28, G29 или G30 в одном кадре с командой отмены смещения инструмент перемещается в позицию, соответствующую нулевому смещению, однако, величина смещения сохраняется в памяти системы. Это значит, что значение координат может отображаться с учетом смещения. Задавайте эти команды в разных кадрах, чтобы значение смещения не сохранялось в памяти.

**(Примечание 3)** Если, например, в MDI будет выбран корректор и величина смещения в нем будет изменена во время автоматического режима, новая величина не будет приниматься во внимание до тех пор, пока не будет снова выполнена T-команда с тем же номером корректора.

**(Примечание 4)** Смещения по длине инструмента и смещения по износу инструмента сбрасываются при сбросе системы и при активизации аварийного стопа. Они могут быть сохранены при определенной установке параметра "#1099 Treset".

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

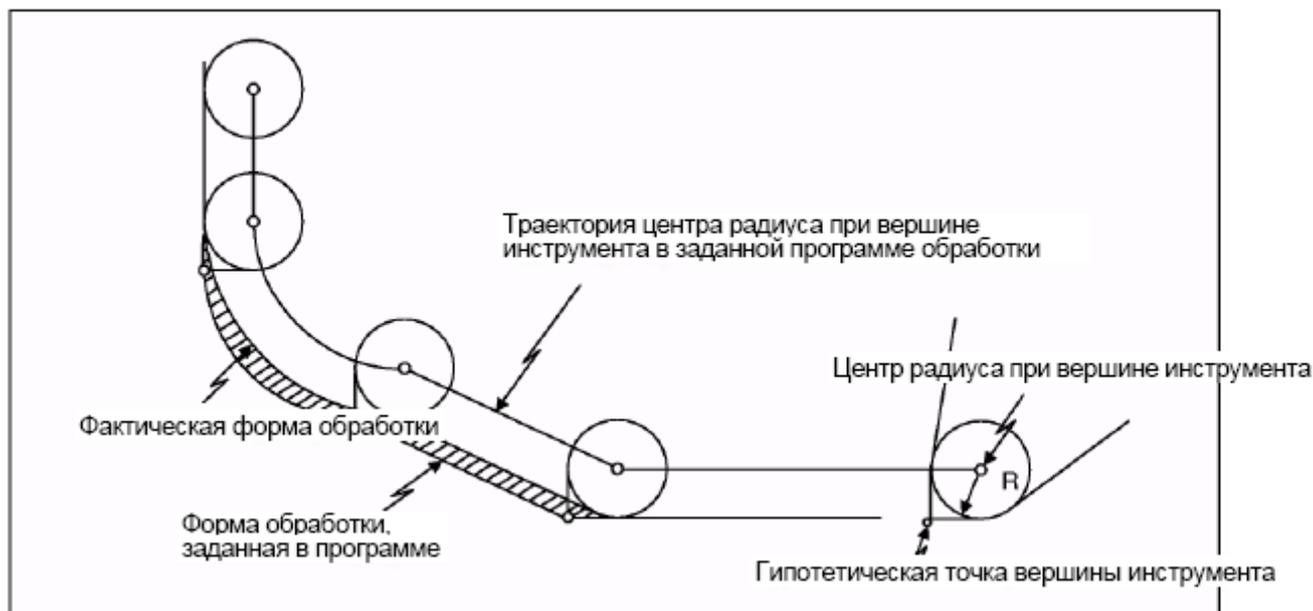
#### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента; G40, G41, G42, G46



##### Функция и назначение

При программировании используется гипотетическая точка вершины инструмента, но вершина инструмента, как правило, закругляется. В этом случае, расхождение между запрограммированным и полученным контуром, вызванное закруглением вершины инструмента, будет увеличиваться при конической или круговой обработке. Функция коррекции радиуса при вершине инструмента предназначена для автоматического расчета и компенсации контурной ошибки.

Команды позволяют задавать направление смещения либо определять его автоматически.



##### Функции и формат команды

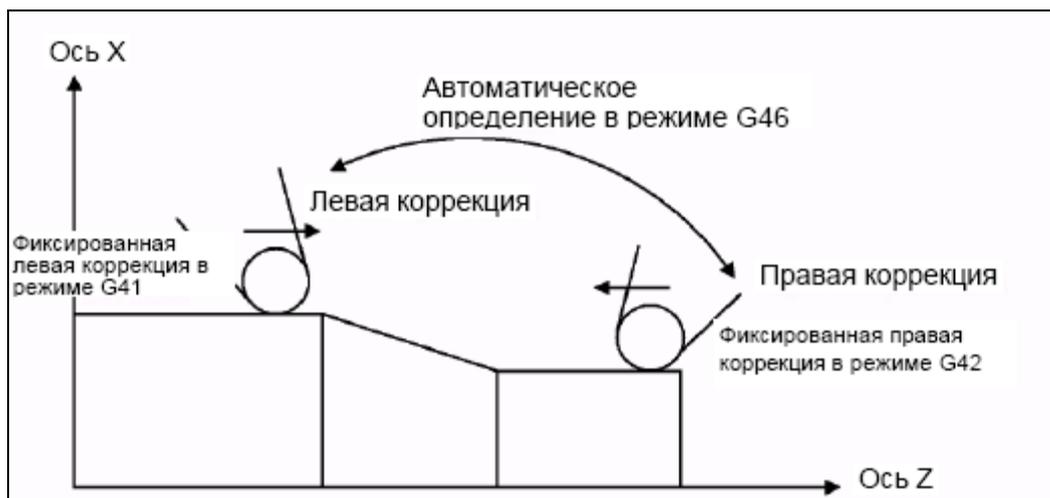
Код	Функция	Формат команды
G40	Отмена режима коррекции на радиус вершины инструмента	G40 (Xx/Uu Zz/Ww li Kk) ;
G41	Режим левой коррекции на радиус вершины инструмента	G41 (Xx/Uu Zz/Ww) ;
G42	Режим правой коррекции на радиус вершины инструмента	G42 (Xx/Uu Zz/Ww) ;
G46	Режим автоматического определения направления коррекции на радиус вершины инструмента включен	G46 (Xx/Uu Zz/Ww) ;

**(Примечание 1)** Используя заданную в программе обработки траекторию гипотетической точки вершины инструмента, функция коррекции радиуса вершины инструмента G46 автоматически определяет направление компенсации и выполняет коррекцию радиуса вершины инструмента.

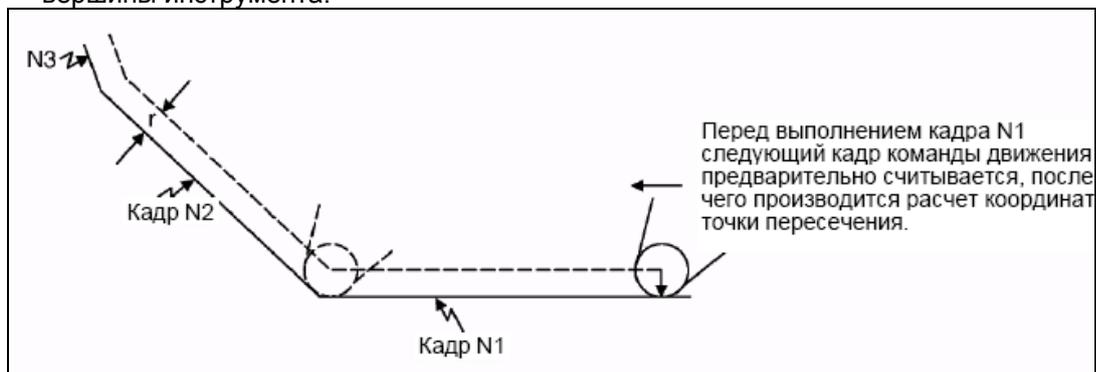
**(Примечание 2)** G40 служит для отмены режима коррекции радиуса вершины инструмента.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



**(Примечание 3)** Функция коррекции производит предварительное считывание двух последующих кадров с перемещениями (максимум 5 кадров если перемещение отсутствует) и управляет траекторией центра радиуса при вершине инструмента, рассчитывая точки пересечения (излома), так что смещение от запрограммированной траектории происходит на значение, эквивалентное радиусу вершины инструмента.



**(Примечание 4)** На приведенном выше рисунке "r" является величиной коррекции на радиус вершины инструмента (радиус при вершине инструмента).

**(Примечание 5)** Величина коррекции на радиус вершины привязывается к номеру коррекции инструмента и предварительно задается вместе с другими данными.

**(Примечание 6)** Если из 5 последовательных кадров в 4 и более кадрах отсутствует задание движения, в результате может получиться недорезанная или перерезанная деталь.

Кадры, в которых действует функция опционального пропуска кадра, игнорируются.

**(Примечание 7)** Коррекция на радиус вершины инструмента действует также для постоянных циклов (G77 ~ G79) и циклов предварительной обработки (G70, G71, G72, G73).

Тем не менее в циклах предварительной обработки окончательный контур с применением коррекции на радиус вершины инструмента будет обрабатываться с отменой коррекции, а после завершения обработки будет осуществлен автоматический возврат в режим коррекции.

**(Примечание 8)** Команды нарезания резьбы приводят к временной отмене коррекции за один кадр до начала выполнения команд.

**(Примечание 9)** Функция коррекции на радиус вершины инструмента (G41 или G42) может задаваться во время действия функции G46. Нет необходимости применять команду отмены коррекции G40.

**(Примечание 10)** Плоскость коррекции, оси и вектор направления движения соответствуют команде выбора плоскости, задаваемой при помощи G17, G18, G19.

G17	X-Y плоскость X, Y, I, J
G18	Z-X плоскость Z, X, K, I
G19	Y-Z плоскость Y, Z, J, K

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.1. Вершина инструмента и направления коррекции

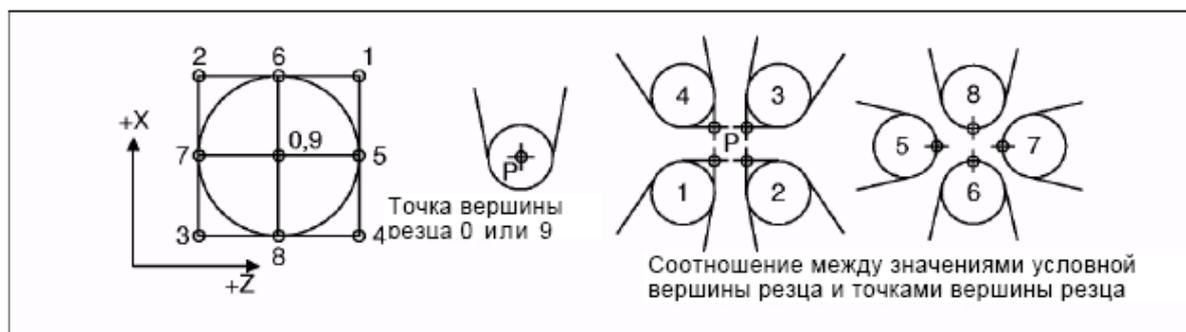


##### Вершина инструмента

Так как, как правило, вершина резца закруглена, запрограммированная позиция вершины резца совмещается с точкой Р, показанной в примерах на рисунках ниже.

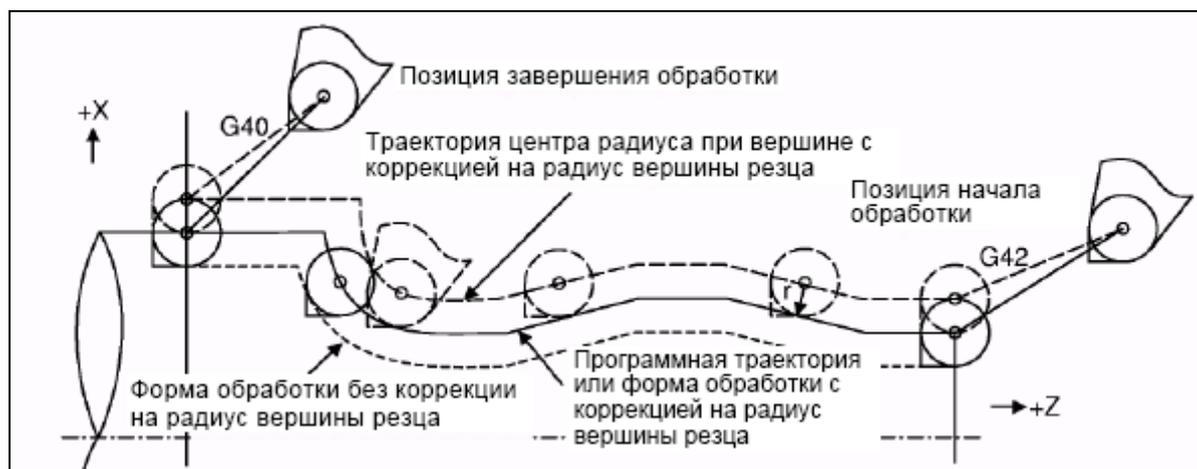
Для коррекции на радиус вершины резца, из показанных на рисунках ниже позиционных расположений инструмента, выбирается нужная позиция и задается для каждого номера корректора.

(Выбор из точек с 1 по 8 в режиме G46 и с 0 по 9 в режиме G41/G42.)



##### Точка вершины инструмента и выполнение коррекции

(1) Если центр радиуса при вершине совмещен с позицией начала обработки



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

(2) Если вершина инструмента совмещена с позицией начала обработки



#### Направления коррекции

- (1) Направление коррекции команд G41/G42 определяется командами G41/G42. Направление в команде G46 определяется автоматически в соответствии со следующей таблицей, исходя из соотношения точек вершин инструмента и заданных векторов движения.
- (2) Если начато выполнение коррекции на радиус вершины инструмента, а исходный вектор движения (включая G0) соответствует отметке "x" в таблице, направление коррекции не может быть определено, поэтому оно определяется следующим вектором движения. Если направление не может быть определено после 5 предварительно считанных кадров, выдается ошибка программирования (P156).
- (3) Если предпринята попытка изменить направление коррекции во время выполнения коррекции на радиус вершины инструмента, выдается ошибка программирования (P157), за исключением тех случаев, когда изменение направления производится в кадре G00. Если направления различаются до и после кадров G28, G30 или G53, ошибка не будет возникать, так как происходит временная отмена коррекции. При использовании параметра (#8106 G46 reverse axis error evade), перемещение инструмента также будет возможно без возникновения ошибки и с сохранением текущего направления коррекции.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

- (4) Если направление коррекции в режиме коррекции на радиус вершины инструмента совпадает с отметкой "х" в приведенной ниже таблице, направление соответствует предыдущему направлению коррекции.

Определение направления коррекции по векторам перемещения и положению вершины инструмента в команде G46

Направление коррекции вершины резца		Точки вершины резца								
Вектор движения (точки вершины резца 1 - 4)		Правое	Правое	Левое	Левое	X	Правое	X	Левое	
		X	Правое	X	Левое	Левое	Правое	Правое	Левое	
		Левое	Правое	Правое	Левое	Левое	X	Правое	X	
		Левое	X	Правое	X	Левое	Левое	Правое	Правое	
		Левое	Левое	Правое	Правое	X	Левое	X	Правое	
		X	Левое	X	Правое	Правое	Левое	Левое	Правое	
		Правое	Левое	Левое	Правое	Правое	X	Левое	X	
		Правое	X	Левое	X	Правое	Правое	Левое	Левое	
										Вектор движения (точки вершины резца 5 - 8)

**(Примечание 1)** Значение "х" в таблице указывает на то, что направление коррекции не определено вектором движения (точками вершины резца).

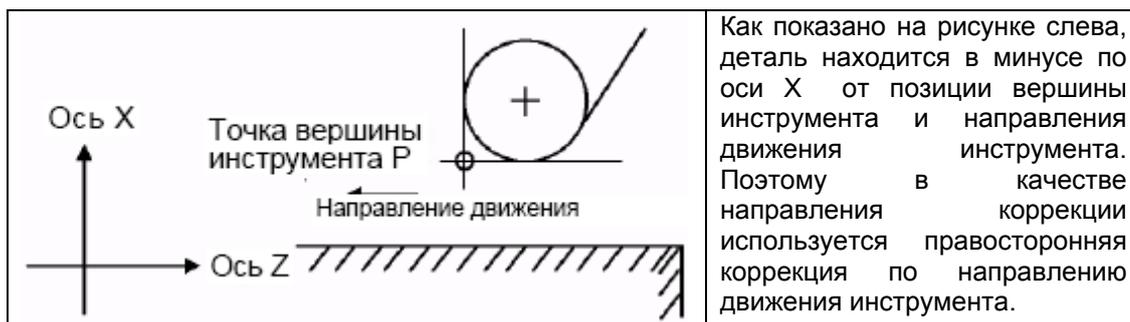
**(Примечание 2)** Отметка "" обозначает вектор движения в направлении под углом 45°. (Она также является основанием для определения остальных векторов движения.)

**(Примечание 3)** Отметка "" обозначает вектор движения в диапазоне от 45° и до 135°. (Она также является основанием для определения остальных векторов движения.)

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

(Пример) С точкой вершины инструмента  $Z$ , вектором движения по оси  $Z$  в направлении  $(-)$  (с вектором движения  $\leftarrow$ )



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.2. Действие коррекции радиуса при вершине инструмента



#### Режим отмены коррекции на радиус вершины инструмента

Режим отмены коррекции на радиус вершины инструмента активируется в следующих случаях:

- (1) После включения питания системы
- (2) После нажатия кнопки сброса на панели оператора
- (3) После выполнения команды M02 или M30 с функцией сброса
- (4) После выполнения команды отмены коррекции (G40)
- (5) После выбора нулевого номера инструмента (выполнена команда T00)

Векторы смещения равны нулю в режиме отмены коррекции, а траектория вершины инструмента совпадает с программной траекторией.

Выполнение программ, учитывающих коррекции на радиус вершины инструмента, должно быть прервано в режиме отмены коррекции.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



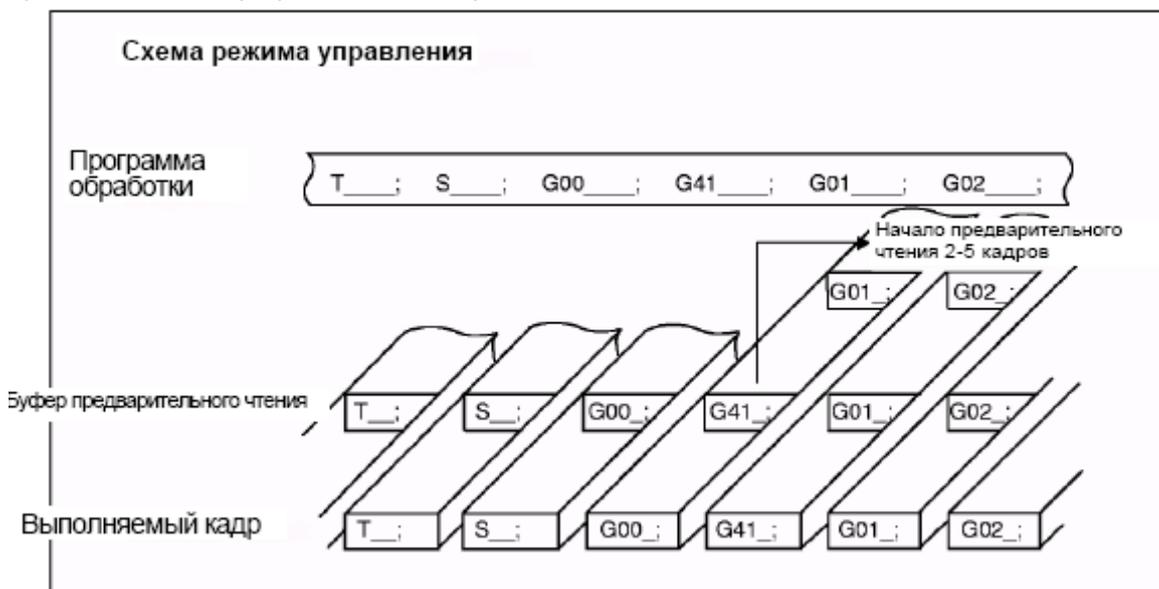
#### Начало выполнения коррекции на радиус вершины инструмента

Выполнение коррекции на радиус вершины инструмента начинается, если предварительно выполнены следующие условия в режиме отмены коррекции.

- (1) Задана команда G41, G42 или G46.
- (2) Задана любая команда перемещения, за исключением команды круговой интерполяции.

Коррекция выполняется после того, как были считаны от 2 до 5 кадров для расчета точки пересечения независимо от режима покадрового выполнения программы. (Два кадра считываются, если в них задана команда движения, максимум 5 кадров, если данная команда отсутствует.)

В режиме коррекции происходит предварительное считывание до 5 кадров, после чего производится их арифметическая обработка.



Существует два варианта начала операции коррекции: тип А и тип В.

Вариант выбирается через параметр "#1229 set01/bit2".

Этот тип, как правило, используется с типом отмены коррекции.

Тип А	При задании команд начала и отмены режима коррекции радиуса вершины инструмента их кадры не учитываются при расчете пересечений, эти кадры рассматриваются как векторы смещений в вертикальном направлении от этих команд
Тип В	При задании команд начала и отмены режима коррекции радиуса вершины инструмента операция расчета пересечений выполняется для текущего и следующего кадров

На рисунках приведенных ниже "S" обозначает точку межкадровых остановов.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

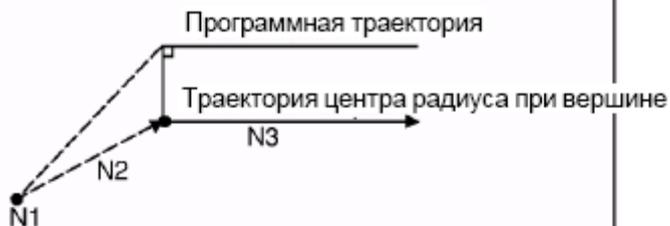


#### Начало выполнения коррекции на радиус вершины инструмента

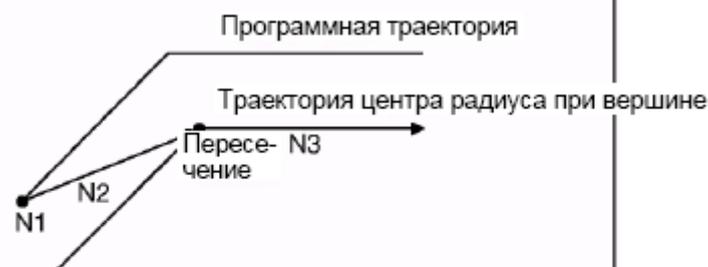
При задании только команды G41, G42 или G46 резец не перемещается более, чем на величину коррекции на радиус вершины инструмента. Коррекция на радиус вершины инструмента не начинается при задании G00. Активация коррекции на радиус вершины инструмента происходит по командам G01, G02 или G03. Следует учитывать, что даже при наличии команды оси коррекция на радиус вершины инструмента не будет активирована, пока не поступит команда на перемещение.

(1) Если команда G41/G42/G46 задана для внутреннего угла

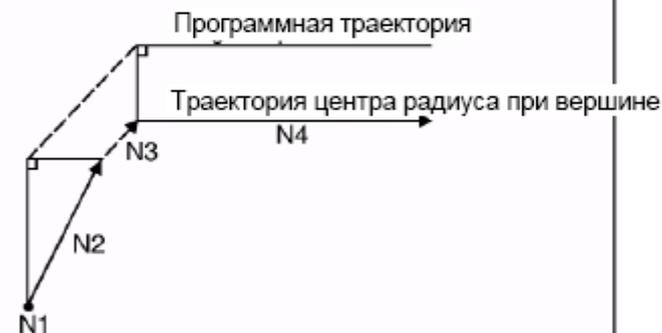
```
⌋  
N1 G42 ;  
N2 G00 X_Z_ ;  
N3 G01 X_Z_F_ ;  
⌋
```



```
⌋  
N1 G42 ;  
N2 G01 X_Z_F_ ;  
N3 G01 X_Z_ ;  
⌋
```



```
⌋  
N1 G42 ;  
N2 G01 X_Z_F_ ;  
N3 G00 X_Z_ ;  
N4 G01 X_Z_ ;  
⌋
```



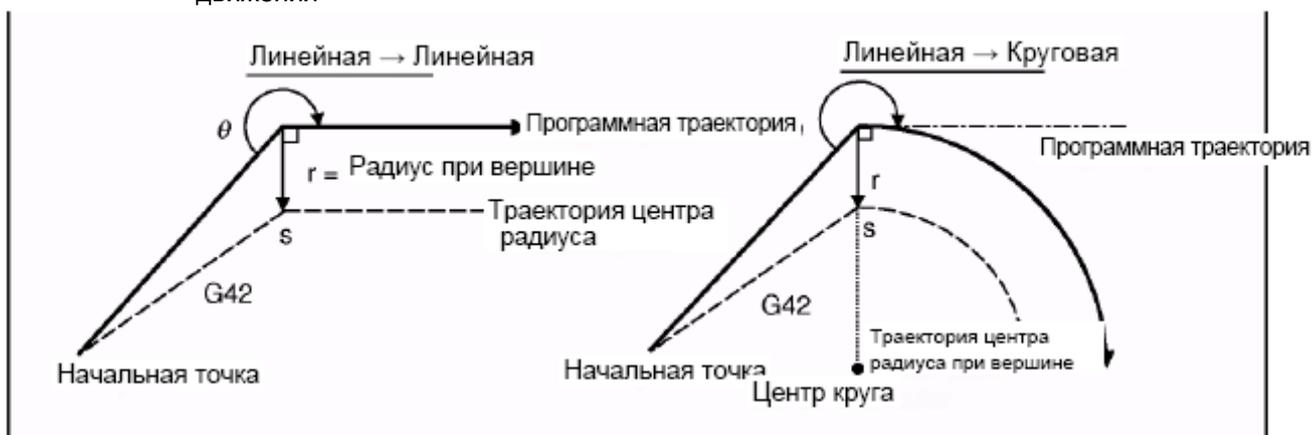
```
⌋  
N1 G42 ;  
N2 G00 X_Z_ ;  
N3 G00 X_Z_ ;  
N4 G01 X_Z_F_ ;  
⌋
```



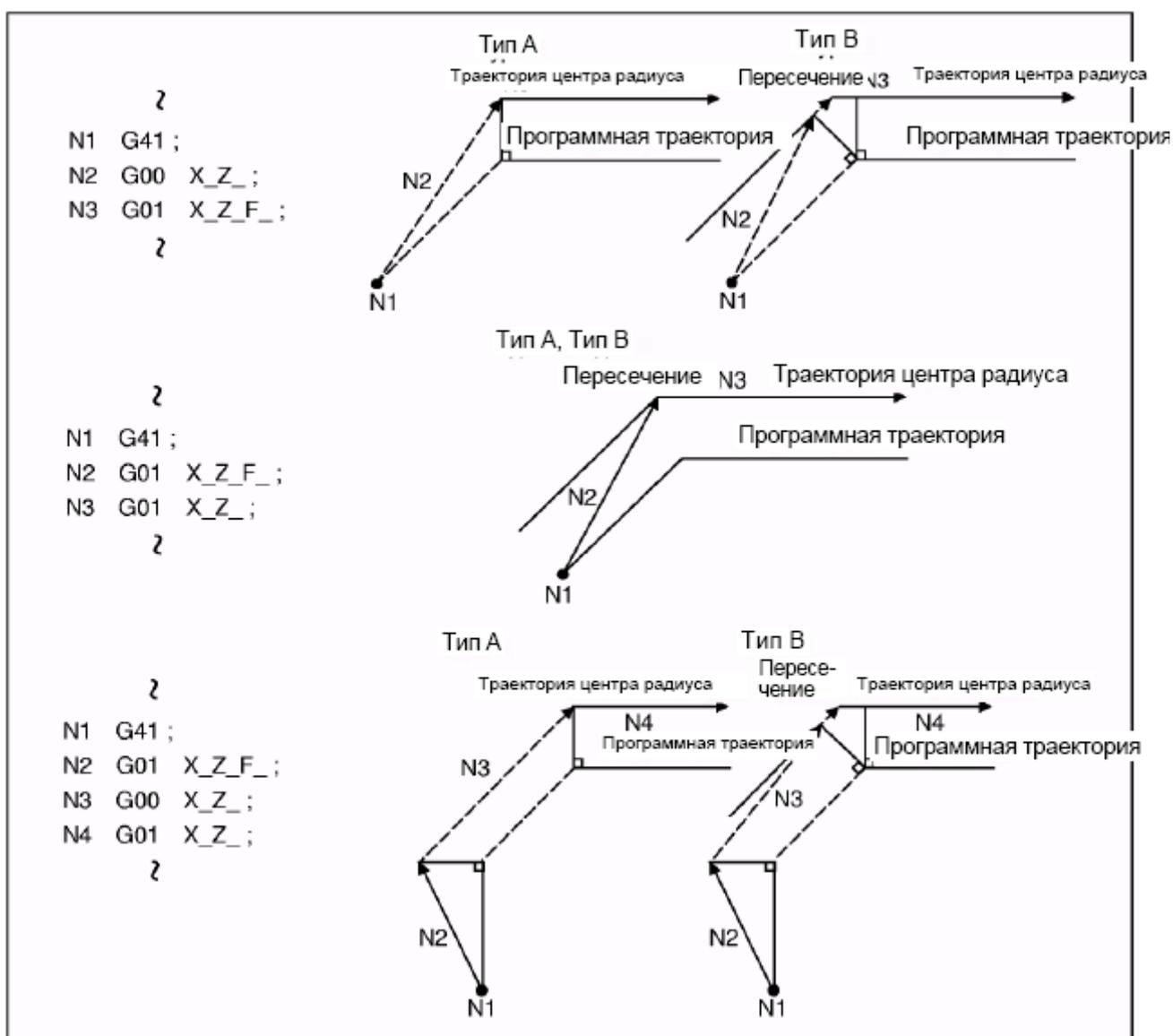
## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

- (2) Если команда G41/G42/G46 задана для внутреннего угла в том же кадре, что и команда движения

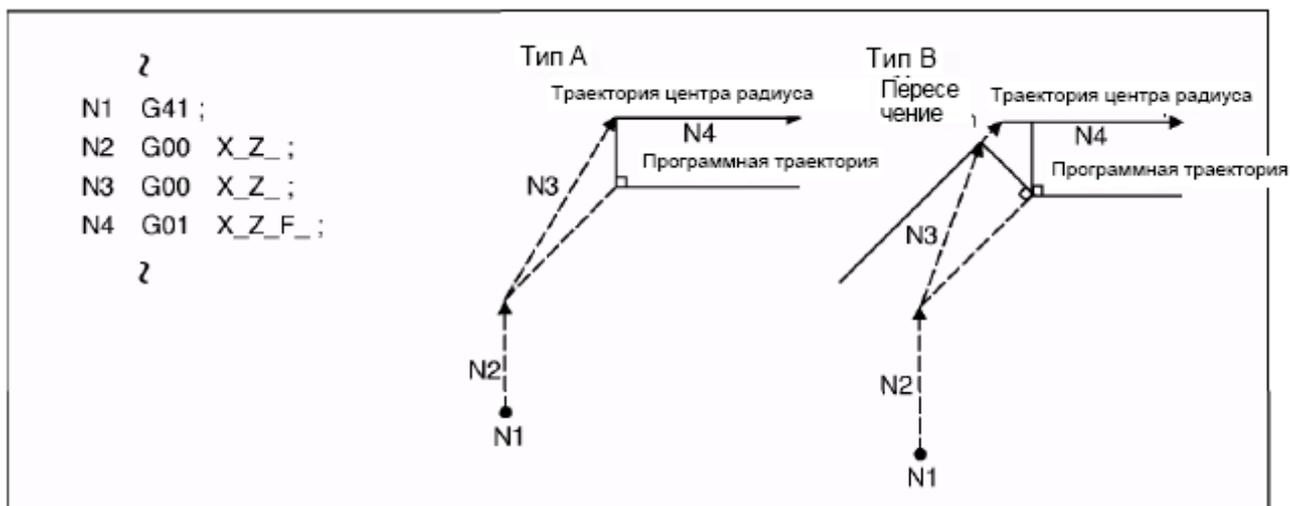


- (3) Если команда G41/G42/G46 задана для наружного угла (тупой угол)

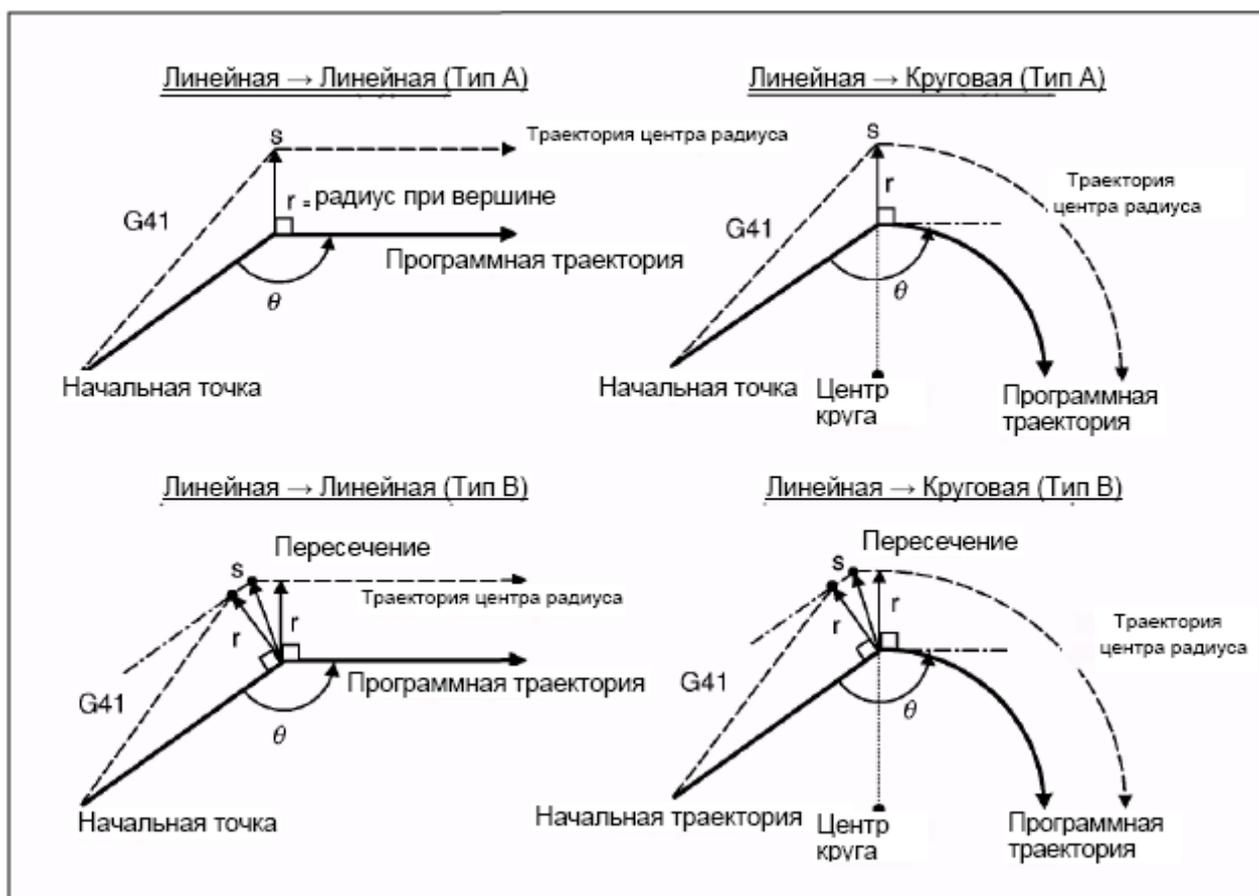


## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



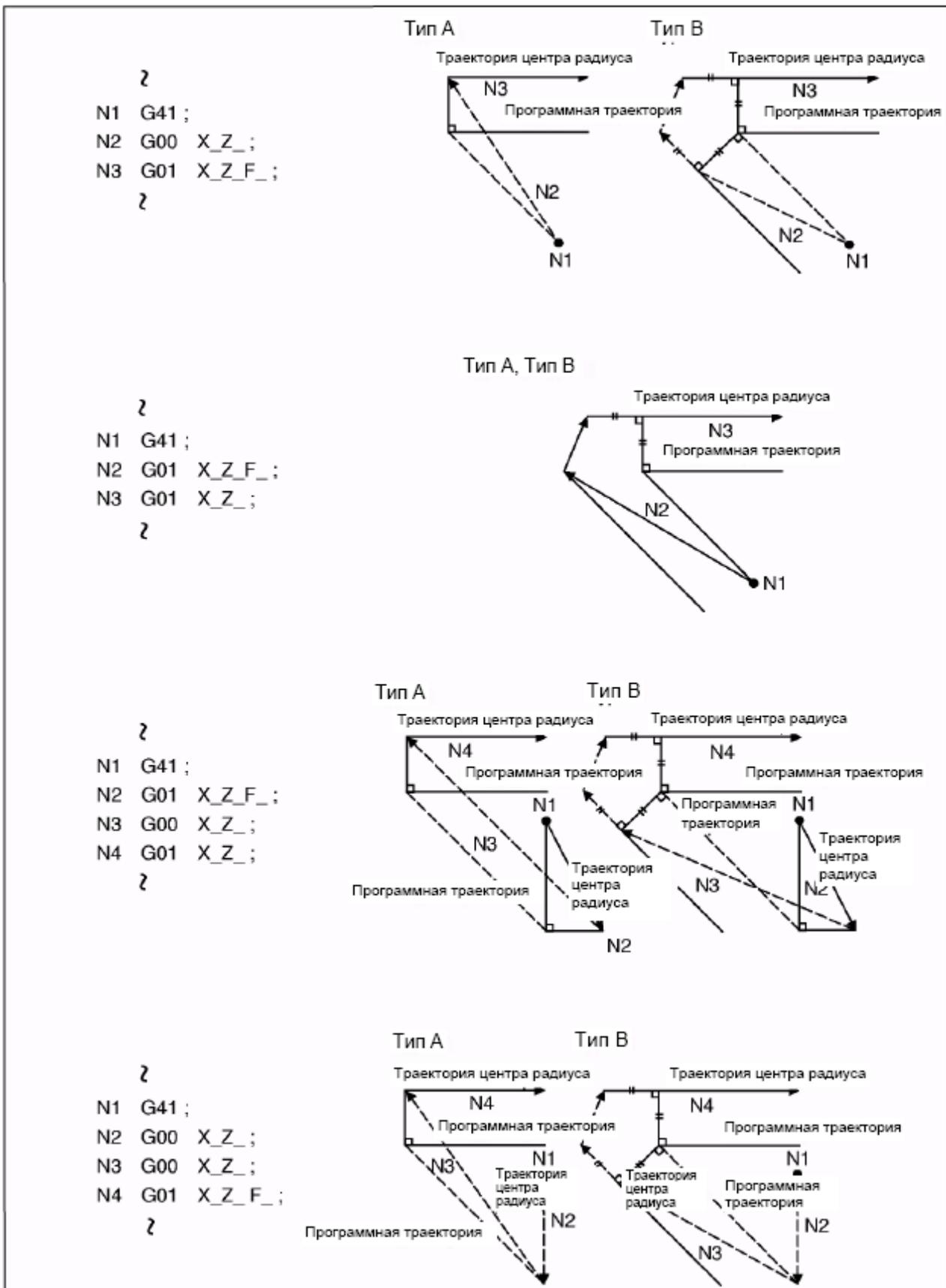
(4) Если команда G41/G42/G46 задана для наружного угла (тупой угол) в одном кадре с командой движения  $[90^\circ < \theta < 180^\circ]$



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

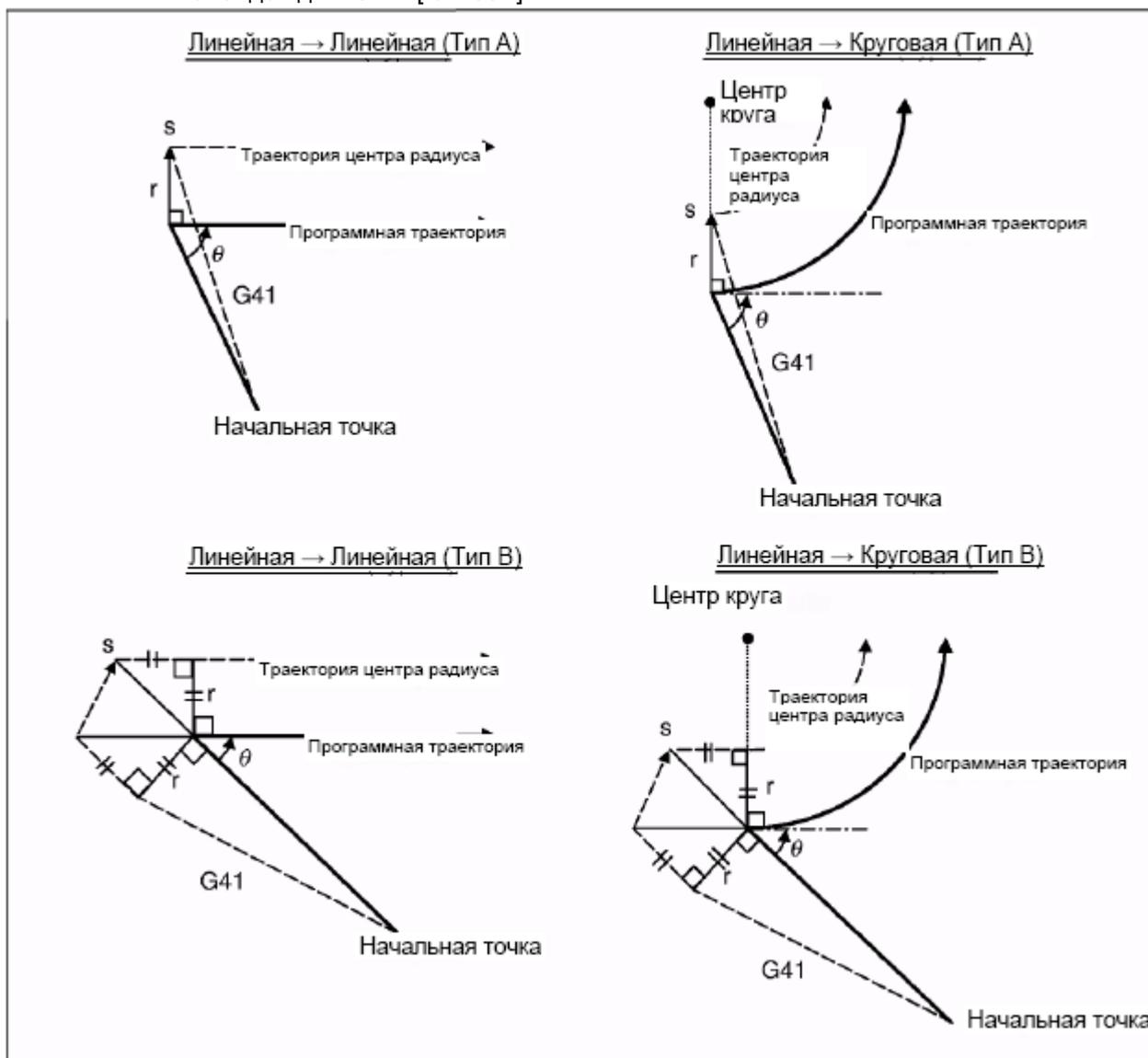
(5) Если команда G41/G42/G46 задана для наружного угла (острый угол)



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

- (6) Если команда G41/G42/G46 задана для наружного угла (острый угол) в одном кадре с командой движения [  $\theta < 90^\circ$  ]



**(Примечание 1)** Если команда движения оси отсутствует в том же кадре, коррекция производится перпендикулярно к направлению движения следующего кадра.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



#### Действия в режиме коррекции

Траектория центра инструмента определяется и корректируется исходя из того, какая траектория (линейная или круговая) заданна в программе (G00, G01, G02, G03).

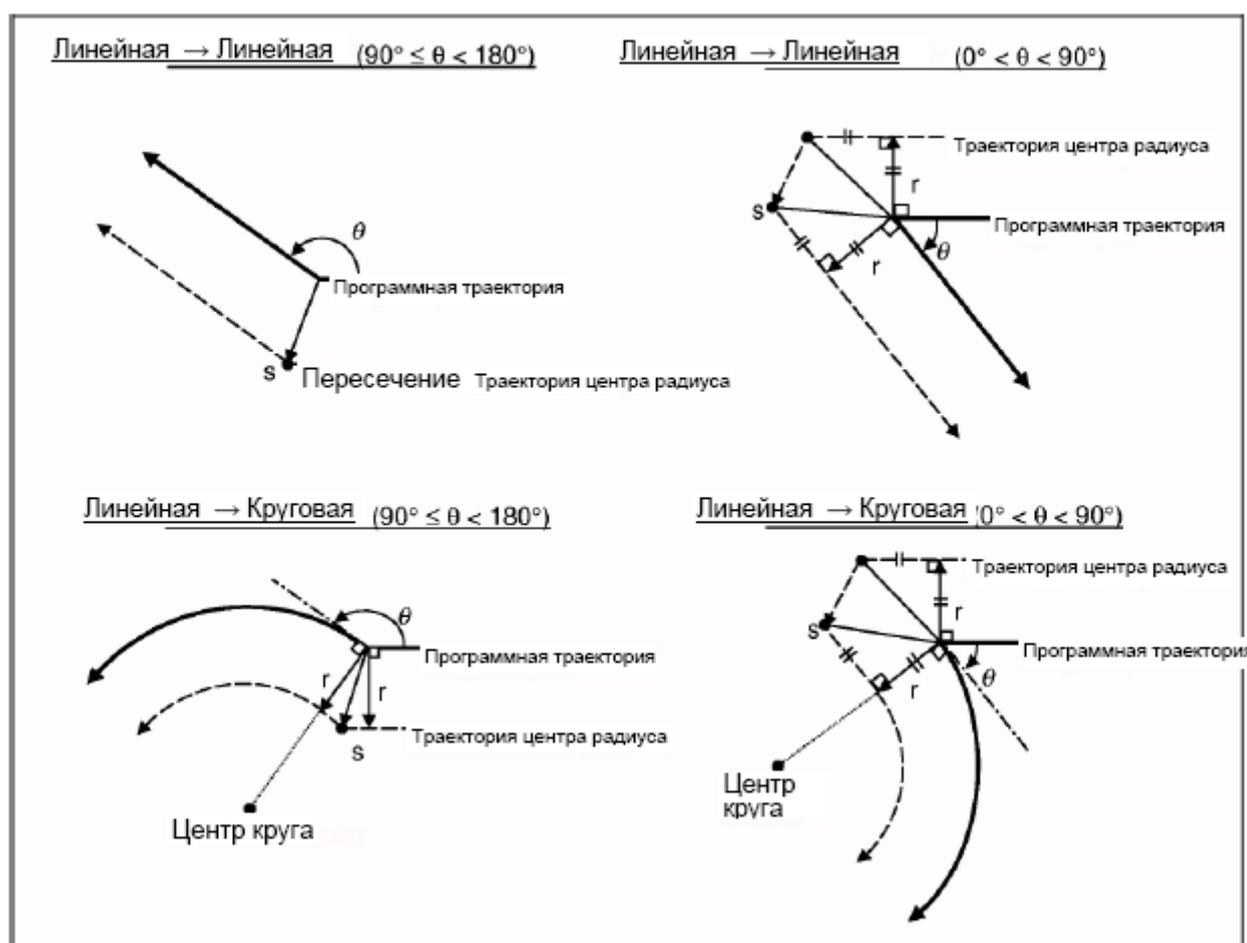
Коррекция действительна как для команд позиционирования, так и для команд интерполяции (круговой и линейной).

Если в режиме уже работающей коррекции на радиус вершины инструмента (G41, G42, G46) задана та же самая команда коррекции (G41, G42, G46), эта новая команда будет проигнорирована.

Если в режиме коррекции последовательно заданы 4 или более кадров, в которых отсутствуют команды движения, то в результате может получиться недорезанная или перерезанная деталь.

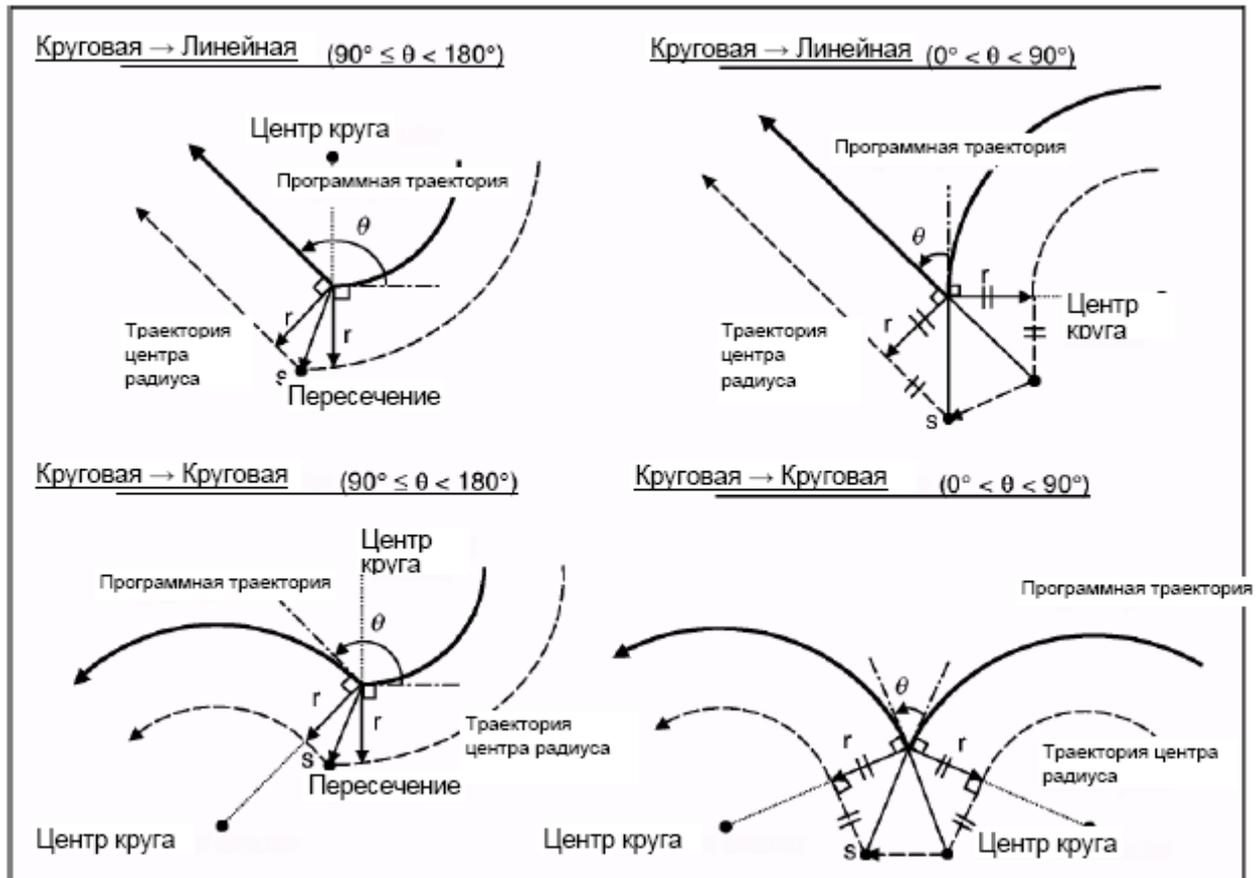
Если команда M00 задана в режиме коррекции на радиус вершины инструмента, предварительное считывание кадров будет запрещено.

(1) Обработка наружного угла



## 12. Функции смещения инструмента

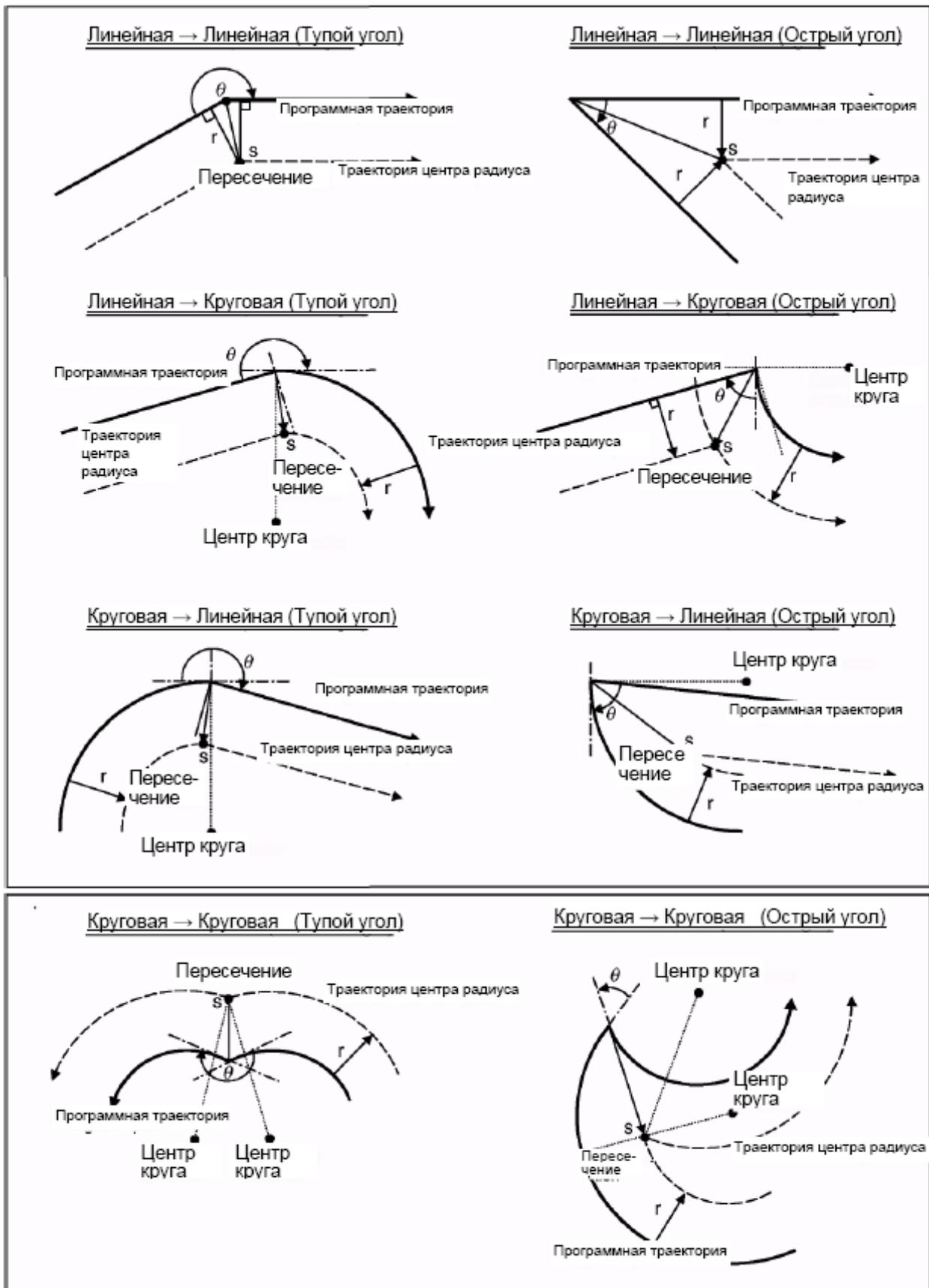
### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

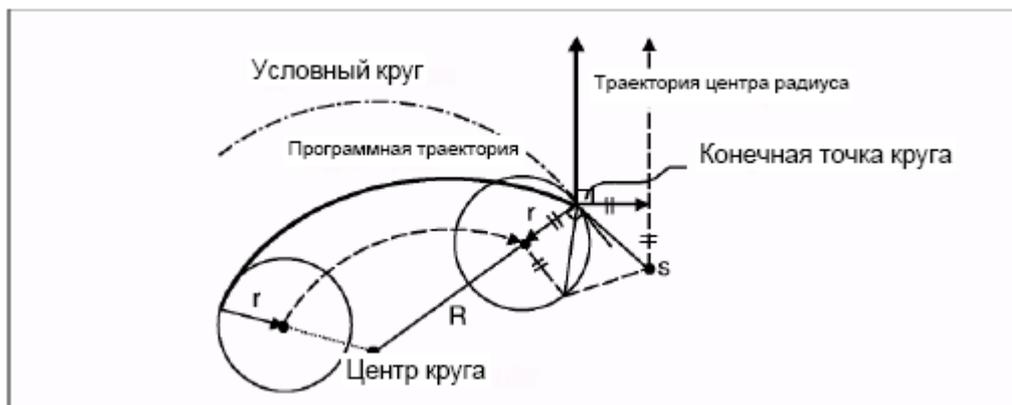
(2) Обработка внутренней стенки



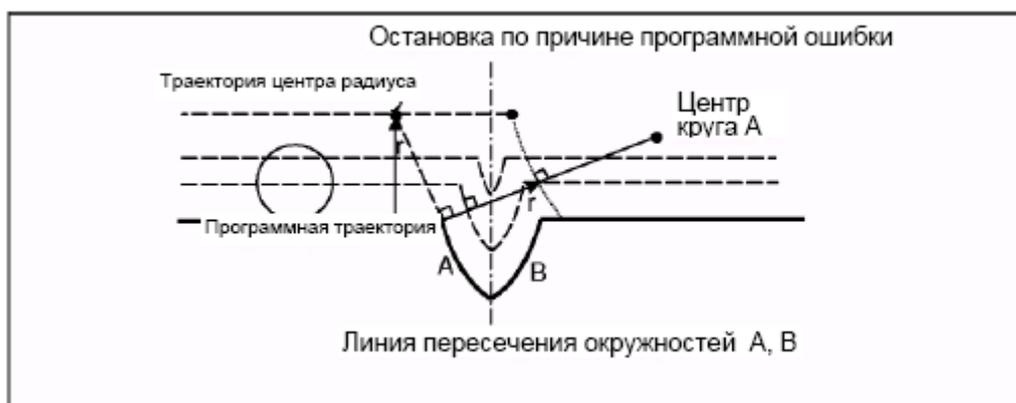
## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

- (3) Если конечная точка дуги расположена не на окружности  
Если ошибка, возникающая после коррекции, находится в пределах значений параметра (#1084 RadErr), зона от начальной точки дуги до конечной точки интерполируется как спиральная дуга.



- (4) Если внутренняя точка пересечения не существует  
В некоторых случаях, например в показанном на рисунке примере, точка пересечения окружностей A и B может исчезнуть из-за величины смещения. В таких случаях выводится ошибка программирования (P152), после чего резец останавливается в конечной точке предыдущего кадра.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



#### Отмена коррекции радиуса при вершине инструмента

При выполнении любого из нижеследующих условий произойдет отмена режима коррекции радиуса при вершине инструмента. Но отмена не должна задаваться при выполнении круговой интерполяции.

Если отмена коррекции производится при выполнении кругового перемещения, выводится ошибка программирования (P151).

- (1) Задана команда G40.
- (2) Выбран нулевой номер инструмента (выполнена команда T00).

Режим отмены коррекции активируется после считывания команды отмены, предварительное считывание пяти кадров останавливается и задается обычный режим предварительного считывания по одному кадру.



#### Действие отмены коррекции радиуса при вершине инструмента

Задание команды отмены коррекции на радиус вершины инструмента приводит к следующим результатам.

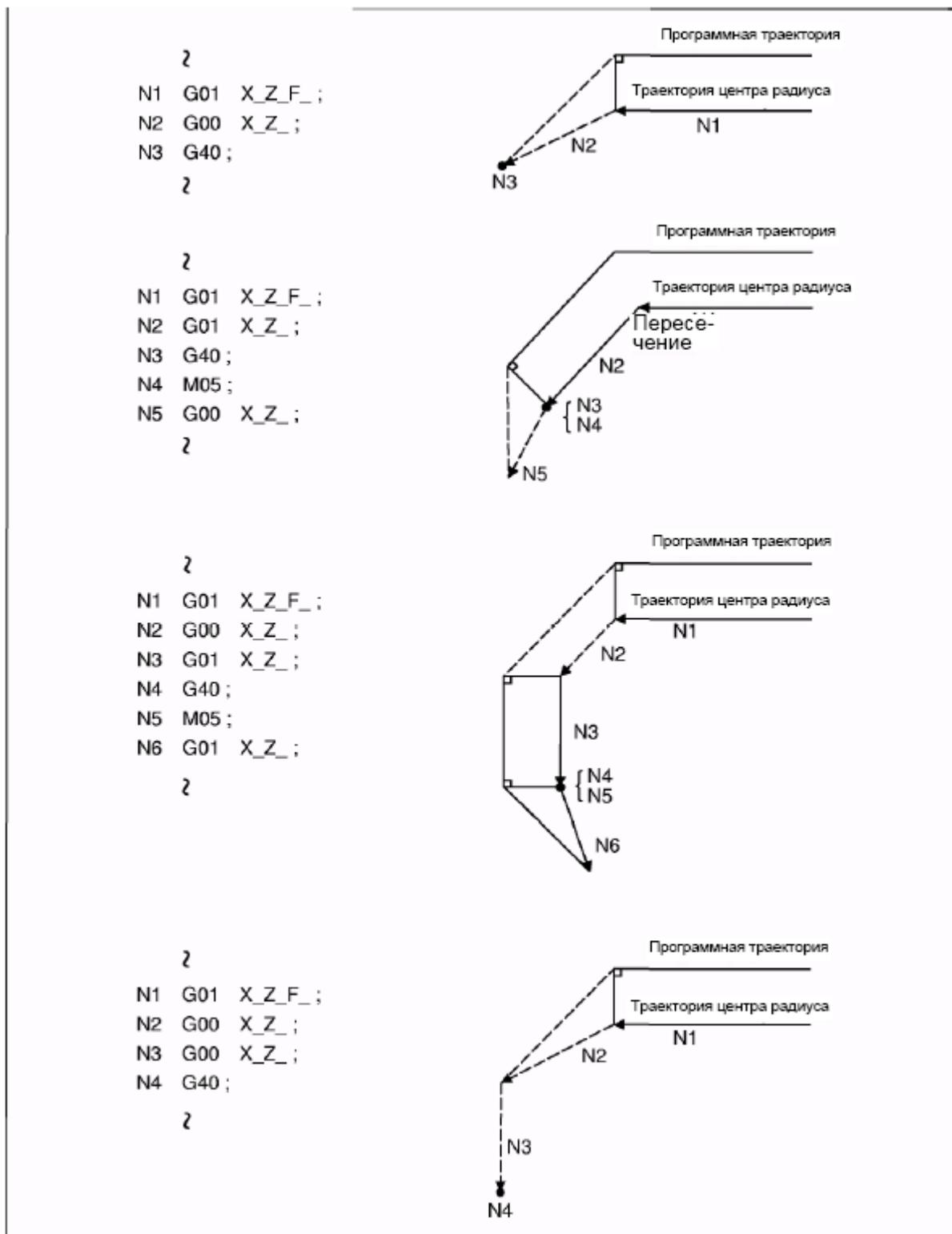
- (1) Если перед G40 была задана G00, то после выполнения коррекции на радиус вершины инструмента, коррекция временно будет приостановлена, после чего производится отмена коррекции командой G40.
- (2) Если перед G40 была задана интерполяция, то после выполнения коррекции на радиус вершины инструмента, отмена коррекции не будет произведена командой G40, т. к. центр радиуса при вершине может остановиться в вертикальной позиции. Отмена коррекции на радиус вершины инструмента производится при первой команде перемещения оси после G40. Коррекция на радиус вершины инструмента не будет отменена командой оси, если отсутствует движение оси. Если задание движения оси отсутствует после G40, и программа завершается по M02, и т. п., коррекция на радиус вершины инструмента будет оставаться действительной. Сброс приведет к отмене коррекции на радиус вершины инструмента, однако операция не будет отменена.
- (3) Если команда T00 задана в кадре, то в этом кадре будет активирован режим отмены коррекции на радиус вершины инструмента, после чего ось переместится в позицию с отмененной коррекцией на радиус вершины инструмента.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

(4) Случаи отмены коррекции для внутреннего / внешнего угла .

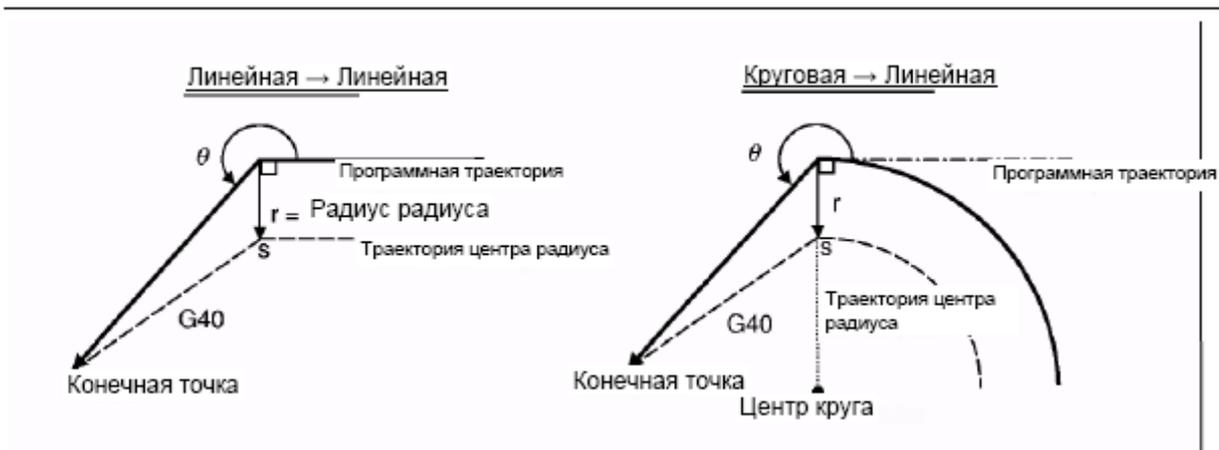
(а)-1 Если задана команда G40 для внутреннего угла



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

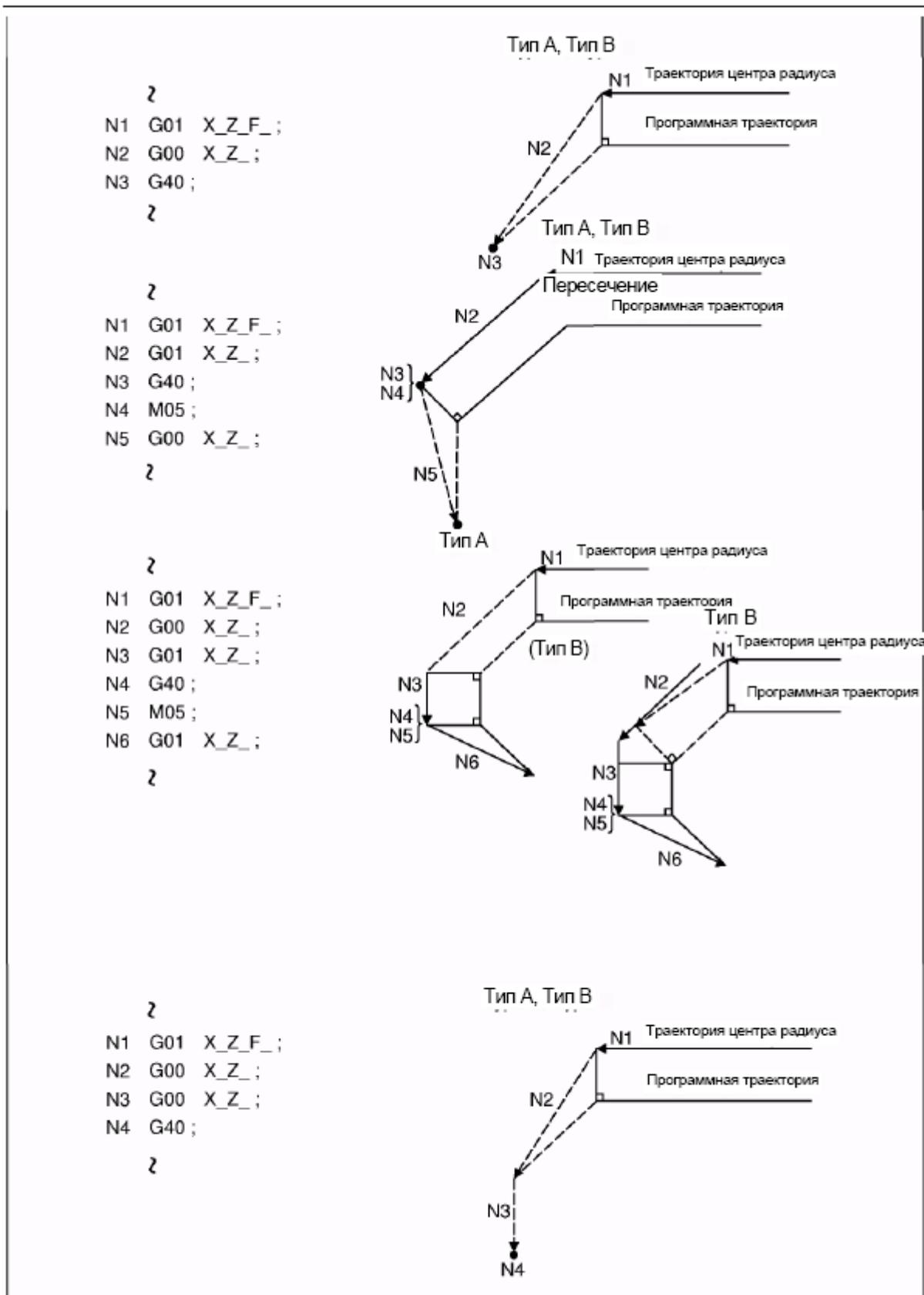
(а)-2 Если команда G40 задана для внутреннего угла в одном кадре с командой движения



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

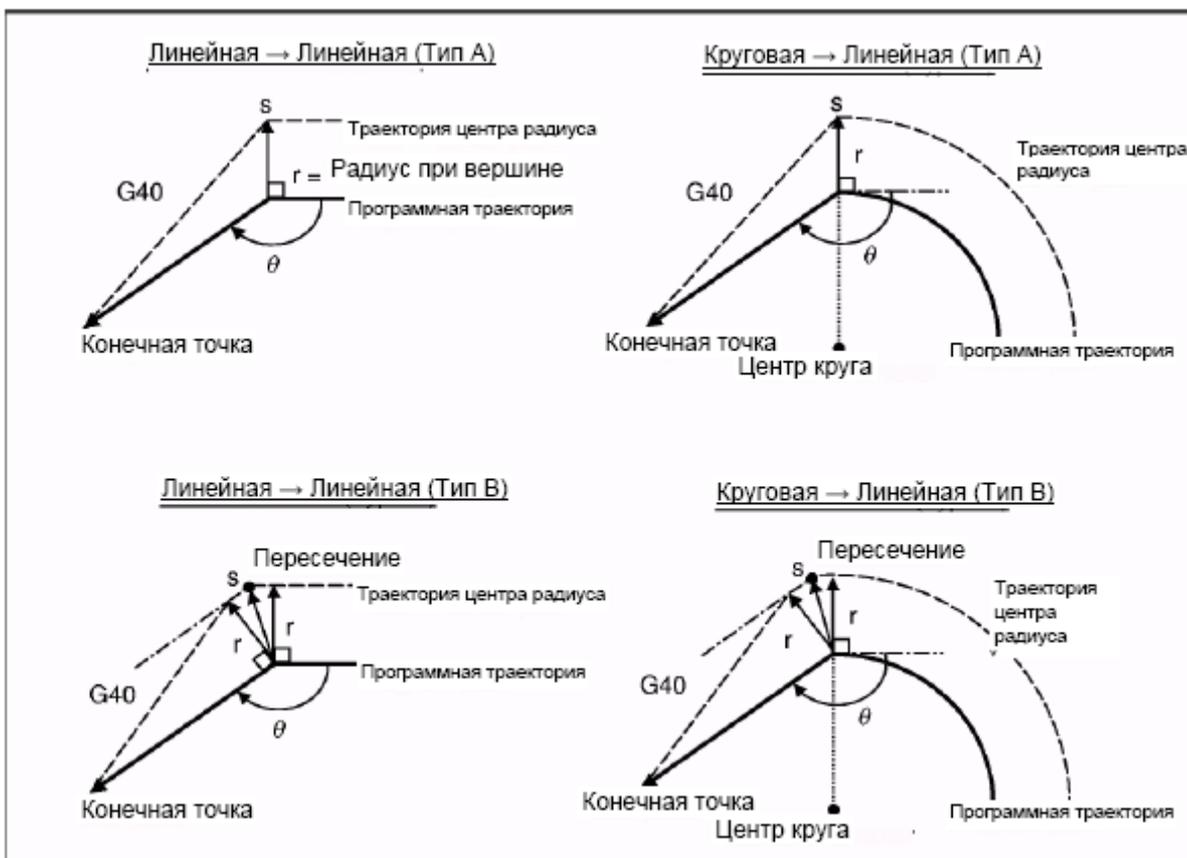
(b)-1 Если G40 задана для наружного угла (тупой угол)



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

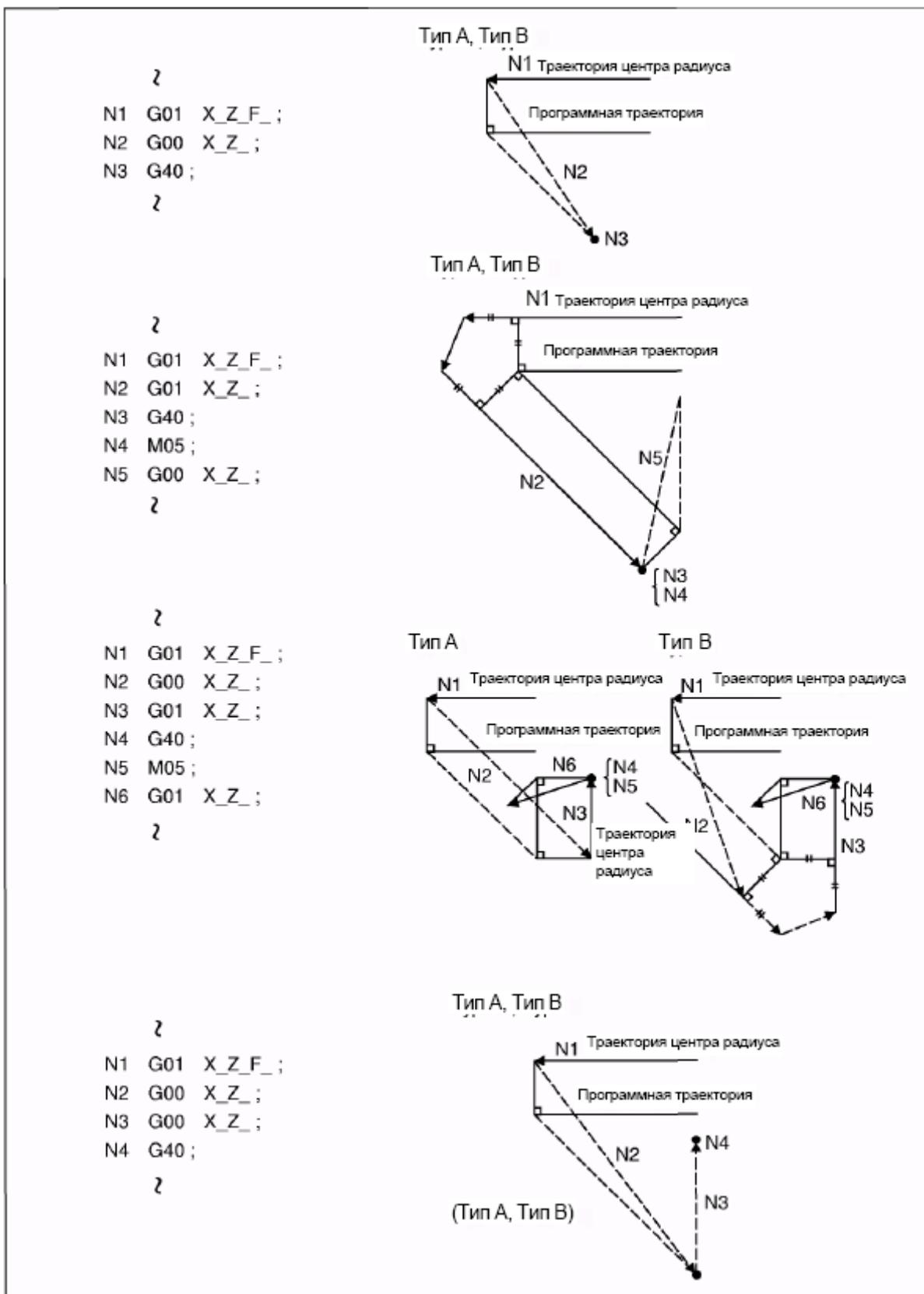
(b)-2 Если команда G40 задана для наружного угла (тупой угол) в одном кадре с командой движения



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

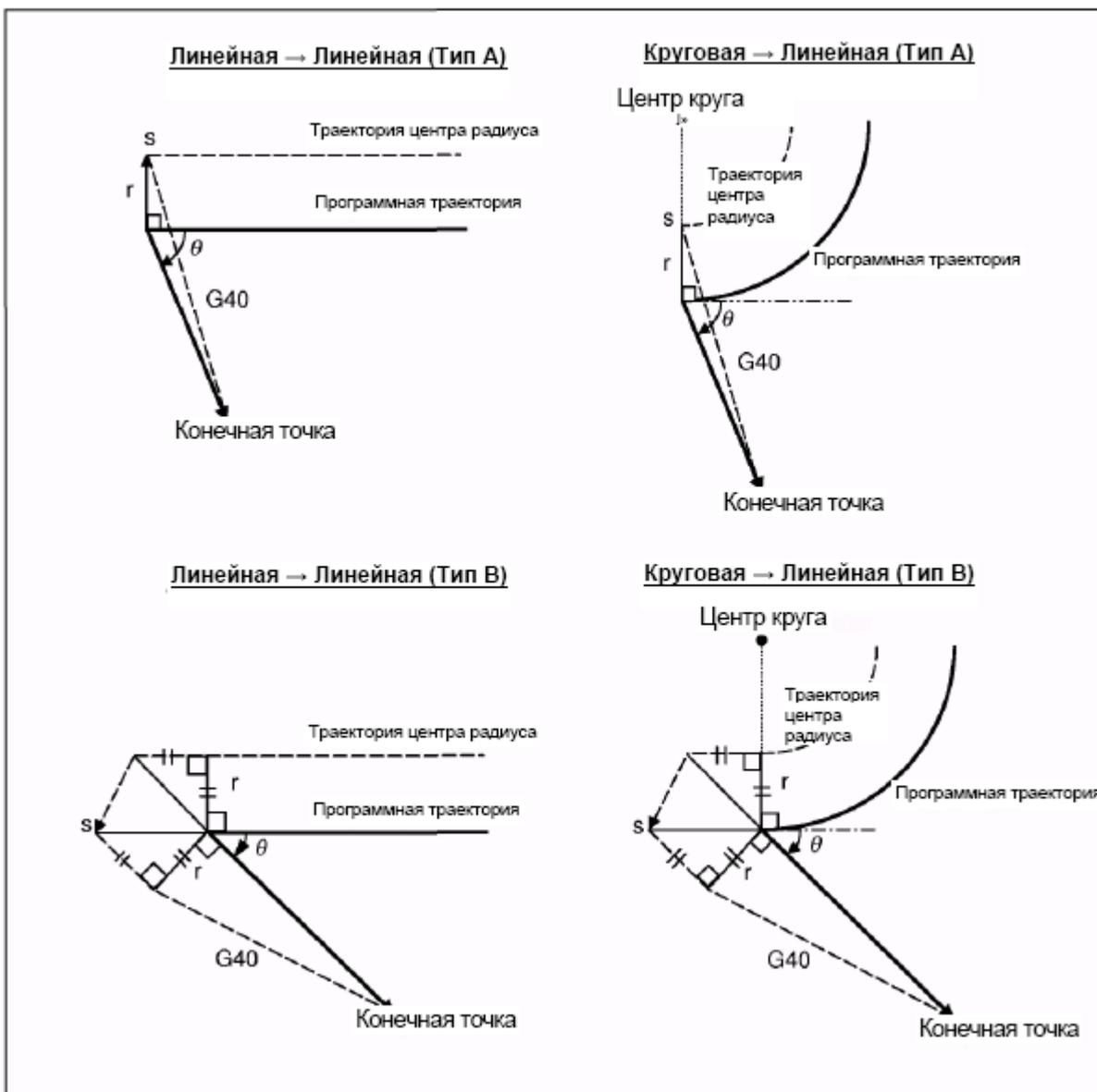
(с)-1 Если команда G40 задана для наружного угла (острый угол)



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

(с)-2 Если команда G40 задана для наружного угла (острый угол) в одном кадре с командой движения



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.3. Прочие действия во время коррекции на радиус вершины инструмента



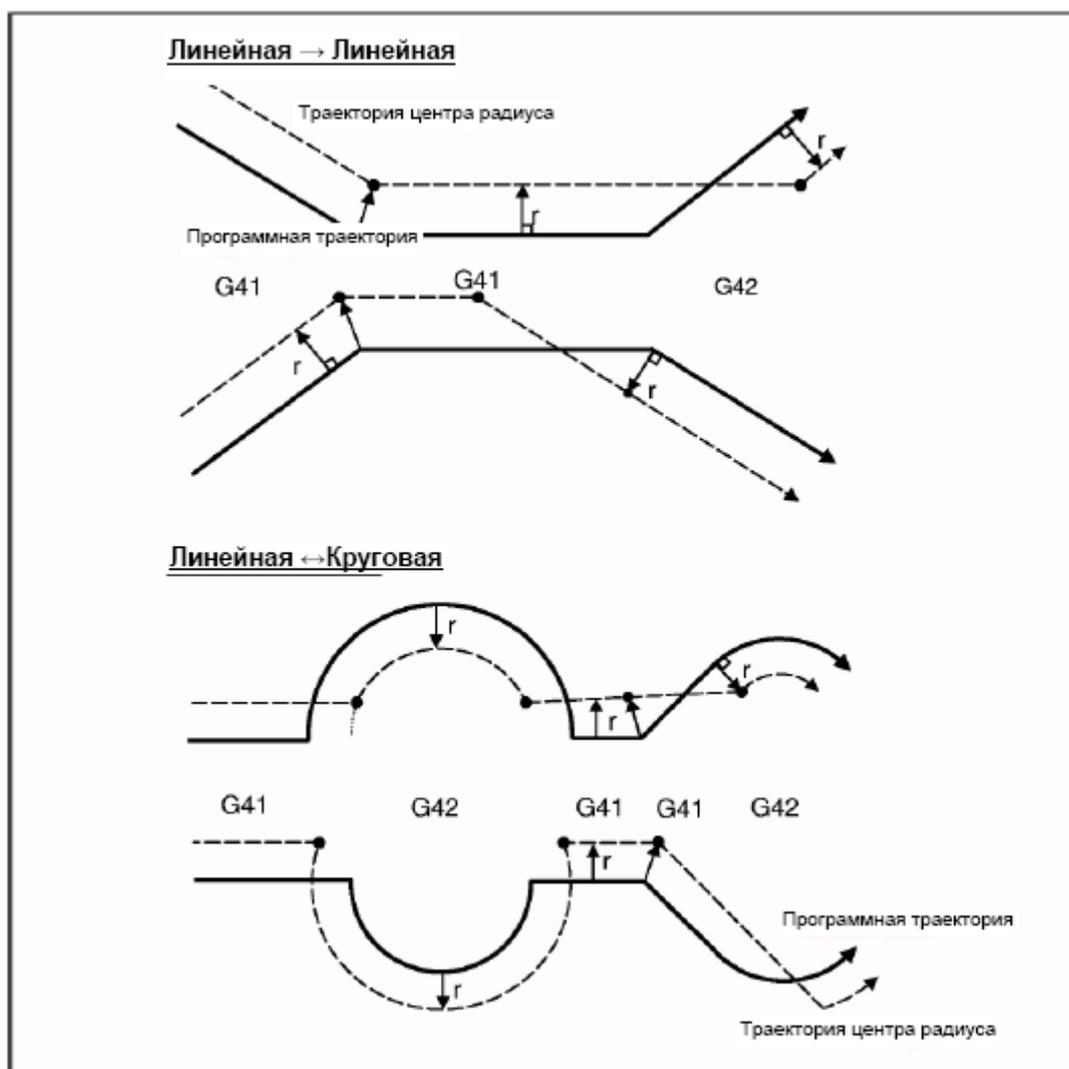
#### Изменение направления коррекции во время коррекции на радиус вершины инструмента

Направление коррекции определяется командами коррекции на радиус вершины инструмента (G41, G42).

G команда	Направление коррекции
G41	Левосторонняя коррекция
G42	Правосторонняя коррекция

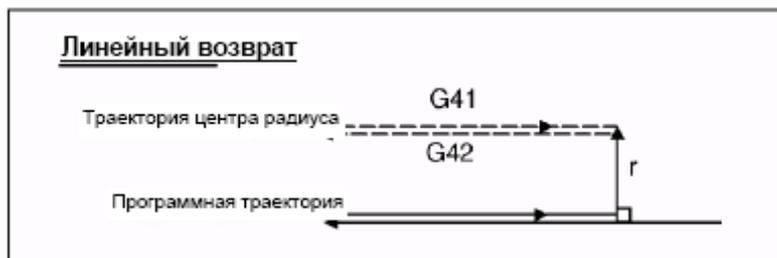
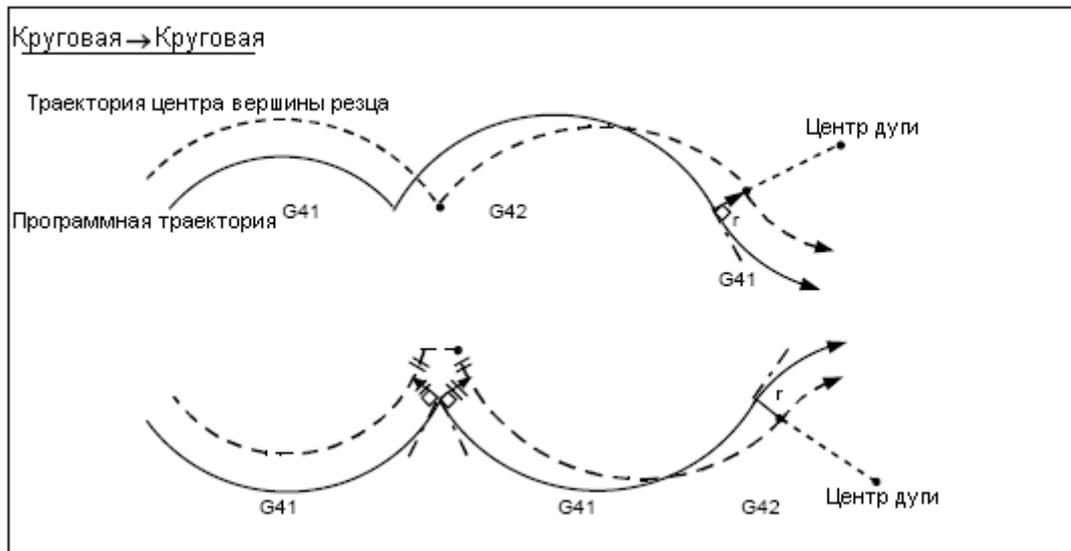
Направление коррекции может быть изменено заданием другой команды коррекции без предварительной отмены предыдущей.

Тем не менее, изменение невозможно в начальном и следующем кадрах коррекции.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

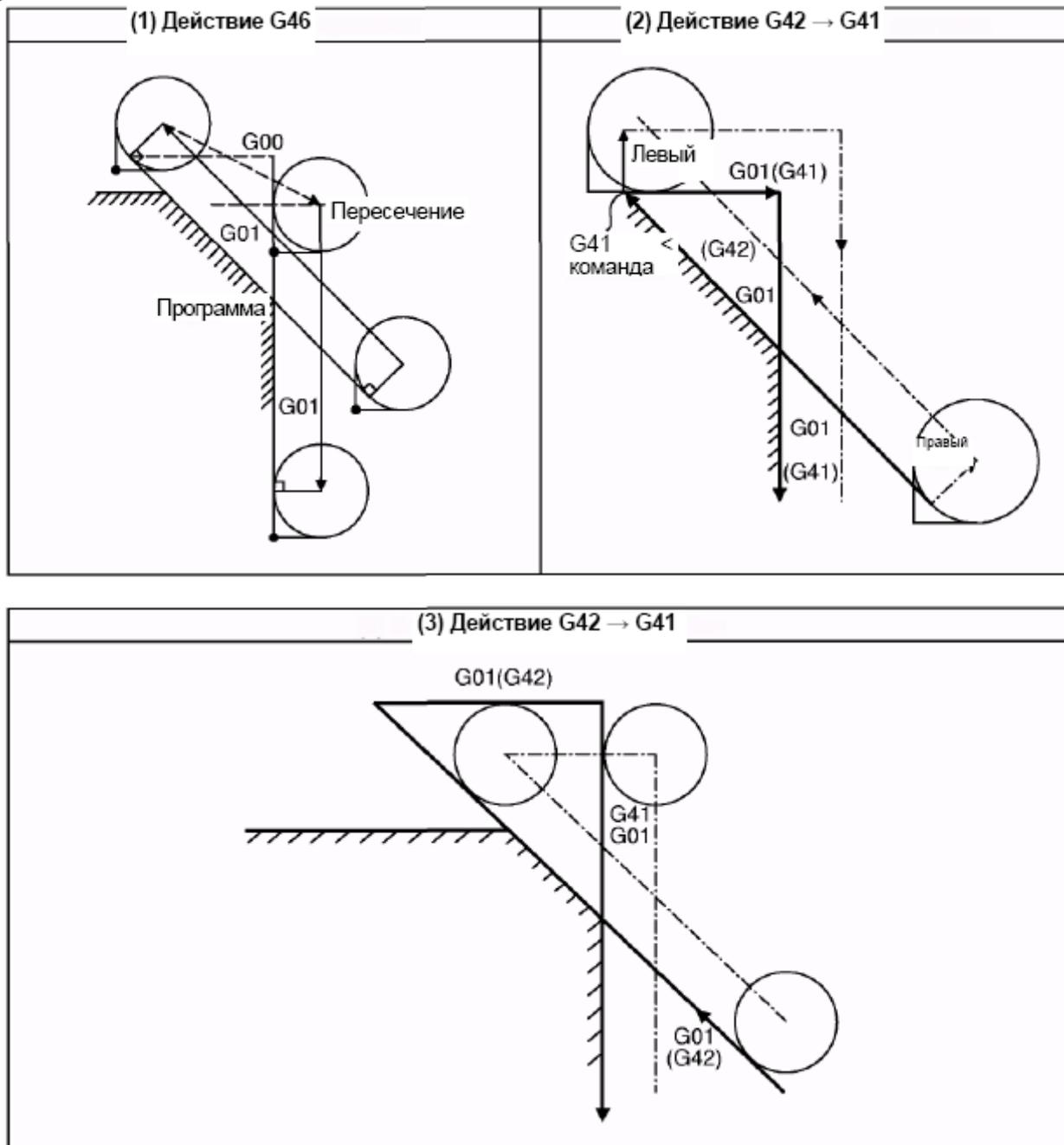


## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



Коррекция на радиус вершины инструмента при G46/G41/G42



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

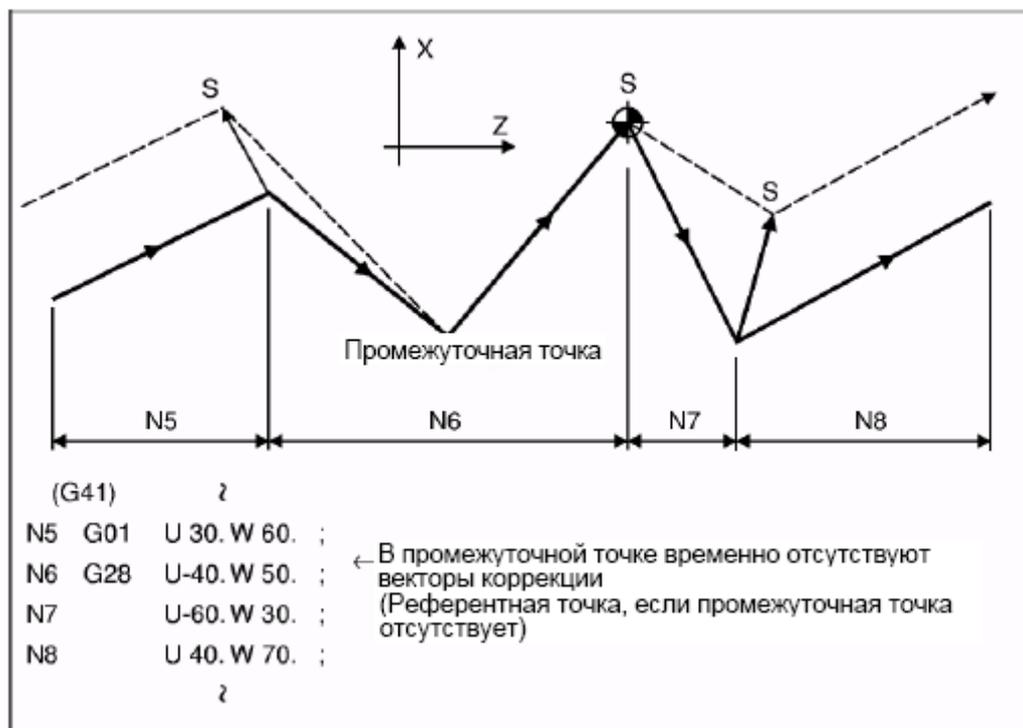


#### Команда временного удаления векторов смещения

Если другая команда задается при режиме коррекции, векторы смещения временно отменяются, затем автоматически производится возврат в режим коррекции.

В данном случае отмена режима коррекции не производится, а инструмент перемещается напрямую от точки с вектором к точке без вектора, или, другими словами, в точку, заданную программой. Когда выполняется возврат в режим коррекции, инструмент переходит напрямую в точку пересечения.

#### (1) Команда возврата в исходную точку



#### (2) Вектор смещения будет временно отменен при задании команды G53 (выбор базовой системы координат станка).

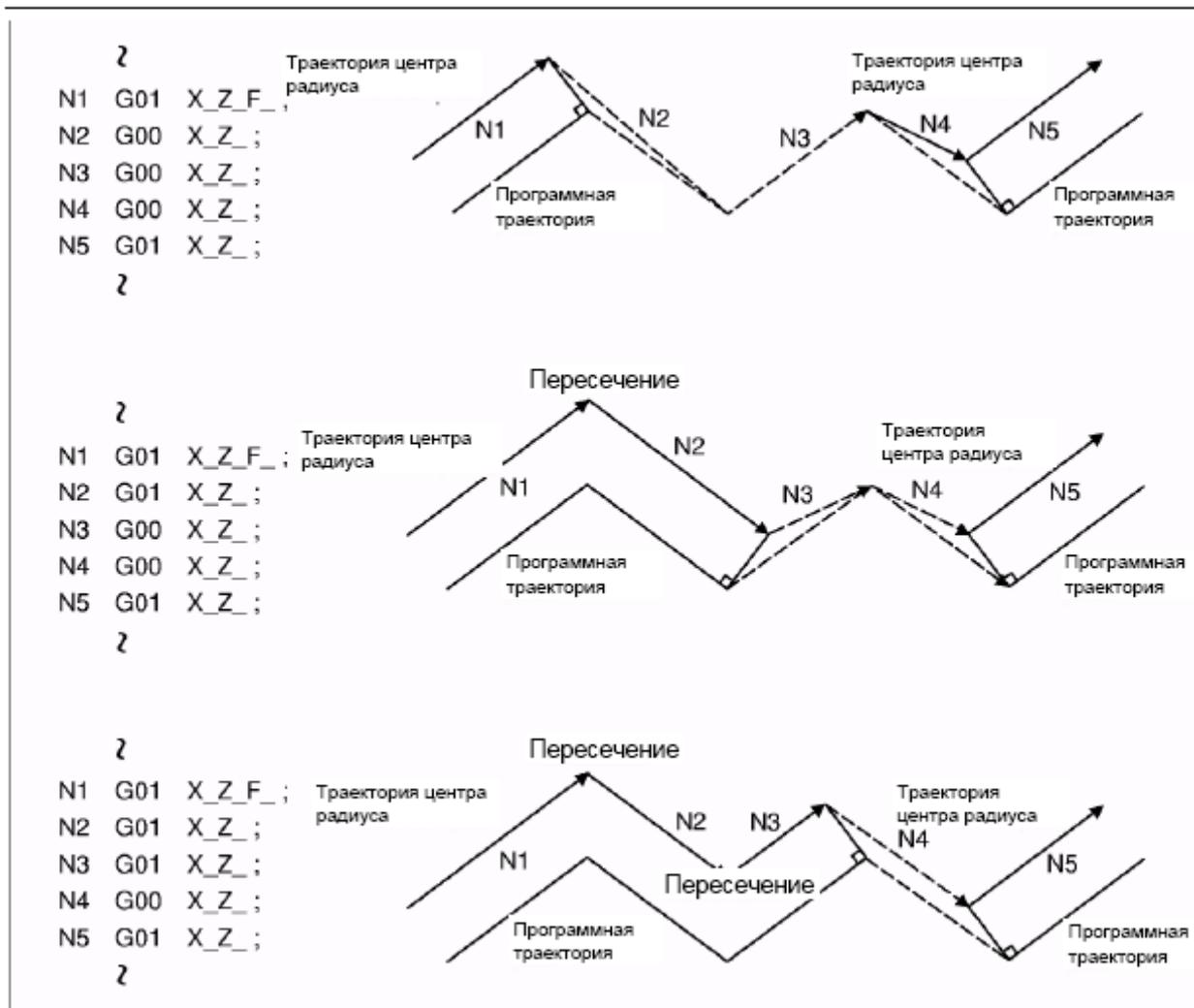
(Примечание 1) Векторы смещения не изменяются по команде задания системы координат (G92).

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

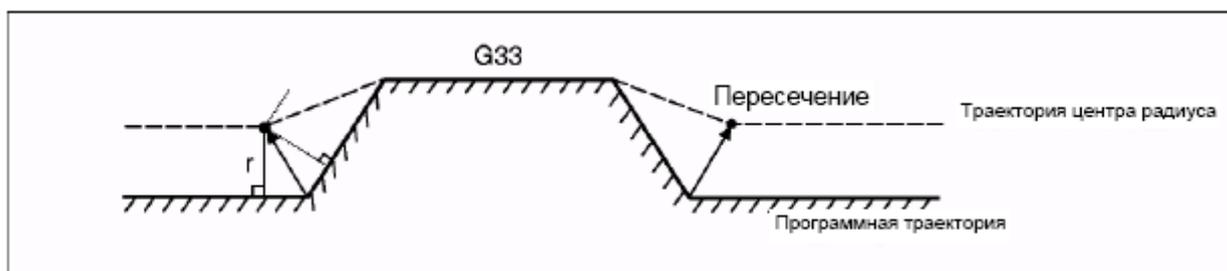
#### (3) Команда позиционирования (G00)

Коррекция на радиус вершины инструмента временно отменяется для команд G00.



#### (4) Команда нарезания резьбы G33

Коррекция на радиус вершины инструмента не действует для кадра с G33.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### (5) Постоянные циклы

Если задана команда постоянного цикла I (G70, G71, G72, G73), производится временная отмена коррекции на радиус вершины инструмента, обработка траектории происходит с отмененной коррекцией, а после ее завершения происходит автоматический возврат в режим коррекции.



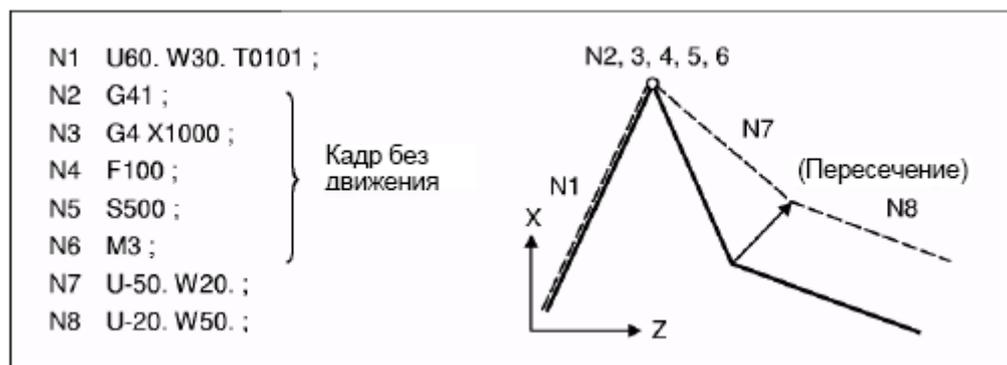
#### Кадры без движения

Следующие кадры считаются кадрами без перемещения

a. M03 ;	..... M команда	
b. S12 ;	..... S команда	
c. T0101 ;	..... T команда	
d. G04X500 ;	..... Выдержка времени	
e. G10 P01R50 ;	..... Задание величины смещения	Нет движения
f. G92 X600. Z500. ;	..... Задание системы координат	
g. Y40. ;	..... Движение, но не в плоскости смещения	
G.OO ;	..... только как G - функция	
i. U0 ;	..... Нулевая величина перемещения	Величина перемещения равна нулю

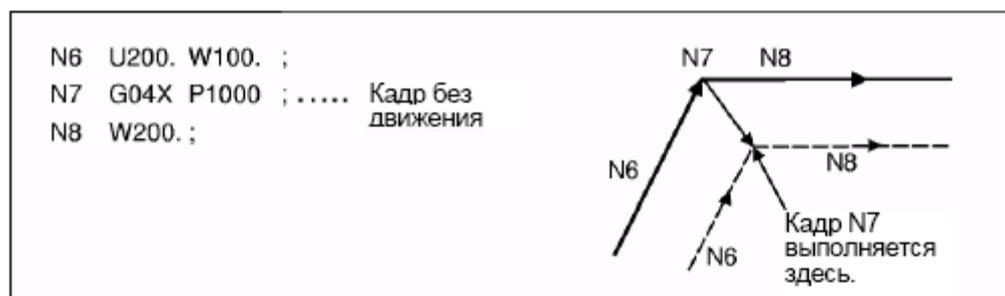
#### (1) Начало выполнения коррекции

Вектор коррекции не может быть рассчитан, если 4 и более последовательных кадров заданы без команд движения.



#### (2) Коррекция задана и выполняется

Если в режиме коррекции 4 и более кадров без команд движения следуют подряд, векторы точек пересечения будет рассчитаны стандартным способом.



## 12. Функции смещения инструмента

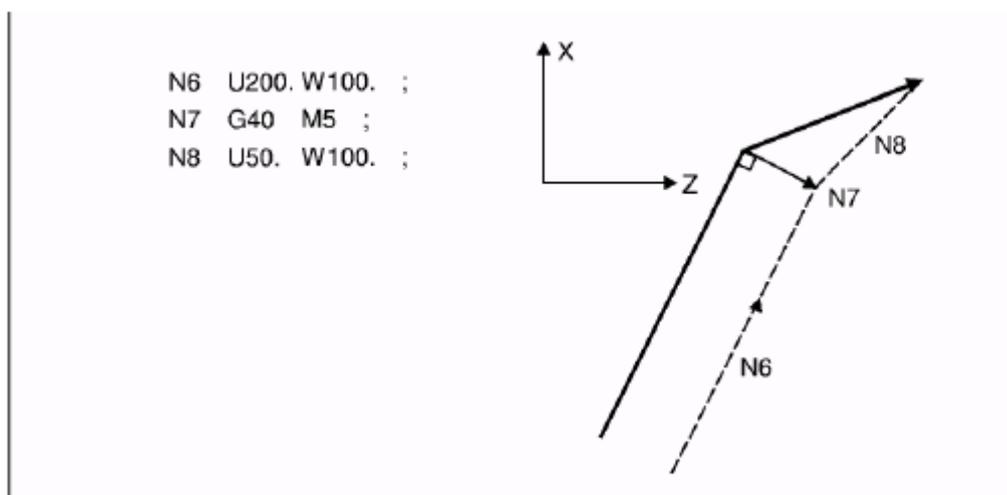
### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

Если 4 и более кадров без команд движения следуют подряд или задана M-команда на запрет предварительного считывания, то векторы смещения создаются перпендикулярно в конечной точке предыдущего кадра.



#### (3) Если команда задана вместе с отменой коррекции

Происходит отмена только векторов смещения, если кадр без движения задан вместе с командой G40.



#### Если I, J, K заданы в G40

Перпендикулярный вектор создается в кадре перед G40.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

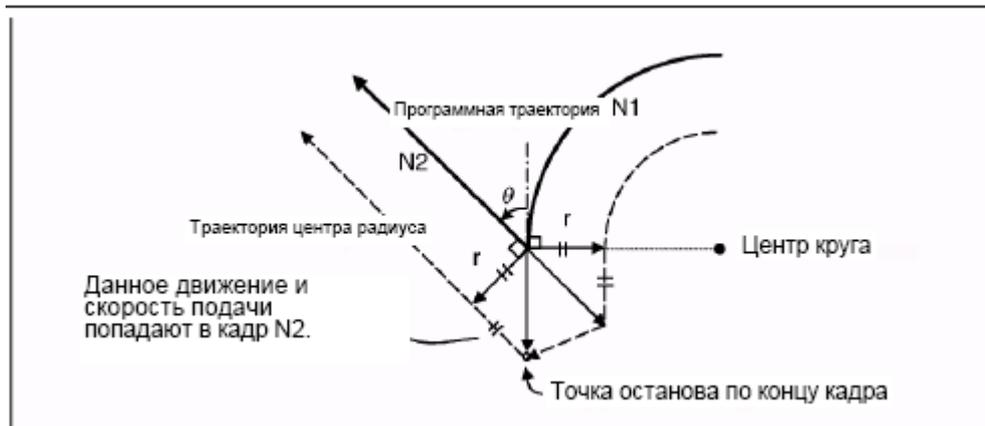


#### Угловое движение

Если на стыках кадров команд движения создано несколько векторов коррекции, резец будет перемещаться линейно между данными векторами. Такое действие называется угловым движением.

Если векторы не совпадают, инструмент будет перемещаться так, чтобы отработать угол.

В покадровом режиме порядок действий следующий: выполняется предыдущий кадр + угловое движение как отдельный кадр, после чего остаточное межкадровое движение + следующий кадр.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.4. Команды G41/G42 и задание I, J, K



##### Функция и назначение

Направление коррекции может быть принудительно изменено при задании команды G41/G42 и I, J, K в одном кадре.



##### Формат команды

**G18 (Z-X плоскость) G41/G42 X\_Z\_I\_K\_;**

Задайте команду линейного перемещения (G00, G01) в режиме движения.



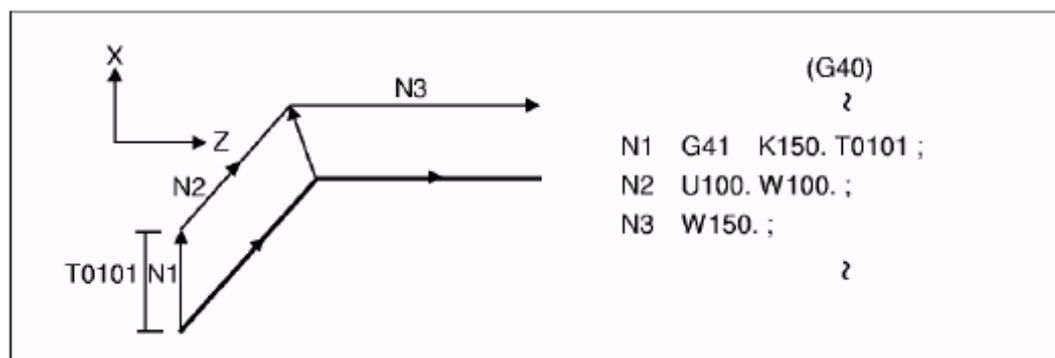
##### Векторы типа I, K (G18 выбор плоскости X-Z)

Далее приводится описание нового вектора типа I, K (G18 плоскость), создаваемого данной командой. (Для векторов I, J плоскости G17 и J, K плоскости G19 все будет аналогично.) Как показано на рисунках ниже, векторы с размером, эквивалентным величине смещения, используются как векторы коррекции типа I, K, расположенные перпендикулярно направлению, заданному при помощи I, K без проведения расчета точки пересечения программной траектории. Вектор I, K может быть задан даже в уже заданном режиме (G41/G42 режим в предшествующем кадре) и даже в начале коррекции (G40 режим в предшествующем кадре).

##### (1) Если I, K заданы в начале коррекции



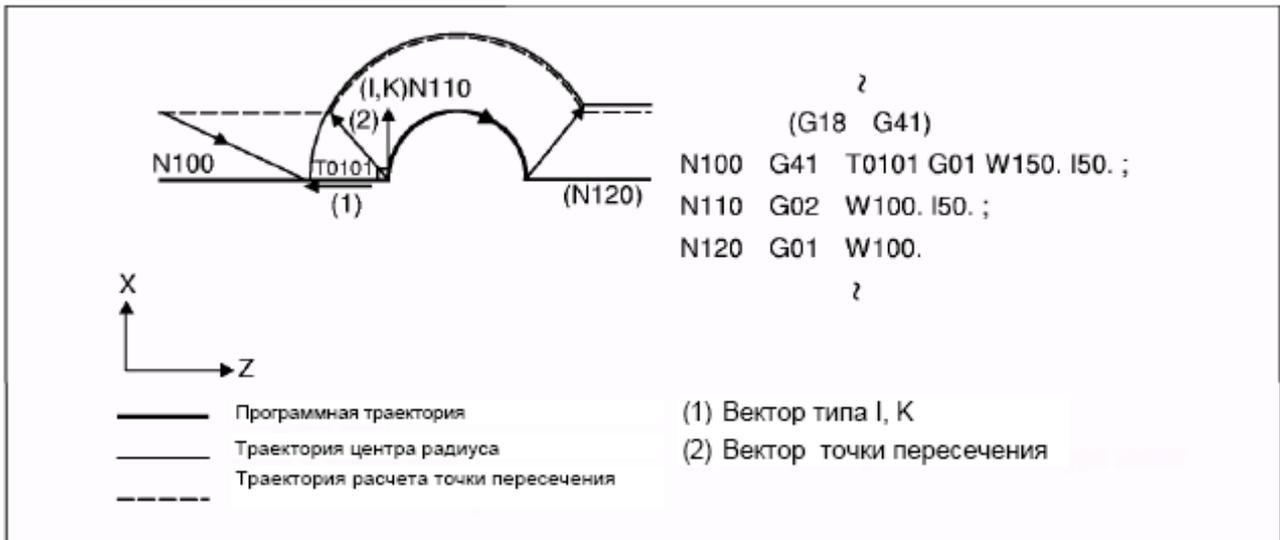
##### (2) Если в начале задания коррекции отсутствуют команды движения



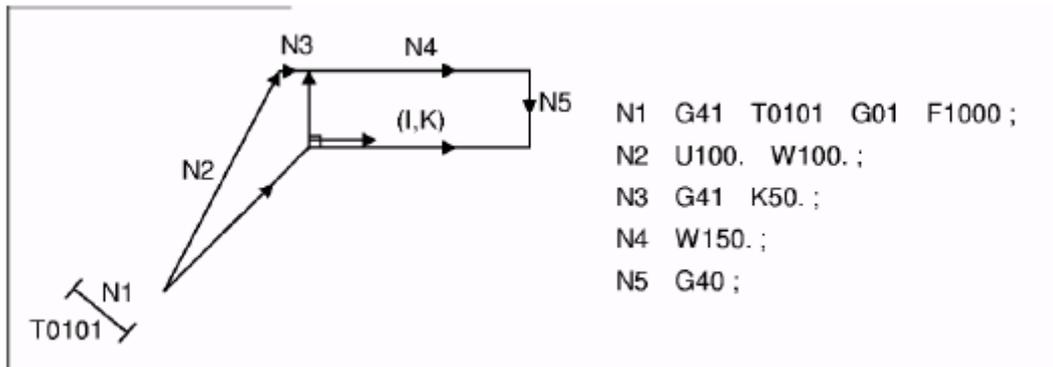
## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

(3) Если I, K заданы в режиме коррекции (G18 плоскость)



(4) Если I, K заданы в кадре без движения



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



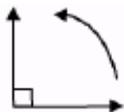
#### Направление векторов смещения

##### (1) В режиме G41

Направление создается при вращении направления, заданного через I, K, на  $90^\circ$  влево от положительного направления оси Y (3-я ось), если смотреть из нулевой точки

(Пример 1) при K100.

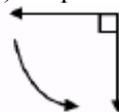
Направление вектора смещения



(0, 100) направление IK

(Пример 2) при K-100.

(0, -100) направление IK



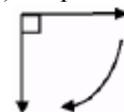
направление вектора смещения

##### (2) В режиме G42

Направление создается при вращении направления, заданного через I, K, на  $90^\circ$  вправо от положительного направления оси Y (3-я ось), если смотреть из нулевой точки

(Пример 1) при K100.

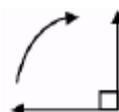
(0, 100) направление IK



Направление вектора смещения

(Пример 2) при K-100.

Направление вектора смещения

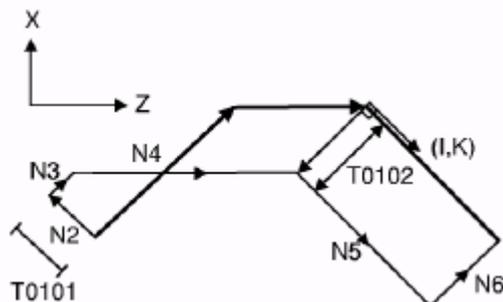


(0, -100) направление IK



#### Выбор модального смещения

В любое время можно выбрать модальные функции G41 или G42.



```
N1 G28 X0Z0 ;
N2 G41 T0101 F1000 ;
N3 G01 U100. W100. ;
N4 G42 W100. I-100. K100.
  T0102 ;
N5 U-100. W100. ;
N6 G40 ;
N7 M02 ;
%
```

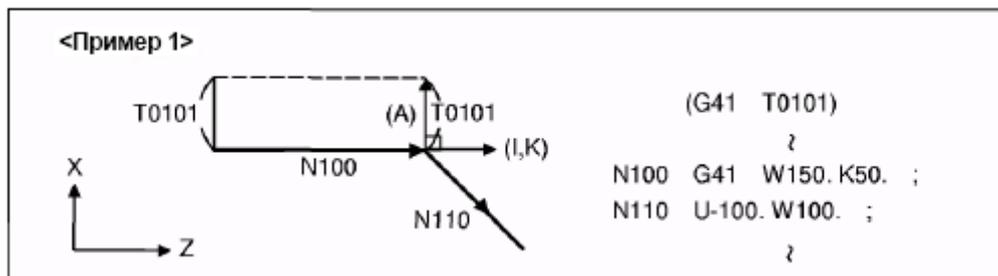
## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

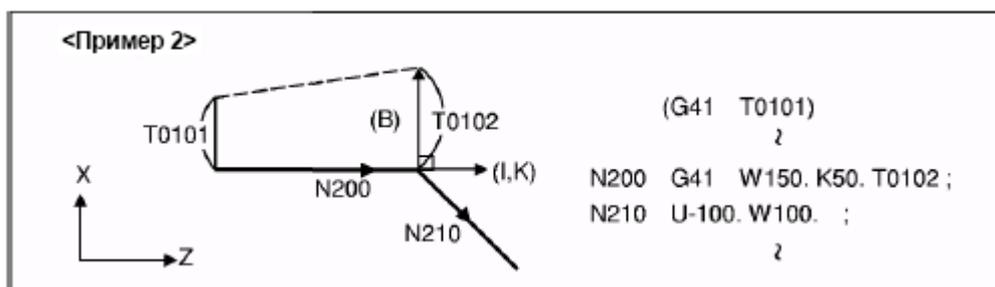


#### Величина смещения для векторов смещения

Величины смещения задаются (модально) коррекцией с указанным номером в кадре I, K.



Вектор (A) имеет величину смещения, заданную в корректоре смещения инструмента с модальным номером 1 в кадре N100.



Вектор (B) имеет величину смещения, заданную в корректоре смещения инструмента с модальным номером 2 в кадре N200.

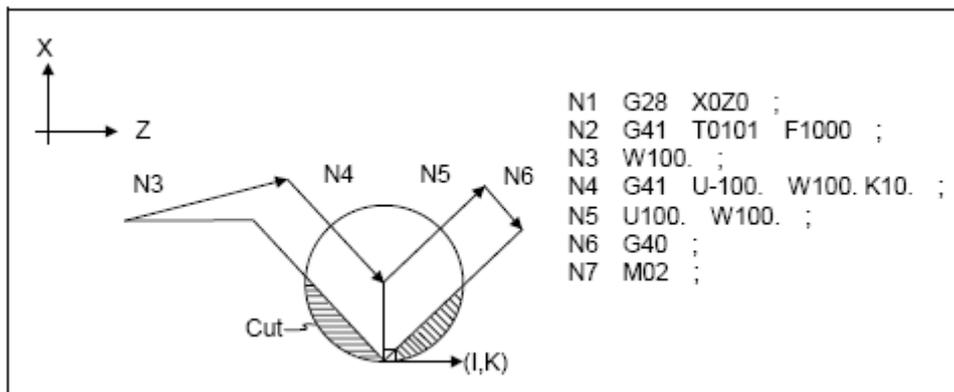
## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



#### Меры предосторожности

- (1) Вектор тип I, K задается при линейных перемещениях (G0, G1). Если он задан при круговой интерполяции в начале выполнения коррекции, выдается ошибка программирования (P151).  
Задание I, K при круговой интерполяции трактуется как задание центра окружности.
- (2) Если задан вектор типа I, K, то он не удаляется, даже если существует возможность зареза детали. Поэтому в таких случаях может возникнуть перерез детали.



Смотри следующую таблицу для выбора методов смещения с использованием функций G41 и G42 и команд I, K (J).

G41/G42	I,K(J)	Метод смещения
Нет	Нет	Вектор определен при расчете точки пересечения
Нет	Да	Вектор определен при расчете точки пересечения
Да	Нет	Вектор определен при расчете точки пересечения
Да	Да	Вектор типа I, K Нет вставки кадра

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.5 Прерывания во время коррекции на радиус вершины инструмента

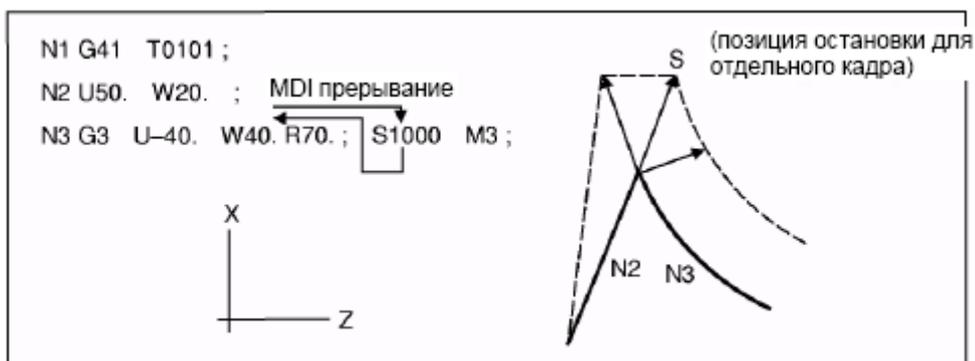


##### MDI прерывание

Коррекция радиуса при вершине инструмента действует в любом автоматическом режиме – будь то TAPE, MEMORY или MDI.

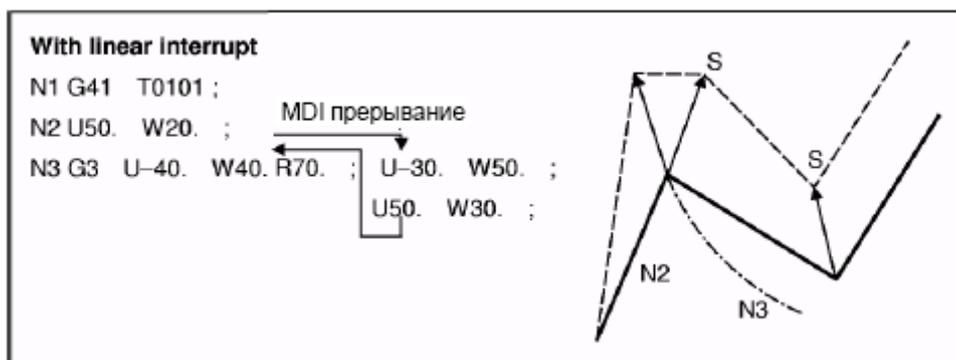
MDI прерывание, приведет к результату, указанному на рисунке, после остановки кадра при работе в лентой или памятью.

- (1) Прерывание без движения (траектория инструмента не меняется)



- (2) Прерывание с движением

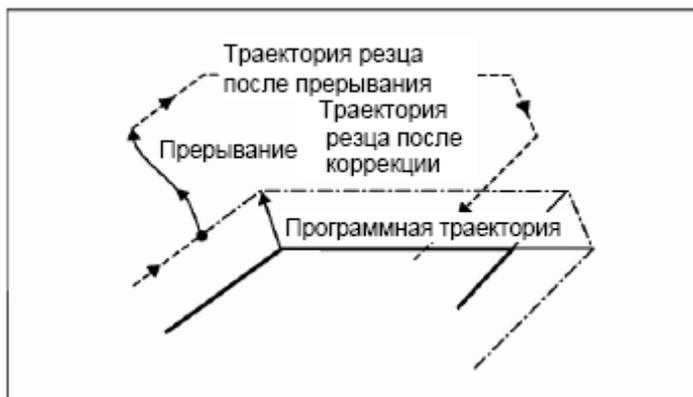
Производится автоматический перерасчет векторов смещения для кадра движения после прерывания.



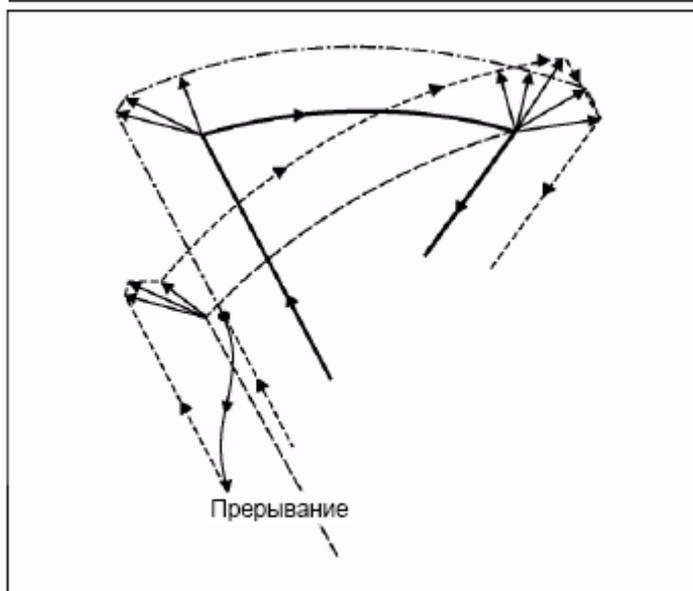
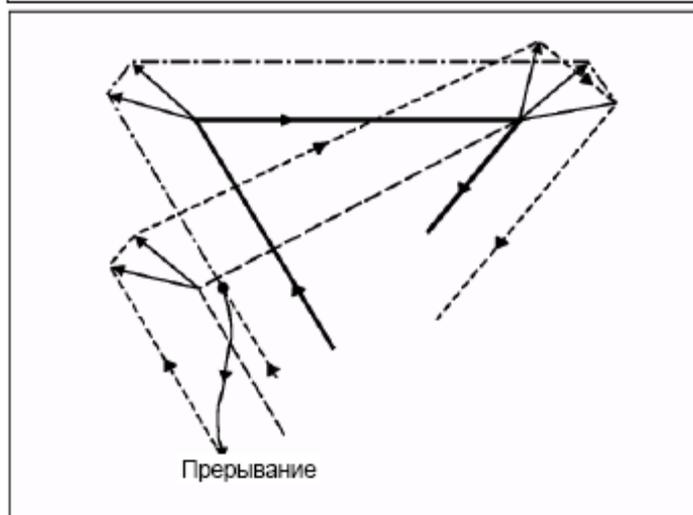


#### Ручное прерывание

(1) Прерывание при выключенном ручном абсолютном режиме. Траектория инструмента смещается на значение, эквивалентное уровню прерывания.



(2) Прерывание при включенном ручном абсолютном режиме. В режиме инкрементного значения выполняются те же действия, что и при выключенном ручном абсолютном режиме. В режиме абсолютного значения, тем не менее, резец возвращается к исходной траектории в конечной точке кадра, следующего за прерванным блоком, как показано на рисунке.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.6. Общие меры предосторожности при коррекции на радиус вершины инструмента



##### Задание уровня коррекции

- (1) Величина коррекции обычно задается корректором, номер которого устанавливается в последних 1 или 2 знаках T - команды. В зависимости от параметров, могут использоваться старшие разряды. T-функция будет действовать, пока не будет задана другая T-функция.  
Кроме величины коррекции на радиус вершины инструмента, T-команды задают величину смещения по длине инструмента.
- (2) Величины коррекции меняются, если выбирается другой инструмент в режиме отмены коррекции. Однако, если величина изменена в режиме коррекции, расчет векторов в конечной точке кадра производится с использованием величины коррекции, заданной в текущем кадре.



##### Ошибки при коррекции на радиус вершины инструмента

- (1) Выдается ошибка, если любая из следующих команд задана в режиме коррекции на радиус инструмента.  
G17, G18, G19 ("P112" если задана плоскость, отличная от используемой в режиме коррекции)  
G31 ("P608")  
G74, G75, G76("P155")  
G81 ~G89("P155")
- (2) Выдается ошибка ("P158"), если в режиме G46 задана точка вершины инструмента, отличная от значений 1-8.
- (3) Выдается ошибка ("P156"), если направление коррекции не задано вектором начального движения, даже если операция коррекции на радиус вершины инструмента была начата в режиме G46, и произошло предварительное считывание 5 кадров.
- (4) Выдается ошибка ("P151"), если команда кругового движения задана в первом или последнем кадре коррекции на радиус вершины инструмента.
- (5) Выдается ошибка программирования ("P157"), если в режиме G46 задано обратное направление смещения.  
Параметр "#8106 G46 NOREV-ERR" может быть задан так, что ошибка не возникает и инструмент продолжает движение с тем же направлением коррекции.
- (6) Выдается ошибка программирования ("P152") во время коррекции на радиус вершины инструмента, если точка пересечения не может быть определена после того, как один кадр был пропущен.
- (7) Выдается ошибка программирования, если обнаружена ошибка в одном из предварительно считанных кадров во время коррекции на радиус вершины инструмента.
- (8) Выдается ошибка программирования ("P153"), если увеличивается зарез детали при отсутствии условий предотвращения зареза детали в режиме коррекции на радиус вершины инструмента.
- (9) Выдается ошибка программирования ("P150"), если команда коррекции на радиус вершины инструмента задана, а параметры коррекции на радиус вершины инструмента не были заданы.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

#### 12.4.7. Контроль зареза детали



##### Функция и назначение

Инструмент, для которого была проведена коррекция на радиус при вершине с предварительным считыванием 2-х кадров, может иногда врезаться в заготовку. Такое явление называется зарезом (перерезом), а контроль зареза является функцией, предотвращающей перерез детали.

Существует два вида контроля зареза, и как показано ниже, каждый из них может быть выбран при помощи параметра.

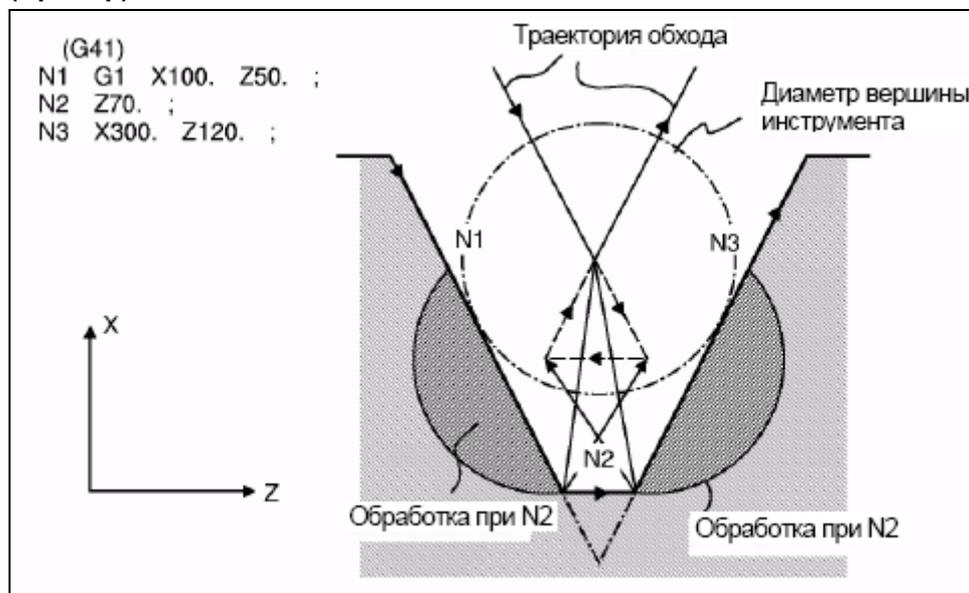
Функция	Параметр	Операция
Контроль зареза аварийный сигнал	Функция обхода при контроле зареза ВЫКЛ Отмена контроля зареза ВЫКЛ	Выдается ошибка программирования перед выполнением кадра, в котором происходит врезание, после чего операция останавливается.
Контроль зареза функция обхода	Функция обхода при контроле зареза ВКЛ Отмена контроля зареза ВЫКЛ	Траектория инструмента изменяется, чтобы не произошло врезание в заготовку.
Отмена контроля зареза	Функция контроля зареза ВЫКЛ	Обработка продолжается, даже если происходит врезание в заготовке. Используется в программах с точным контуром.

(Примечание) #8102 обход зареза  
#8103 контроль зареза не действует



##### Детальное описание

(Пример)



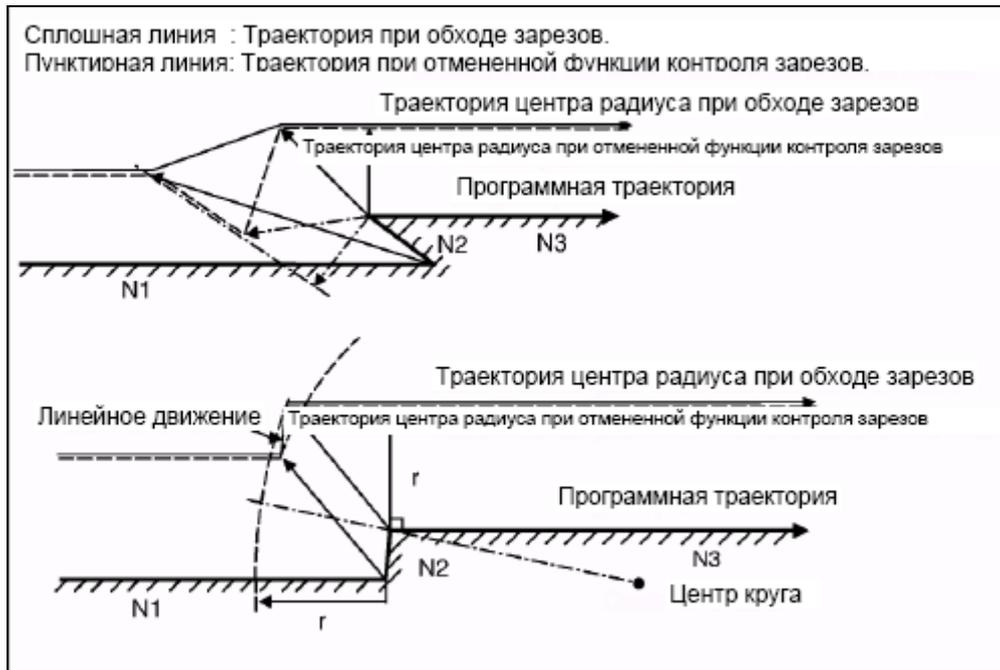
- (1) С функцией аварийного сигнала  
Аварийный сигнал подается перед выполнением N1, так что редактированием программы возможно изменение N1 указанным ниже способом, после чего обработка может быть продолжена: N1 G1 X-100. Z-20. ;
- (2) С функцией обхода  
Точка пересечения N1 и N3 рассчитывается, после чего происходит создание векторов обхода зареза.
- (3) Отмена контроля зареза  
Инструмент проходит во время обработки по прямой линии между N1 и N3.

## 12. Функции смещения инструмента

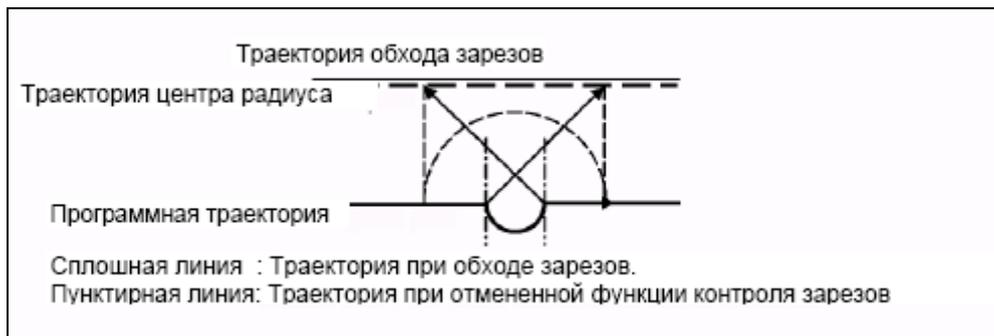
### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента



#### Действия при обходе зарезов



В случае, показанном ниже, канавка останется необработанной.



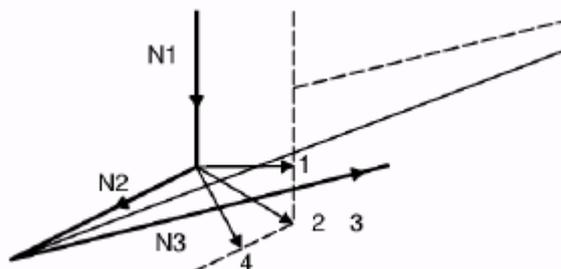


#### Аварийный сигнал контроля зарезов

Аварийный сигнал контроля зарезов возникает в следующих случаях.

- (1) Если выбрана функция аварийного сигнала при контроле зарезов
  - (а) Если удалены все векторы в конечной точке кадра

Если, как показано на рисунке справа, векторы 1 - 4 в конечной точке N1 были удалены, перед выполнением N1 выдается ошибка программирования (P153).



- (2) Если выбрана функция обхода при контроле зарезов

- (а) Если существуют действующие векторы в конечной точке следующего кадра, даже если все векторы в конечной точке кадра были удалены

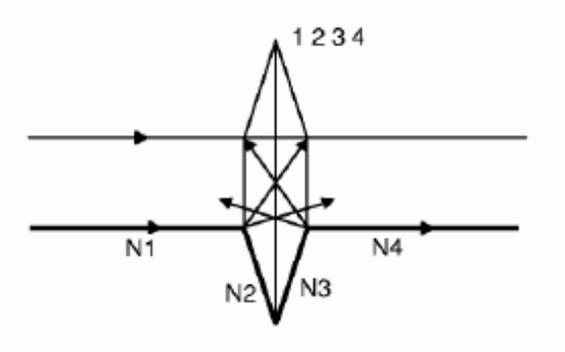
(1) Если, как показано на рисунке справа, выполняется N2 в режиме контроля зарезов, векторы конечной точки N2 все удаляются, однако векторы конечной точки N3 рассматриваются как действительные. Ошибка программирования (P153) выводится в конечной точке N1.



## 12. Функции смещения инструмента

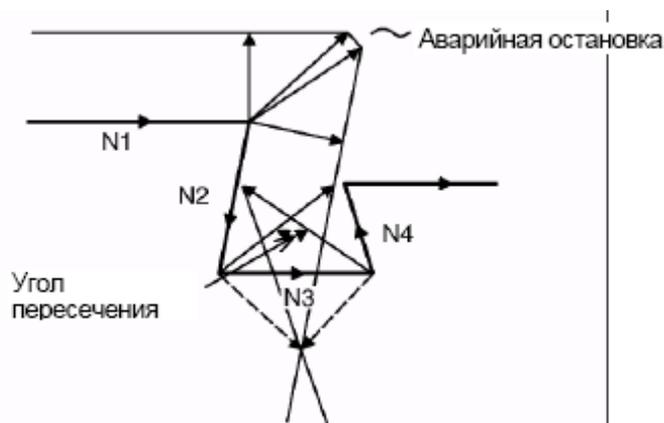
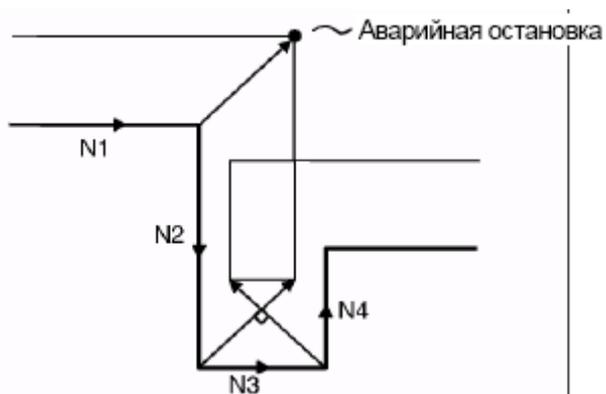
### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

(2) В случае, показанном на рисунке ниже, резец будет передвигаться в обратном направлении N2. Ошибка программирования (P153) теперь выводится перед выполнением N1.



(b) Если невозможно создать векторы обхода

(1) Даже если, как показано на рисунке ниже, выполнены условия для создания векторов обхода, создание данных векторов все еще может быть невозможным или векторы обхода могут влиять на N3. В результате ошибка программирования (P153) выводится в конечной точке N1, если угол пересечения вектора превышает  $90^\circ$ .

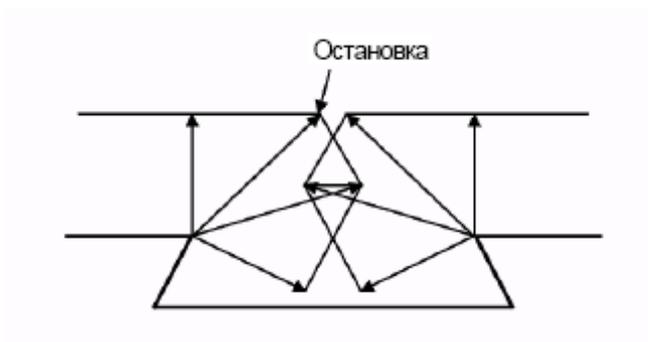
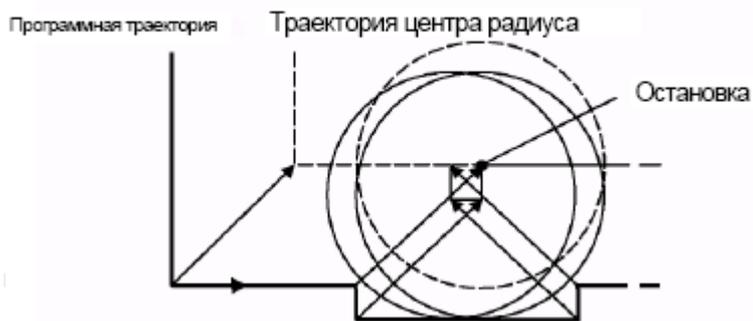


## 12. Функции смещения инструмента

### 12.4. Коррекция радиуса вершины инструмента

- (с) Если программное направление движения и направление движения после коррекции становятся противоположными

В следующем случае  
зarez рассматривается  
существующим, даже  
если фактически зarez  
отсутствует. Если  
запрограммированы  
канавки уже диаметра  
вершины резца R, либо  
имеющие параллельные  
или расширяющиеся  
стенки.



## 12. Функции смещения инструмента

### 12.5. Программный ввод смещения инструмента

#### 12.5. Программный ввод смещения инструмента; G10



##### Функция и назначение

Величины смещения инструмента и смещения системы координат детали могут быть заданы или изменены командой G10. Если задание производится в абсолютных значениях (X,Z,R), заданные величины смещения действуют как новые величины. Если задание производится в инкрементных значениях (U,W,C), новые величины смещения будут равны сумме заданных (через G10) величин и текущих величин смещения.



##### Формат команды

(1) Ввод смещения системы координат детали (L2)

<b>G10 L2 P_ X_(U_) Z_(W_) ;</b>	
P	Номер корректора
X	Величина смещения по оси X (абсолютная)
U	Величина смещения по оси X (инкрементная)
Z	Величина смещения по оси Z (абсолютная)
W	Величина смещения по оси Z (инкрементная)

(2) Ввод смещения по длине инструмента (L10)

<b>G10 L10 P_ X_(U_) Z_(W_) R_(C_) Q_ ;</b>	
P	Номер корректора
X	Величина смещения по оси X (абсолютная)
U	Величина смещения по оси X (инкрементная)
Z	Величина смещения по оси Z (абсолютная)
W	Величина смещения по оси Z (инкрементная)
R	Величина коррекции на радиус при вершине инструмента (абсолютная)
C	Величина коррекции на радиус при вершине инструмента (инкрементная)
Q	Условная точка вершины инструмента

(3) Ввод смещения по износу инструмента (L11)

<b>G10 L11 P_ X_(U_) Z_(W_) R_(C_) Q_ ;</b>	
P	Номер корректора
X	Величина смещения оси X (абсолютная)
U	Величина смещения оси X (инкрементная)
Z	Величина смещения оси Z (абсолютная)
W	Величина смещения оси Z (инкрементная)
R	Величина коррекции на радиус при вершине инструмента (абсолютная)
C	Величина коррекции на радиус при вершине инструмента (инкрементная)
Q	Условная точка вершины инструмента

(4) Если отсутствует команда L ввода смещения по длине инструмента (L10) или ввода смещения по износу инструмента (L11), то тогда:

Команда ввода смещения по длине инструмента: P = 10000 + номер корректора

Ввод смещения по износу инструмента : P = номер корректора

(5) Отмена ввода смещения

<b>G11 ;</b>
--------------

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.5. Программный ввод смещения инструмента



#### Детальное описание

(1) В следующей таблице показаны диапазоны задания номеров корректоров и словных точек вершины инструмента.

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания		
		L2	L10	L11
P	Номер	0: Внешнее смещение 1 :G54 смещение детали 2:G55 смещение детали 3:G56 смещение детали 4:G57 смещение детали 5:G58 смещение детали 6:G59 смещение детали	Если присутствует  1 ~ Максимальный  Если отсутствует  10001 ~ 10000 + макс. номер	Если команда L присутствует / отсутствует : 1 ~ Максимальный номер корректора
Q	Условная	—	0-9	

**(Примечание 1)** Максимальное величина для P (номер корректора) при вводе смещения инструмента (L10 или L11) составляет 80 и более, в зависимости от опций. (Количество корректоров будет отличаться в зависимости от модели, поэтому следует смотреть спецификацию устройства.)

(2) Диапазон задания величины смещения приведен ниже. Ошибка программирования (P35) будет выдаваться для любого значения, не соответствующего данной таблице после преобразования заданной величины. При инкрементном задании диапазон смещения определяется как сумма текущего и заданного смещения.

Дискретность	Величина смещения по длине инструмента		Величина смещения по износу инструмента	
	Метрическая система	Дюймовая система	Метрическая система	Дюймовая система
#1003=B	±99999.999 (мм)	±9999.9999 (дюйм)	±999.999 (мм)	±99.9999 (дюйм)
#1003=C	±99999.9999 (мм)	±9999.99999 (дюйм)	±999.9999 (мм)	±99.99999 (дюйм)
#1003=D	±99999.99999 (мм)	±9999.999999 (дюйм)	±999.99999 (мм)	±99.999999 (дюйм)
#1003=E	±99999.999999 (мм)	±9999.9999999 (дюйм)	±999.999999 (мм)	±99.9999999 (дюйм)



## Меры предосторожности и ограничения

- (1) Контроль диапазона задания величины смещения  
Задаваемые величина и инкрементальная величина коррекции по износу должны быть меньше, соответственно, максимального общего значения величины коррекции и максимально допустимой при вводе величины аддитивной коррекции по износу. Если будут заданы величины, большие, чем эти предельные значения, выдается ошибка программирования (P35).
- (2) G10 является немодальной командой и действительна только для текущего кадра.
- (3) Ввод смещения может аналогично производиться для 3-й оси, однако если в качестве третьей оси задана ось C, то адрес C рассматривается как инкрементное командное значение радиуса вершины инструмента в командах L10 или L11.
- (4) Если задано некорректное число L или номер коррекции инструмента, выдается ошибка программирования (P172 или P170 соответственно).
- (5) Если пропущена команда P, то это будет рассматриваться как задание текущей величины смещения системы координат детали.
- (6) Выдается ошибка программирования (P35), если величина смещения находится за пределами допустимого диапазона значений.
- (7) X, Z и U, W могут быть введены одновременно в одном кадре. Но если задан адрес, управляющий тем же смещением (X, U или Z, W), действительным будет адрес, который введен последним.
- (8) Смещение будет введено, если задан хотя бы один адрес, следующий за G10 L(2/10/11) P\_. Выдается ошибка программирования (P33), если не задано ни одного адреса.

**(Пример)** G10L10P3Z50. ;

↓

#	Z
3	50.000

[Данные по длине инструмента]

- (9) Десятичные точки действительны при задании смещения.
- (10) G40 ~ G42 игнорируются, если они заданы в одном кадре с G10.
- (11) Запрещается задавать G10 в одном и том же кадре с заданием постоянных циклов и командами вызова подпрограмм.  
Это может привести к неправильной работе и программным ошибкам.
- (12) Если команда T задана в одном кадре с G10 при значении параметра "#1100 Tmove0" равным нулю, смещение будет завершено в следующем кадре.
- (13) Для системы с несколькими C-осями ввод смещения системы координат детали выполняется для всех осей.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.6. Управление ресурсом стойкости инструмента II

#### 12.6. Управление ресурсом стойкости инструмента II



##### Функция и назначение

Система управления ресурсом стойкости инструмента разделяет используемые инструменты на несколько групп. После этого осуществляется управление ресурсом стойкости (время использования, количество применений) инструментов каждой группы. При достижении предела ресурса стойкости, будет по порядку выбран аналогичный запасной инструмент в той же группе. Функция управления ресурсом стойкости инструмента с использованием запасных инструментов обеспечивает автономную работу станка на протяжении длительного времени.

(1) Количество инструментов с управлением ресурсом стойкости	Одноканальная система :	Максимум 80 инструментов
(2) Количество групп	Многоканальная система :	Макс. 40 инструментов/канал
(3) № группы	Одноканальная система :	Максимум 80 инструментов
(4) Количество инструментов в одной группе	Многоканальная система :	Макс. 40 инструментов/канал
(5) Ресурс стойкости		1 - 9999
(6) Количество ресурсов		Максимум 16 инструментов
		0 - 999999 минут (примерно. 16667 часов)
		0 - 999999 раз

Данные управления ресурсом стойкости инструмента могут быть заданы из программы NC либо в меню управления ресурсом стойкости инструмента.

Смотри Инструкцию по эксплуатации для получения информации по методам работы в меню управления ресурсом стойкости инструмента.

При использовании программы NC, регистрация данных производится тем же способом, что и при программном вводе коррекции.



##### Формат команды

<b>G10 L3 ;</b>	<b>Начало регистрации данных управления ресурсом</b>
<b>P_ L_ N_ ;</b>	<b>Регистрация № группы., ресурса на инструмент, метода</b>
<b>T_ ;</b>	<b>Регистрация номера инструмента;</b>
<b>T_ ;</b>	
<b>P_ L_ N_ ;</b>	<b>Регистрация след.№ группы., ресурса на инструмент, метода</b>
<b>T_ ;</b>	<b>Регистрация номера инструмента.;</b>
<b>T_ ;</b>	
<b>G11 ;</b>	<b>Конец регистрации данных управления ресурсом</b>
<b>P</b>	№ группы. (1 - 9999)
<b>L</b>	Ресурс на инструмент (0 - 999999 минут или 0 - 999999 раз)
<b>N</b>	Метод (0: управление временем, : управление кол-вом раз)
<b>T</b>	№ инструмента.; запасной инструмент выбирается в зарегистрированном здесь порядке. (Номер инструмента 1 - 999999. № коррекции. 1 - 80) Tn соответствует параметрам.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.6. Управление ресурсом стойкости инструмента II



#### Меры предосторожности и ограничения

- (1) Данные ресурса стойкости инструмента регистрируются при выполнении указанных выше команд в режиме MEMORY или MDI.
- (2) При выполнении указанных выше команд все ранее зарегистрированные данные (№ группы, № инструмента, данные о ресурсе стойкости) будут удалены. Зарегистрированные данные сохраняются даже при выключении электропитания.
- (3) № группы, заданный при помощи P, может не иметь последовательную очередность, однако по возможности должен задаваться по возрастанию. Это позволит облегчить контроль за параметрами меню. № группы не может дублироваться.
- (4) Если данные по ресурсу стойкости L\_ пропущены, данные по ресурсу стойкости для данной группы будут равны "0". Если N\_, задающий способ, пропущен, способ для данной группы будет соответствовать параметру CNC "#1106Tcount".
- (5) Программирование с № последовательности не допустимо между G10 L3 и G11.
- (6) Если сигнал подсчета данных использования (YC8A) включен, G10 L3 не может задаваться.(P177 LIFE COUNT ACT)



#### Пример программы

##### (1) Формат

:	
T□□□□□□□□99 ;	Начало использования □□□□□□□□ группы инструмента
:	
:	
T□□□□□□□□88 ;	Отмена смещения □□□□ группы инструмента
:	(Эквивалентно TΔΔ00: ΔΔ - № используемого инструмента).
:	
M02 (M30) ;	Конец программы обработки

##### (2) Фактический пример

:	
T0119 ;	Начало использования инструмента группы 01
:	
:	
T0188 ;	Отмена смещения инструмента группы 01
:	Если номер используемого инструмента равен 17, это эквивалентно T1700
:	
T0609 ;	Выбор инструмента №. 06 и смещения №. 09.
:	* Управление ресурсом стойкости не выполняется для инструмента 06.
:	
T0600 ;	Отмена смещения инструмента группы 0
:	
:	
T0299 ;	Начало использования инструмента группы 02
:	
:	
T0199 ;	Начало использования инструмента группы 01
:	Если выбранный инструмент имеет несколько номеров коррекции, выбирается второй номер коррекции.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.6. Управление ресурсом стойкости инструмента II



Пример выбора инструмента (если один инструмент имеет несколько номеров коррекции)

- (1) Для использования нескольких номеров коррекции для одного инструмента следует выбрать следующий номер коррекции для каждой команды T□□□□99.
- (2) Если T□□□□99 задано с большим значением, чем зарегистрированные номера коррекции, будет выбран последний номер коррекции, после чего выполнение операции продолжится. (Смотри следующий пример.)

<u>Регистрация для группы 1</u>	<u>Программа</u>	<u>Выбор инструмента</u>
T1701	T0199 ;	Эквивалент T1701
:		
T1702	T0199 ;	Эквивалент T1702
:		
T1703	T0199 ;	Эквивалент T1703
:		
T2104	T0199 ;	Эквивалент T1703
:		
(Группа 1)	:	(Далее также, пока инструмент 17 не достигнет предела ресурса.)

- (3) Если указанная выше программа выполняется после сброса по M02/M30 либо после внешнего сброса, выбор будет производиться на основании головного номера коррекции.

#### 12.6.1. Расчет ресурса стойкости инструмента



##### Функция и назначение

Расчет ресурса стойкости инструмента может производиться либо по расчету времени использования, либо по расчету количества применений. Метод подсчета ресурса может изменяться через параметр (#1277ext13/bit0).

Если данные по применениям равны или превышают значение ресурса стойкости инструмента в результате подсчета, запасной инструмент в группе будет выбран командой выбора следующей группы (T□□□99), после чего счет начнется для вновь выбранного инструмента.

Если все инструменты в группе достигли предела ресурса стойкости и нельзя выбрать запасной инструмент, подсчет продолжится.

##### (1) Счет времени использования.

Находясь в режиме обработки (G01, G02, G03, G31, G33, и т.д.), время, в течение которого используется инструмент, подсчитывается в единицах 100 мс.

Подсчет времени не ведется при выдержке времени, блокировке станка (machine lock), блокировке при выполнении вспомогательной функции или холостом ходу. Подсчитывать ли время для покадрового режима или нет, зависит от настройки параметров.

##### (Примечание)

- Максимальное значение стойкости инструмента составляет 999999 минут.
- Данные выводятся на экран в минутах в меню Управления ресурсом стойкости инструмента.

## 12. Функции смещения инструмента

### 12.6. Управление ресурсом стойкости инструмента II

#### (2) Счет количества применений.

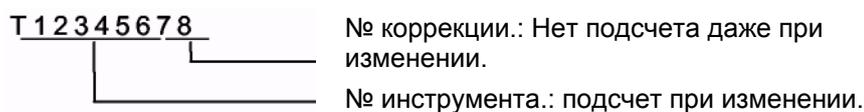
##### (a) Тип 1 (#1277 ext13/bit0: 0)

Количество применений наращивается при изменении номера используемого инструмента по команде выбора инструмента (T□□□□99). Это происходит, если программа находится в режиме обработки (за исключением режимов блокировки станка (machine lock), блокировки при выполнении вспомогательной функции и холостого хода). Подсчет применений не производится, если не активирован режим обработки, даже после изменения номера инструмента. Производить ли подсчет для покадрового режима или нет, зависит от настройки параметров.

##### (Примечание)

- Максимальное значение стойкости инструмента составляет 999999 раз.
- При изменении только номера коррекции используемого инструмента подсчет не производится.

**Пример:** Если код T используемого инструмента равен T12345678



«Пример операции»



\* Количество применений действует при выполнении одной программы. Если произойдет повторное выполнение программы после сброса, подсчет производится будет с начала.

##### (b) Тип 2 (#1277 ext13/bit0: 1)

- Только группа, используемая при обработке с момента начала программы обработки до ее сброса будет иметь приращение "1". Расчет выполняется по сбросу,
- Если задана команда повторного подсчета M, группа, используемая до этого момента, будет иметь приращение "1" на счетчике.

**(Примечание 1)** Подсчет не производится при блокировке станка (machine lock), блокировке при выполнении вспомогательной функции или холостом ходе.

**(Примечание 2)** Производить ли подсчет для покадрового режима или нет, зависит от настройки параметров

**(Примечание 3)** Максимальное значение стойкости инструмента составляет 999999 раз.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима



#### Функция и назначение

На токарном станке при выполнении предварительной обработки и других подобных операций, данные циклы позволяют задать в одном кадре последовательность действий, задаваемую, обычно, в нескольких кадрах. Иными словами они упрощают программу обработки. Возможны следующие типы постоянных циклов токарной обработки.

G код	Функция
G77	Цикл продольного точения
G78	Цикл нарезания резьбы
G79	Цикл обработки торца



#### Формат команды

G77 X/U\_\_ Z/W\_\_ R\_\_ F\_\_

(так же и для G78, G79)



#### Детальное описание

- (1) Команды постоянных циклов являются модалными, поэтому они действительны, пока не будет задана другая команда в той же группе, либо не будет задана команда отмены. Могут задаваться следующие G – команды для отмены.  
G00, G01.G02, G03  
G07,  
G09,  
G10.G11,  
G27, G28, G29, G30,  
G31,  
G33, G34,  
G37,  
G92,  
G52, G53,  
G65,
- (2) Вызов постоянного цикла это вызов кадра с командой движения.  
Вызов кадра команды движения вызывает макроподпрограмму постоянного цикла только в том случае, если в режиме постоянного цикла присутствует задание движения оси. Это выполняется до отмены постоянного цикла.
- (3) Ручное прерывание может быть применено во время выполнения постоянного цикла (G77 ~ G79).  
После окончания прерывания инструмент должен быть возвращен в позицию, где произошло ручное прерывания, после чего постоянный цикл может быть продолжен. Если продолжение цикла произойдет без возврата инструмента, все последующие операции будут смещены на величину отвода при ручном прерывании.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

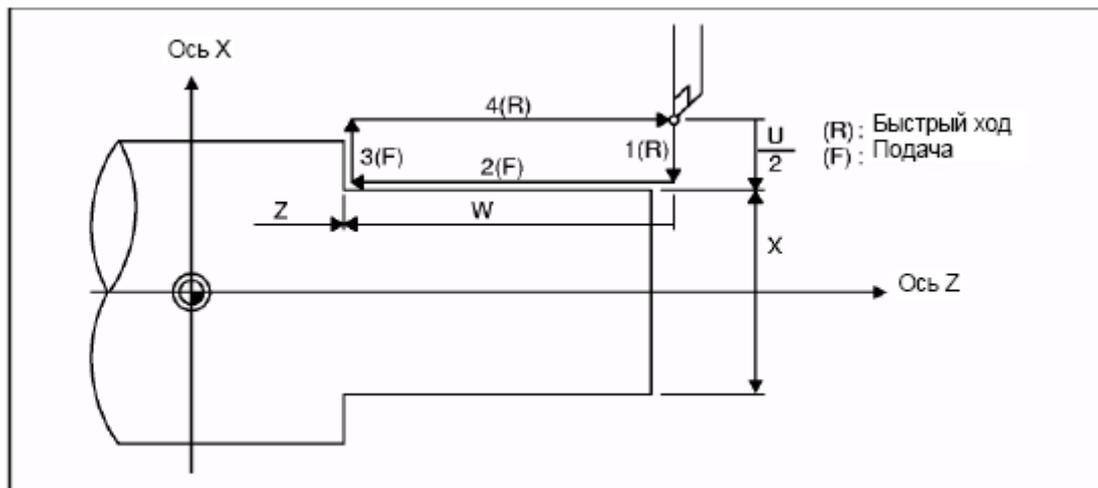
#### 13.1.1. Цикл продольной обработки; G77



##### Цилиндрическая обработка

Данная функция активирует непрерывную обработку в продольном направлении при следующем задании.

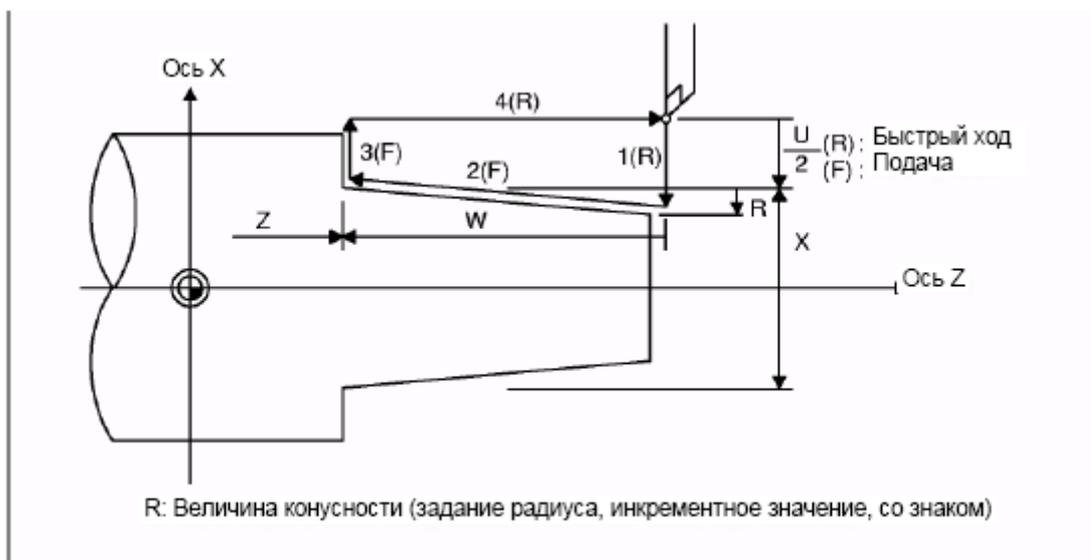
G77 X/U\_\_ Z/W\_\_ F\_\_ ;



##### Коническая обработка

Данная функция активирует непрерывную коническую обработку в продольном направлении при следующем задании.

G77 X/U\_\_ Z/W\_\_ R\_\_ F\_\_ ;

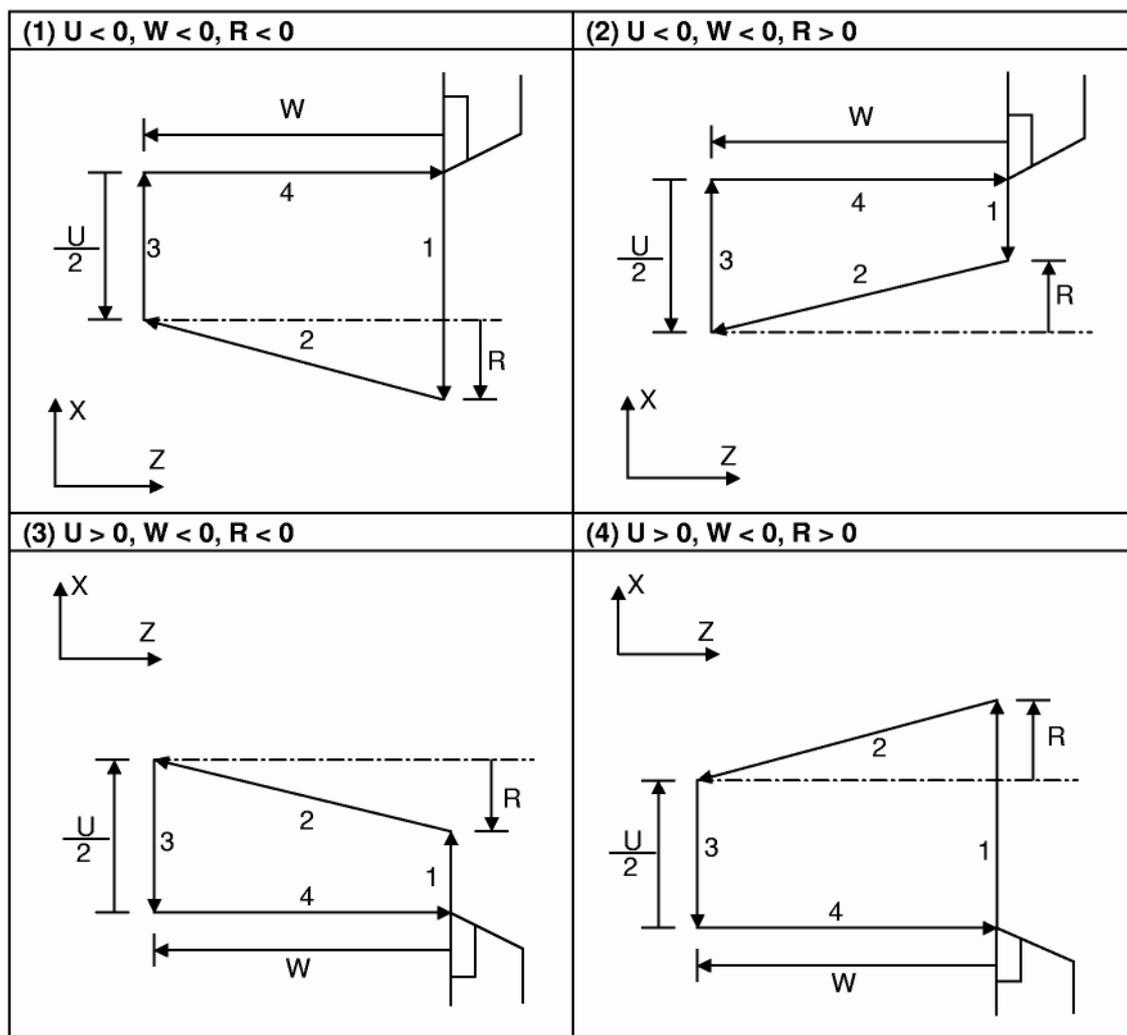


При покадровом выполнении инструмент останавливается в конечных точках операций 1,2,3 и 4.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

В зависимости от знаков U, W и R создаются следующие формы.



Выдается ошибка программирования (P191) для форм (2) и (3), если не будет выполняться следующее условие.

$$|u/2| \geq |r|$$

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

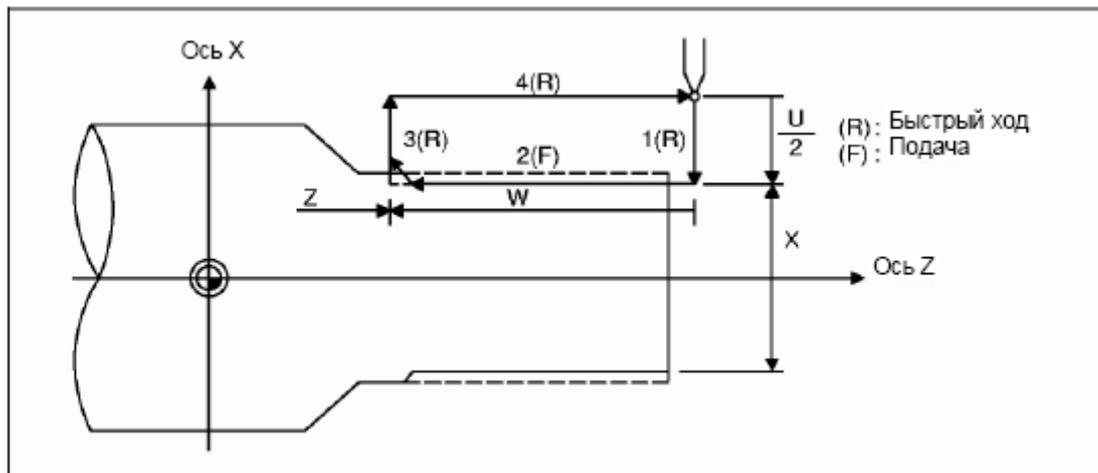
#### 13.1.2. Цикл нарезания резьбы; G78



##### Цилиндрическая резьба

Данная функция активирует нарезание цилиндрической резьбы при следующем задании.

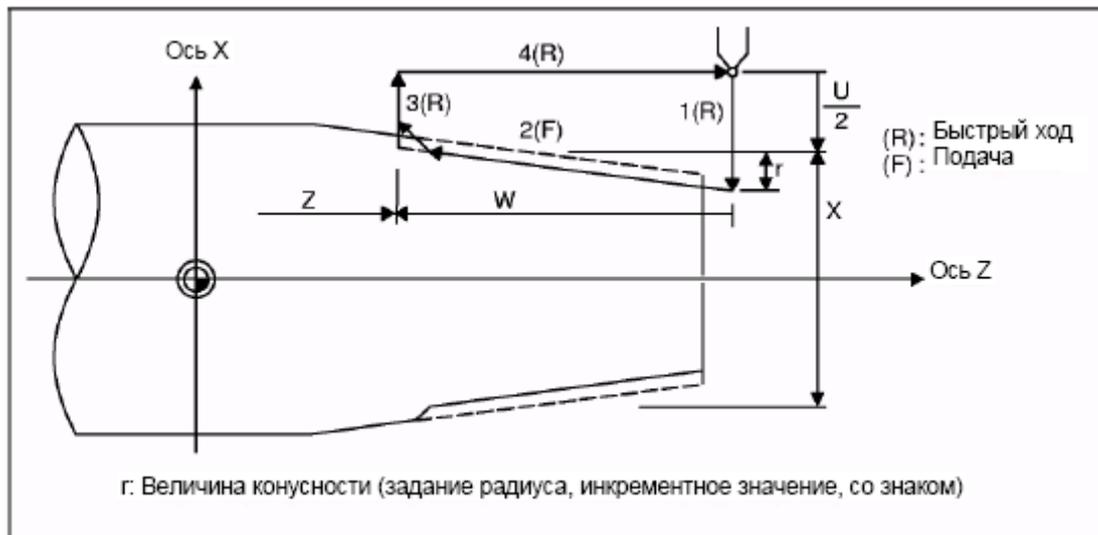
G78 X/U\_\_ Z/W\_\_ F/E\_\_ Q\_\_ ;



##### Коническая резьба

Данная функция активирует нарезание конической резьбы при следующем задании.

G78 X/U\_\_ Z/W\_\_ R\_\_ F/E\_\_ Q\_\_ ;



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима



#### Подробное описание снятия фасок

	<p><math>\alpha</math> : Величина фасок резьбы Если в качестве шага резьбы принять <math>L</math>, параметр может быть задан в единицах <math>0.1 L</math> от 0 до <math>12.7L</math>.</p> <p><math>\theta</math> : Угол фасок резьбы Параметр может быть задан в единицах <math>1^\circ</math> от <math>0</math> до <math>89^\circ</math></p>
--	--

При покадровом выполнении инструмент останавливается в конечных точках операций 1, 3 и 4.

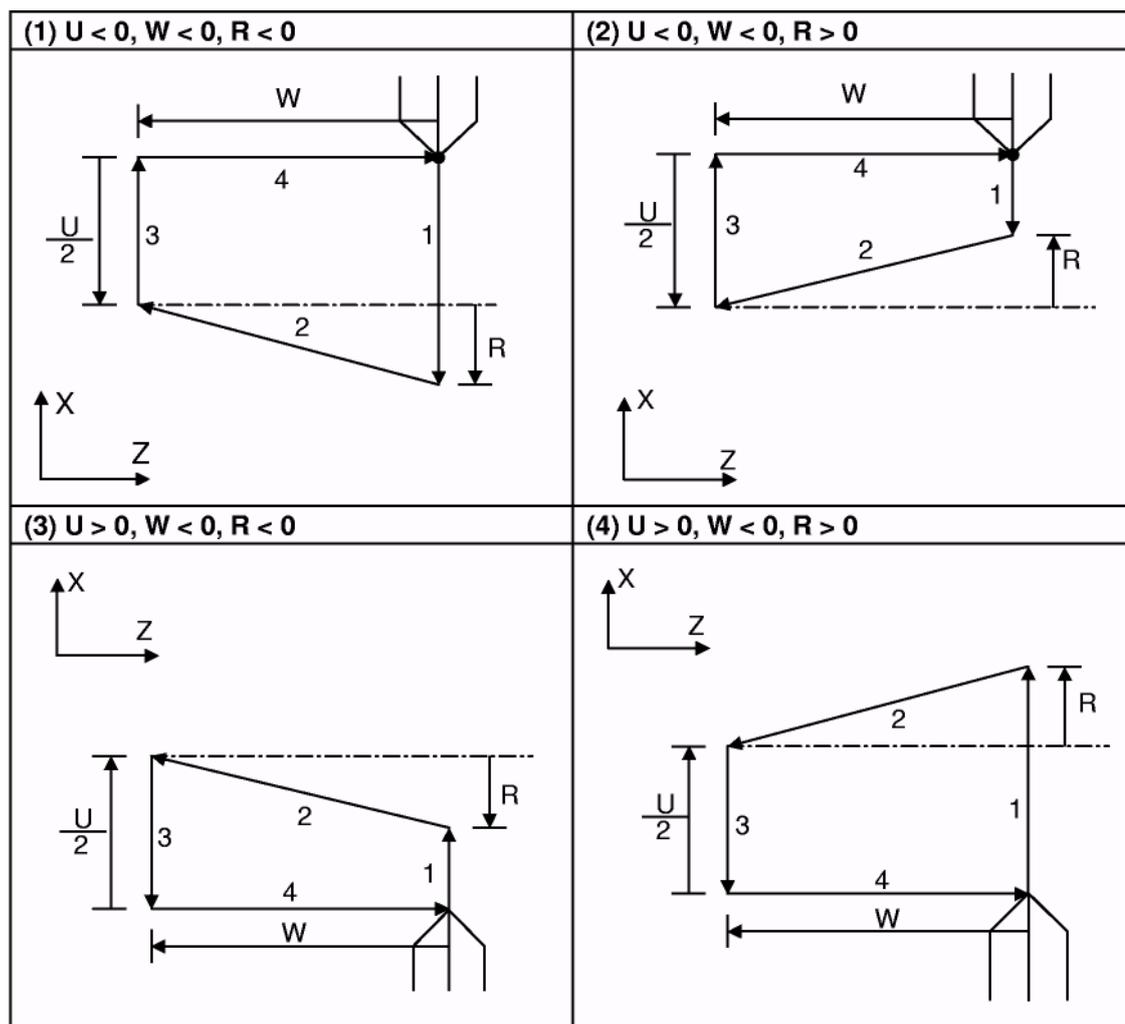
Если задается функция блокировки подачи при выполнении цикла нарезания резьбы, автоматические действия будут остановлены, если в этот момент нарезание резьбы не выполняется, либо если нарезание резьбы задано, но движение оси не началось.. Если нарезание резьбы началось, автоматические действия будут остановлены в позиции завершения движения при нарезания резьбы (завершение операции 3).

Задание холостого прогона не влияет на процесс нарезания резьбы.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

В зависимости от знаков U, W и R создаются следующие формы.



Выдается ошибка программирования (P191) для форм (2) и (3), если не выполняется условие

$$|u/2| \geq |r|$$

**(Примечание 1)** Угол сдвига начала нарезания резьбы не является модальным значением. Если отсутствует команда Q с G78, она будет распознаваться как "Q0".

**(Примечание 2)** Если значение, превышающее 360.000, задано для G78 Q, оно будет интерпретироваться как "Q360.000".

**(Примечание 3)** G78 режет один ряд один циклом. Для нарезания двух рядов следует изменить значение Q и задать ту же команду.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

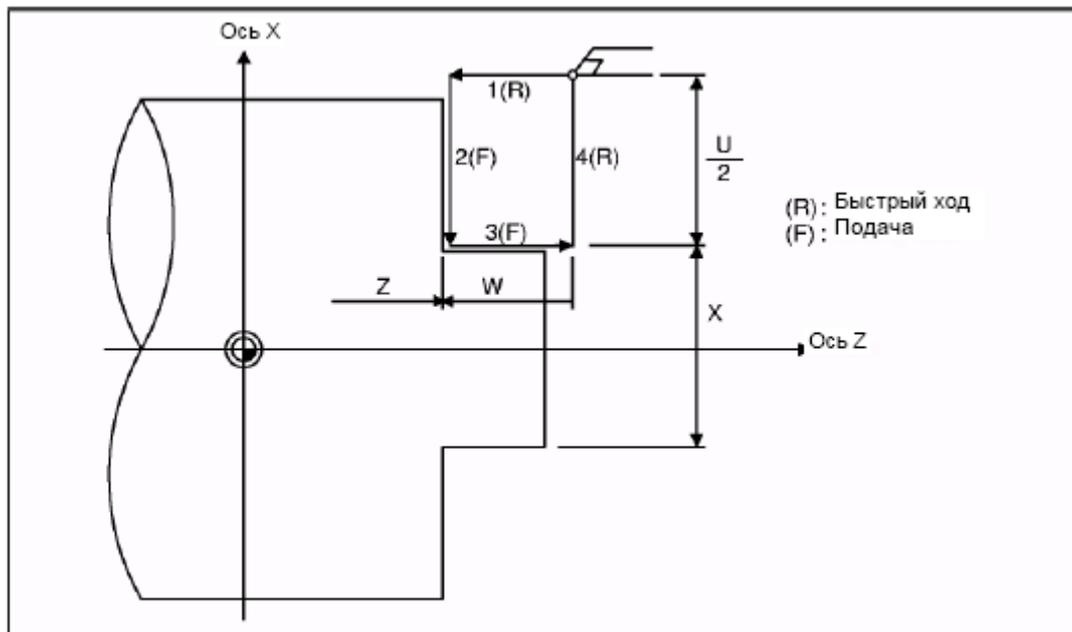
#### 13.1.3. Цикл обработки торца ; G79



#### Цилиндрическая обработка

Данная функция активирует непрерывную цилиндрическую обработку торца при следующем задании.

G79 X/U\_Z/W\_F\_



## 13. Вспомогательные программные функции

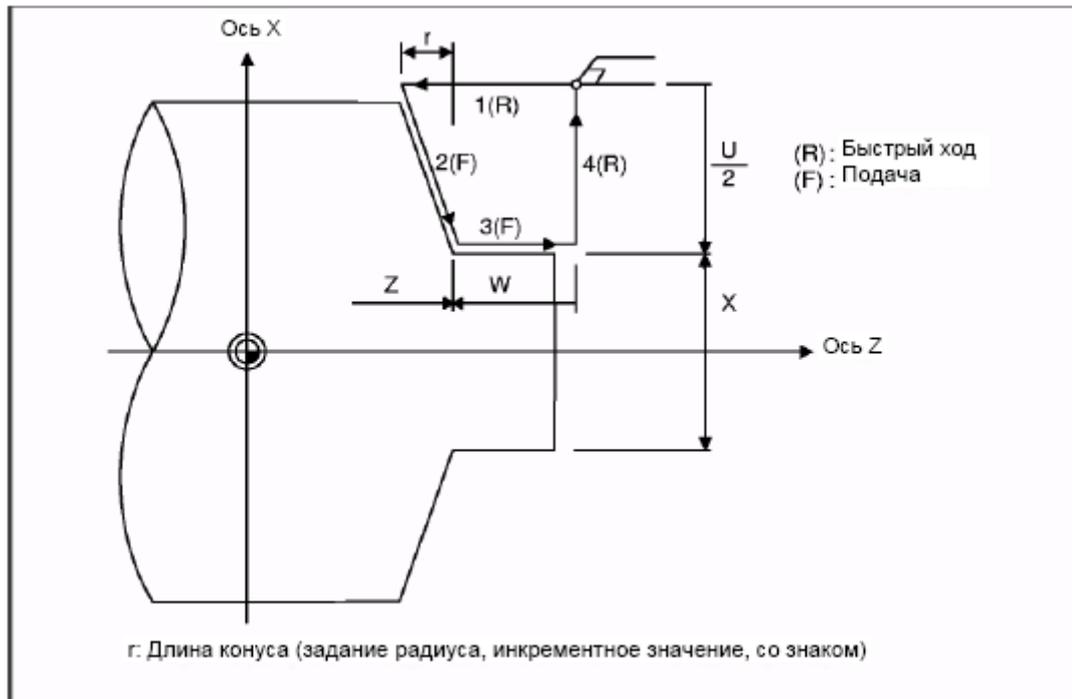
### 13.1. Постоянные циклы токарного режима



#### Коническая обработка

Данная функция активирует непрерывную коническую обработку торца при следующем задании.

G79 X/U\_Z/W\_R\_F\_;

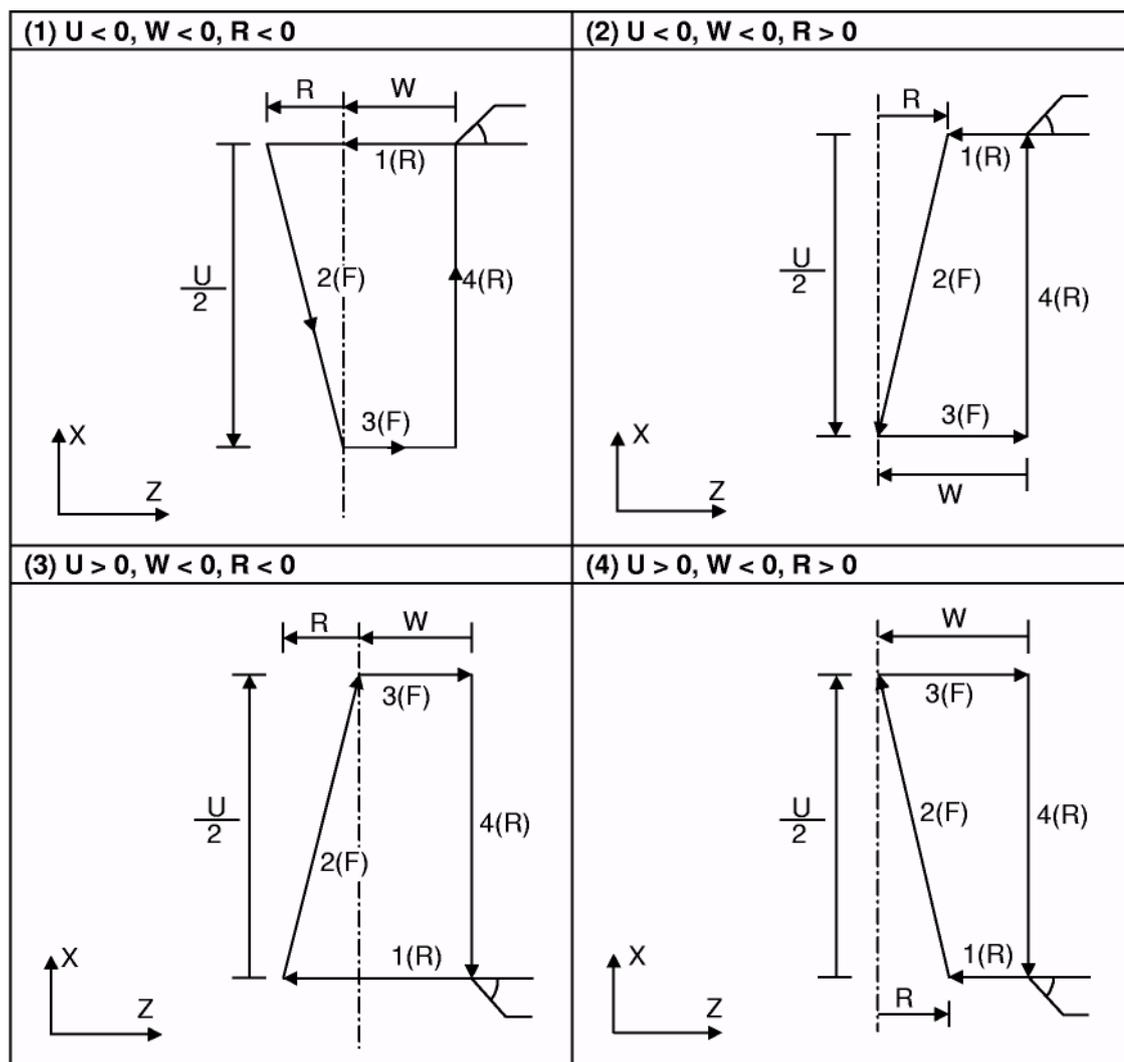


В покадровом режиме инструмент останавливается в конечных точках операций 1,2,3 и 4.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.1. Постоянные циклы токарного режима

В зависимости от знаков U, W и R создаются следующие формы.



Выводится ошибка программирования (P191) для форм (2) и (3), если не выполняется следующее условие.

$$|w| \geq |r|$$

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.2. Постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)

#### 13.2. Постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)



##### Функция и назначение

На токарном станке при выполнении предварительной обработки и других подобных операций, данные циклы позволяют задать в одном кадре последовательность действий, задаваемую, обычно, в нескольких кадрах. Иными словами они упрощают программу обработки.

При использовании специального формата ЧПУ Мицубиси (#1265 ext01/bit1 ON) возникают отличия в некоторых адресах от обычного формата. Отличающиеся команды описаны ниже. Смотрите раздел 13.1 для детального описания постоянных циклов токарной обработки.



##### Формат команды

G77 X(U)\_ Z(W)\_ I\_ F\_ ;  
(The same for G78)

G79 X(U)\_ Z(W)\_ K\_ F\_ ;



##### Детальное описание

(1) Сравнение обычного формата и спец. формата ЧПУ Мицубиси.

Некоторые адреса в спец. формате ЧПУ Мицубиси отличаются от адресов в обычном формате.

Функция	Спец. формат ЧПУ Мицубиси	Обычный формат	Отличия от обычного формата
Цикл продольной обработки	G77 X Z I F ; или G77 U W I F ;	G77 X Z R F ; или G77 U W R F ;	Величина убывания на конус Задается с помощью R → I
Цикл нарезания резьбы	G78 X Z I F ; или G78 U W I F ;	G78 X Z R F ; или G78 U W R F ;	Величина убывания на конус Задается с помощью R → I
Цикл обработки торца	G79 X Z K F ; или G79 U W K F ;	G79 X Z R F ; или G79 U W R F ;	Величина убывания на конус Задается с помощью R → K

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



##### Функция и назначение

Данные функции активируют выполнение постоянных циклов, для которых задана соответствующая программа.

Виды постоянных циклов перечислены ниже.

G код	Функция	
G70	Цикл чистовой обработки	Смешанные постоянные циклы I токарного режима
G71	Продольный черновой цикл (снятие фасок конечной формы)	
G72	Цикл поперечной черновой обработки (снятие фасок конечной формы)	
G73	Цикл черновой обработки деталей с формообразованием	Смешанные постоянные циклы II токарного режима
G74	Цикл поперечной обработки со стружкодроблением	
G75	Цикл продольной обработки со стружкодроблением	
G76	Цикл нарезания комбинированной резьбы	

Если для любого, из перечисленных выше смешанных постоянных циклов I (G70 ~ G73), программа конечной формы не будет введена в память, цикл не может быть выполнен.



##### Формат команды

G70 A__P__Q__;
G71 U__R__;
G71 A__P__Q__U__W__F__S__T__;
G72 W__R__;
G72 A__P__Q__U__W__F__S__T__;
G73 U__W__R__;
G73 A__P__Q__U__W__F__S__T__;
G74 R__;
G74 X(U)__Z(W)__P__Q__R__F__;
(То же самое для G75)
G76 P__R__;
G76 X(U)__Z(W)__P__Q__R__F__;



##### Детальное описание

- (1) Команды A, P и Q смешанных постоянных циклов I описаны ниже.
  - (a) Если команда A отсутствует, то в выполняемой программе происходит вызов команд P и Q.  
Если команда A задана, а команда P отсутствует, то головной кадр программы, заданной командой A рассматривается как команда P.
  - (b) Если команда Q отсутствует, операция продолжается, пока не будет обнаружена команда M99.  
Если отсутствуют команды Q и M99, операция продолжается до последнего кадра в программе конечной формы.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.1. Цикл продольной черновой обработки; G71



#### Функция и назначение

Функция вызывает программу конечной формы, после чего автоматически рассчитывает траекторию инструмента, производит черновую обработку в продольном направлении.



#### Формат команды

<b>G71 Ud Re Hh ; (Может пропускаться, если используется заданное в параметрах значение)</b> <b>G71 Aa Pp Qq Uu Ww Ff Ss Tt ;</b>	
<H0: Используется для конечной формы без выточек	<H1: Как правило, используется для конечной формы с выточками >
<p>G71 Ud Re H0 ; G71 Pp Qq ... ;</p> <p>Точка начала черновой обработки</p>	<p>G71 Ud Re H1 ; G71 Pp Qq ... ;</p> <p>Точка начала черновой обработки</p> <p>Основание отверстия</p>
<b>Ud</b> Глубина врезания (модальная).....Параметр ("G71 THICK") Единица задания ..... радиальная $\mu\text{m}/(1/10000 \text{ дюйма})$	
<b>Re</b> Величина отвода (модальная) ..... Параметр ("G71 PULL UP") Единица задания ..... радиальная $\mu\text{m}/(1/10000 \text{ дюйма})$	
<b>Hh</b> Обработка выточек (модальная) ..... Параметр ("G71 SOCKET") 0: Это выбирается только для законченных форм, не имеющих выточек. Зона резания будет отходить под $45^\circ$ за цикл, в итоге отслеживая конечную форму. 1: Это может быть выбрано независимо от того, присутствует или отсутствует в конечной форме выточка. В течение каждого цикла зона резания будет отслеживать конечную форму. Параметр метода обработки [Параметр управления] "#8110 G71/G72 SOCKET" 0: Обработка без выточек 1: Обработка с выточками Обработка выточек выбирается параметром "#8110 G71/G72 SOCKET" или Hh. Однако если следующие параметры активированы, обработка выточек будет автоматически выбираться в соответствии с количеством осей в начальном кадре программы конечной формы. <ext08/bit0=0> Соответствует заданному параметру "#8110 G71/G72 SOCKET" или Hh. <ext08/bit0=1 > Если оси X и Z заданы в начальном кадре программы конечной формы: Обработка выточек (эквивалентно H1) Если только ось X или Z задана в начальном кадре программы конечной формы: Эквивалентно H0	
<b>(Примечание)</b> При ext08/bit0= 1, инструмент будет отводиться в направлении оси X во время обработки. (Смотри раздел 13.3.1. "Метод обработки и величина отвода" для получения подробной информации.)	

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

Aa	№ программы конечной формы. (Если пропущено, то текущая программа) Если команда A пропущена, используются команды P и Q выполняемой программы. Если A пропущена, программа будет выполняться в соответствии с G71, после чего будет выполняться программа, следующая за Qq (№ кадра конца последовательности программы конечной формы.) Вместо адреса A можно указать имя файла, заключенное в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая расширение.)
Pr	№ кадра начала последовательности программы конечной формы. (Начало программы при пропуске)
Qq	№ кадра конца последовательности в программе конечной формы. (Окончание программы при пропуске) Даже если задана Q, но если первой задана команда M99, программа будет продолжаться до M99.
Uu	Чистовой припуск в направлении оси X (При пропуске чистовой припуск в направлении оси X принимается за 0.) Единицы соответствуют заданию диаметра/радиуса $\mu\text{m}/(1/10000 \text{ дюйма})$ (#1019 dia).
Ww	Чистовой припуск в направлении оси Z (При пропуске чистовой припуск в направлении оси Z принимается за 0.) Единицы соответствуют заданию диаметра/радиуса $\mu\text{m}/(1/10000 \text{ дюйма})$
Ff	Скорость подачи. При пропуске соответствует скорости подачи (модальная величина) заданной перед G71.
Ss,Tt	Функция шпинделя, функция инструмента.



#### Действительность обработки выточек

##### (1) Действительность секции выточки

Началом секции выточки считается кадр последовательности программы конечной формы, для которого в предыдущем кадре перемещения не было команды движения по X или ось X перемещалась от дна выточки и обратно.

(Примечание) Во время коррекции на радиус вершины инструмента о действительности секции выточки судят в соответствии с конечной формой с учетом коррекции на радиус вершины инструмента.

##### (2) Выбор обработки выточки

Выполнение обработки выточки задается с помощью Nn, но также может быть задано параметрами. Обработка выточки выполняется, если две оси X и Z заданы в первом кадре перемещений последовательности программы конечной формы.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Форма обработки

#### (1) Начальный и конечный кадры программы конечной формы

G71 A\_\_ P\_\_ Q\_\_

Начальный и конечный кадры программы конечной формы задаются указанной выше командой.

Всего может быть максимум 50 кадров программы конечной формы, включая кадры, задания фасок, скруглений углов и радиуса при вершине инструмента. Выдается ошибка программирования (P202), если количество кадров превышает допустимое количество.

<При выключенной обработке выточек>	<При включенной обработке выточек>
<p>&lt;Если программа конечной формы создана в программе обработки, отличной от выполняемой в данный момент &gt;  G71 A__ P__ Q__,  A : № программы конечной формы.  P : № начального кадра последовательности программы конечной формы.  (С начала программы конечной формы при пропуске)  Q : № последнего кадра последовательности программы конечной формы. (До завершения программы конечной формы либо M99 при пропуске)</p>	<p>&lt;Если программа конечной формы создана в текущей программе &gt;  G71 P__ Q__,  P : № начального кадра последовательности программы конечной формы.  Q : № последнего кадра последовательности программы конечной формы</p>
<p>Выполняемая на данный момент программа  G0 X80.0 Z75.0 T0101 ; ← (a)  G71 U10. R3. ; ← (b)  G71 <b>A100 P10 Q20</b> U3. W1.5 F500 S1500 ; ←(c)  G70 A100 P10 Q20 ; ← (d)</p> <p>Программа формы  <b>O100</b>  G28 XZ ;  <b>N10</b> G0 X15.0 Z65.0 ;  G1 Z55. F450 ;  G1 X30.0 ;  G3 X40.0 Z50.0 R5.0 ;  :  G1 Z42.0 ;  G1 X50.0 Z35.0 ;  <b>N20</b> G1 X60.0 ;  N30 G0 X13.0 Z68.0 ;  :  Очередность выполнения программы (a) (b) (c) (d)</p>	<p>Выполняемая на данный момент программа  G0 X80.0 Z75.0 T0101 ; ← (a)  G71 U10. R3. ; ← (b)  G71 <b>P10 Q20</b> U3. W1.5 F500 S1500 ; ←(c)</p> <p><b>N10</b> G0 X15.0 Z65.0 ;  G1 Z55. F450 ;  G1 X30.0 ;  G3 X40.0 Z50.0 R5.0 ;  G1 Z42.0 ;  G1 X50.0 ;  G1 X55.0 Z35.0 ;  <b>N20</b> G1 X60.0 ;  G70 A100 P10 Q20 ; ← (d)</p> <p>Очередность выполнения программы (a) (b) (c) (d)</p> <p>* Команда G70 Цикл чистовой обработки  Происходит окончательная обработка детали согласно программе чистовой обработки, после чего ось возвращается в позицию, заданную G70.</p>

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### (2) Обработка открытой зоны и обработка средней зоны

В цикле черновой обработки могут быть варианты, когда один конец заготовки остается открытым, или когда обработка начинается со средней зоны заготовки.

Обработка открытой зоны ..... Возможна, когда обработка выточек ВКЛ или ВЫКЛ

Обработка средней зоны ..... Возможна только, когда обработка выточек ВКЛ

(Весь цикл черновой обработки рассматривается как одна выточка)

	#1271 ext07/bit5 = 0	#1271 ext07/bit5 = 1
Обработка открытой зоны	<p>А (точка задания цикла G71) С (последний кадр конечной формы) Начальная точка черновой обработки В (начальный кадр конечной формы)</p>	<p>С (последний кадр конечной формы) А (точка задания цикла G71) Начальная точка черновой обработки В (начальный кадр конечной формы)</p>
Обработка средней зоны	<p>А (точка задания цикла G71) С (последний кадр конечной формы) Начальная точка черновой обработки = = В (начальный кадр конечной формы)</p>	<p>С (последний кадр конечной формы) А (точка задания цикла G71) = = Начальная точка черновой обработки В (начальный кадр конечной формы)</p>

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### (3) Направление черновой обработки

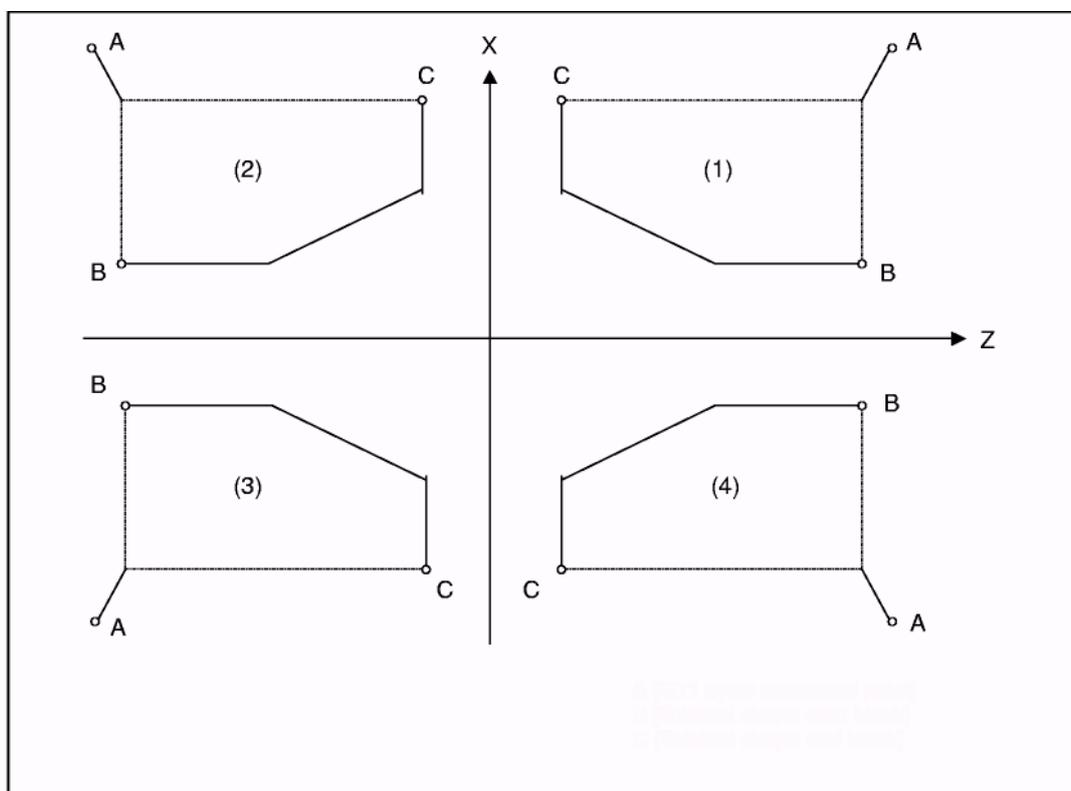
<Направление черновой обработки при выключенной обработке выточек>

Возможны варианты:

- Автоматическое определение в соответствии с программой конечной формы (ext09/bit2=0). Направление черновой обработки определяется в соответствии с программой конечной формы. Программой конечной формы задается  $A \rightarrow B \rightarrow C$ .

C (последний кадр конечной формы) ось X > B (начальный кадр конечной формы) ось Z	(1)или (2)
C (последний кадр конечной формы) ось X < B (начальный кадр конечной формы) ось Z	(2) или (4)
C (последний кадр конечной формы) ось Z > B (начальный кадр конечной формы) ось Z	(2) или (3)
C (последний кадр конечной формы) ось Z < B (начальный кадр конечной формы) ось Z	(1)или (4)

\* Выдается ошибка программирования (P203), если C (последний кадр конечной формы) ось X = B (начальный кадр конечной формы) ось X, либо C (последний кадр конечной формы) ось Z = B (начальный кадр конечной формы) ось Z.



A (точка задания цикла G71)

B (начальный кадр программы конечной формы)

C (последний кадр программы конечной формы)

- Задание в программе (ext09/bit2=1)  
Направление конечного припуска соответствует направлению чистового припуска, заданного в программе.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

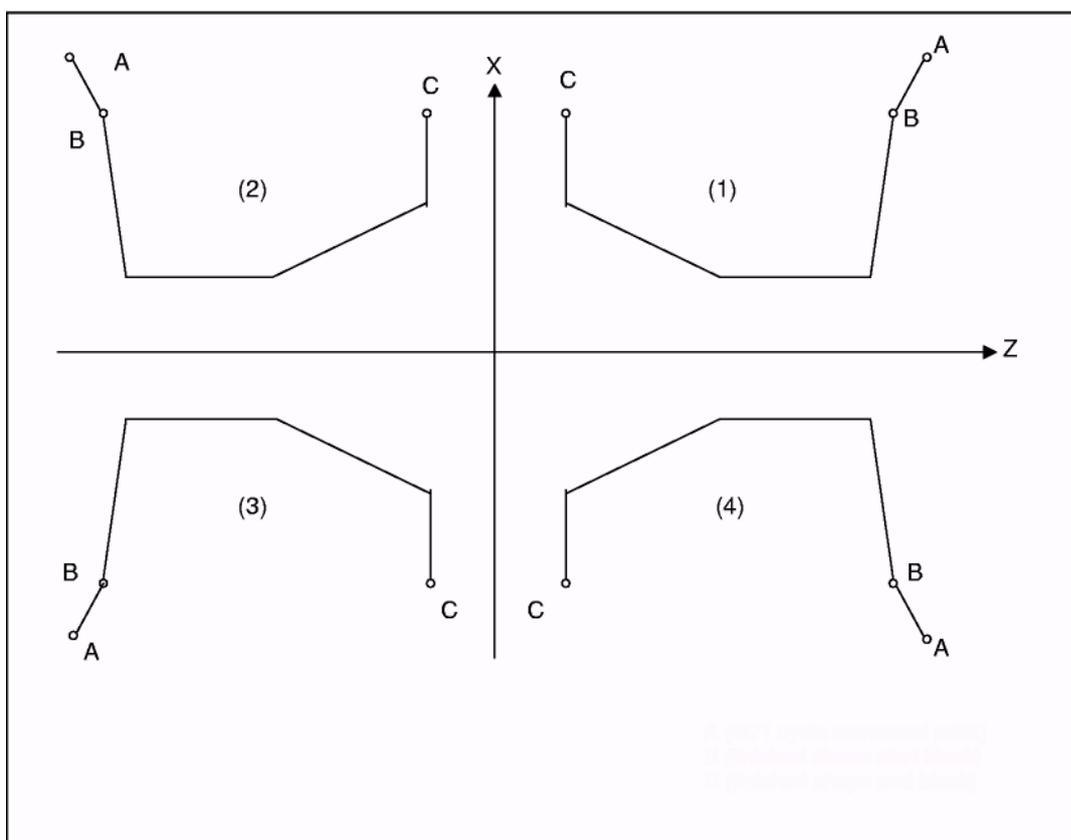
<Направление черновой обработки при включенной обработке выточек>

Возможны варианты:

- Автоматическое определение в соответствии с программой конечной формы (ext09/bit2=0). Направление черновой обработки определяется в соответствии с программой конечной формы. Программой конечной формы задается A -> B -> C.

A (точка задания цикла G71) ось X > B (начальный кадр конечной формы) ось X, и B (начальный кадр конечной формы) ось X ≤ C (последний кадр конечной формы) ось X	(1) или (2)
A (точка задания цикла G71) ось X < B (начальный кадр конечной формы) ось X, и B (начальный кадр конечной формы) ось X ≥ C (последний кадр конечной формы) ось X	(3) или (4)
C (последний кадр конечной формы) ось Z > B (начальный кадр конечной формы) ось Z	(2) или (3)
C (последний кадр конечной формы) ось Z < B (начальный кадр конечной формы) ось Z	(1) или (4)

\* Выдается ошибка программирования (P203), если C (последний кадр конечной формы) ось Z = B (начальный кадр конечной формы) ось Z.



A (точка задания цикла G71)

B (начальный кадр программы конечной формы)

C (последний кадр программы конечной формы)

\* При расположении точки B по оси X у начала координат метод будет соответствовать "< Направление черновой обработки при выключенной обработке выточек >".

- Задание в программе (ext09/bit2=1)  
Направление конечного припуска соответствует знаку величины чистового припуска, заданной в программе.

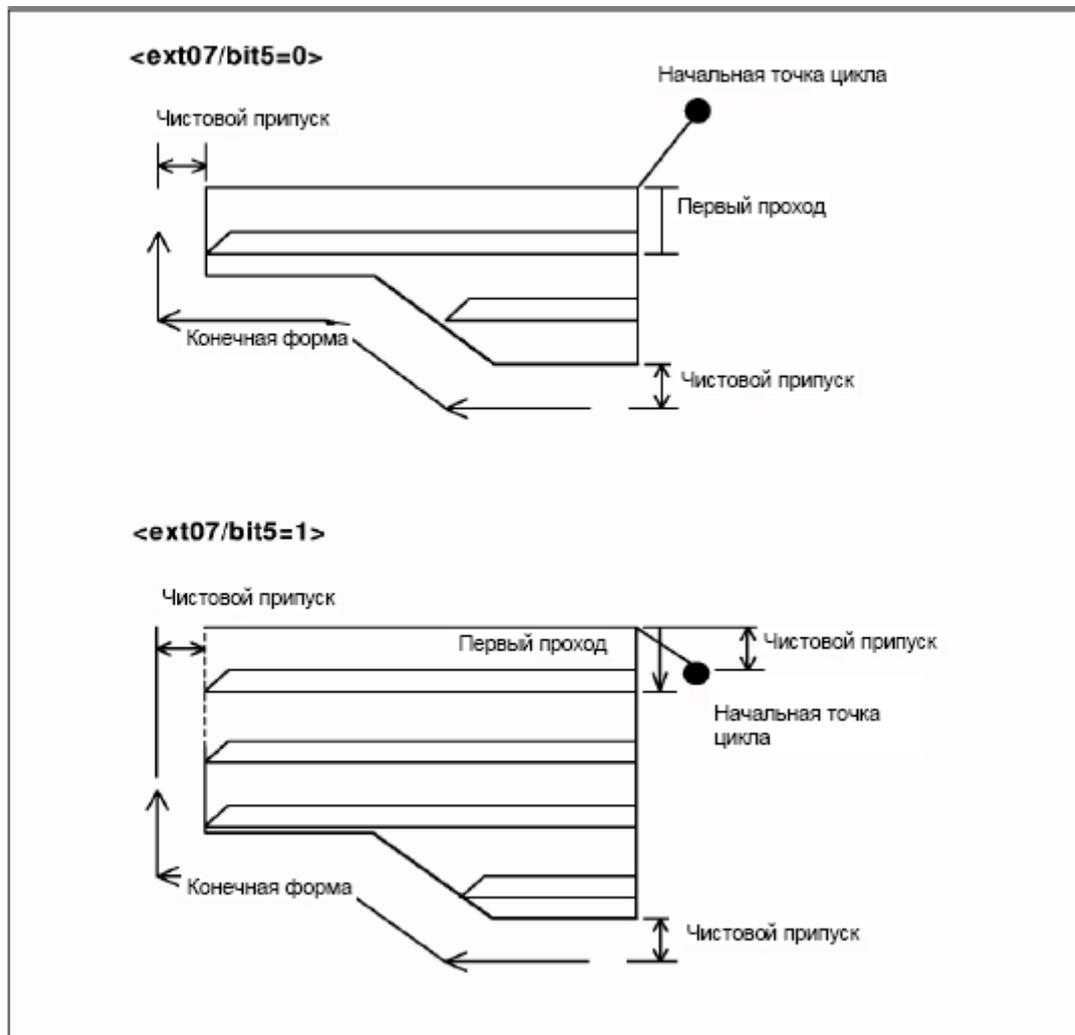
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### (4) Конечная форма

Выбор начальной позиции обработки (ext07/bit5)

Начальная позиция обработки определяется по конечной позиции программы конечной формы, однако она может быть изменена на начальную точку цикла.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

<Конечная форма в направлении оси Z при выключенной обработке выточек>

Чистовой припуск в направлении оси Z должен всегда изменяться только монотонно (только увеличение, или только уменьшение).

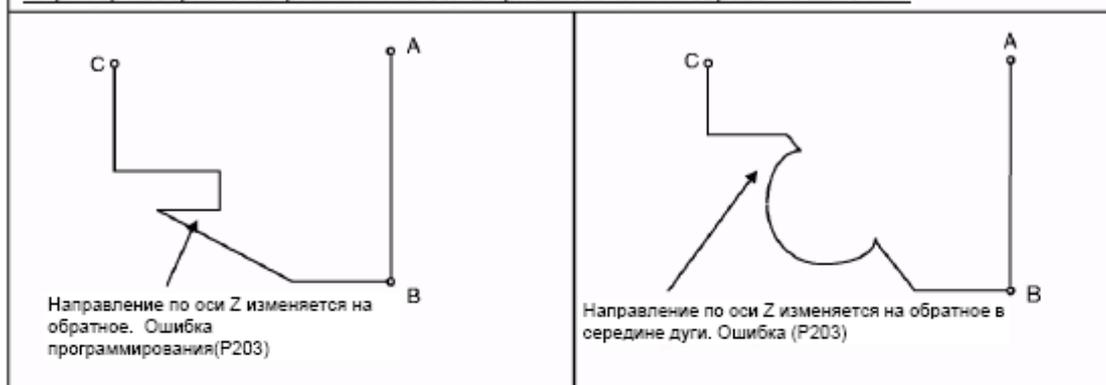
Выдается ошибка программирования (P203), если задана некорректная форма.

<Конечная форма в направлении оси X при выключенной обработке выточек >

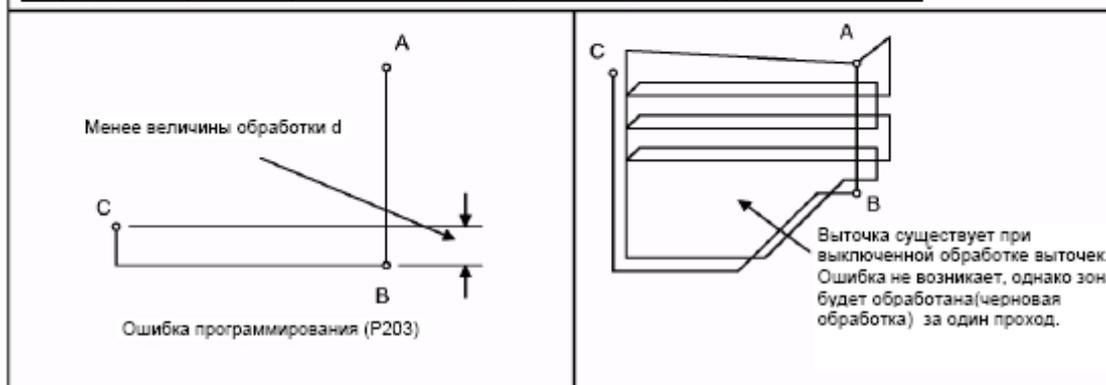
Как правило, изменение конечного припуска в направлении оси X должно происходить монотонно (увеличение или уменьшение).

В зонах, которые изменяются не монотонно, цикл черновой обработки в выточках выполняться не будет, однако чистовой припуск будет отслеживаться. Поэтому если размер выточек по оси X будет больше величины прохода, нагрузка при обработке будет увеличиваться в зоне выточек. Следует обратить внимание на правильность программирования.

<Пример неверного направления по оси Z при выключенной обработке выточек>



<Пример неверного направления по оси X при выключенной обработке выточек >



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

< Конечная форма в направлении оси Z при включенной обработке выточек >

Конечная форма в направлении оси Z должна изменяться монотонно (только увеличение или только уменьшение).

Зоны, которые не изменяются монотонно, не будут обработаны.

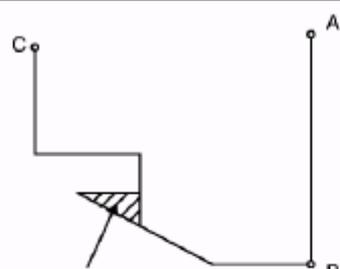
< Конечная форма в направлении оси X при включенной обработке выточек >

Как правило, конечная форма в направлении оси X должна изменяться монотонно (увеличение или уменьшение). Направление должно изменяться на обратное только в углублении.

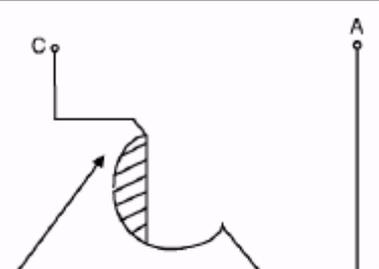
Следует убедиться в том, что траектория программы конечной формы не выходит за пределы C (последний кадр конечной формы) по оси X во время обработки выточек.

Выводится ошибка программирования (P203), если внутренние кадры выходят за пределы C (последний кадр конечной формы) по оси X.

<Пример зоны, где направление по оси Z изменяется не монотонно при включенной обработке выточек >

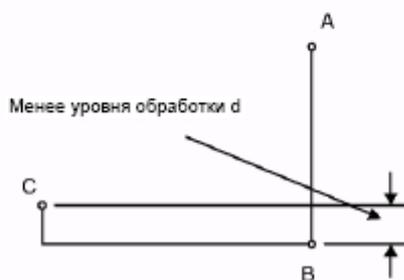


Направление по оси Z меняется на обратное, так что создается конечная форма с необработанной зоной. (Затемненная зона не подвергается обработке)

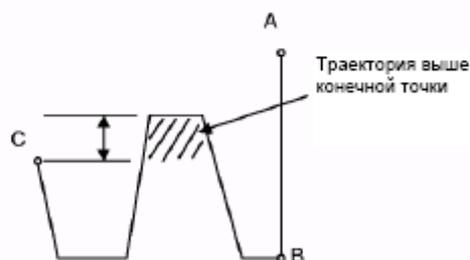


Направление оси Z меняется на обратное в середине дуги, так что создается конечная форма с необработанной зоной. (Затемненная зона не подвергается обработке)

<Пример неверного направления оси X при включенной обработке выточек >



Ошибка программирования (P203)



Ошибка программирования (P203)

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### (5) Конечная форма при коррекции радиуса вершины инструмента

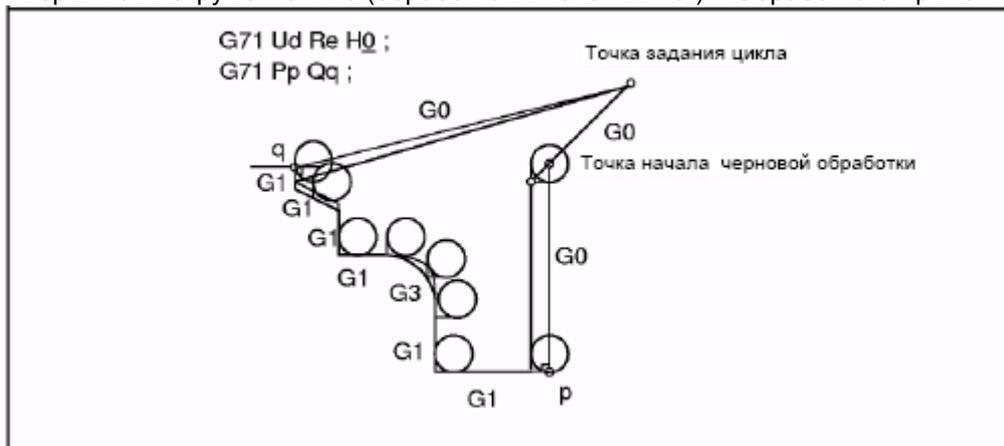
Применение коррекции радиуса вершины инструмента (ext07/bit6)

<ext07/bit6=0>

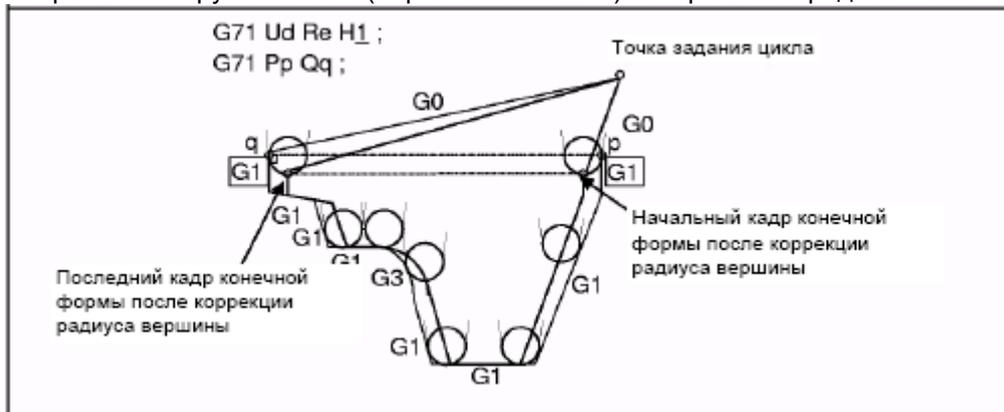
Если команда G71 задается в режиме коррекции радиуса, точка задания цикла G71 будет находиться в позиции, где произошла временная отмена коррекции радиуса. Конечная форма будет создана с компенсацией радиуса инструмента.

**(Примечание)** Для обработки средней зоны при включенной обработке выточек, следует задать программу таким образом, чтобы позиция по оси X начального кадра и позиция по оси X последнего кадра конечной формы совпадали после применения коррекции радиуса при вершине.

<Вершина инструмента № 3 (обработка выточек ВЫКЛ)... Обработка открытой зоны>



<Вершина инструмента № 8 (обработка выточек)... Обработка средней зоны>



#### Меры предосторожности при обработке средней зоны

Средняя зона будет обработана, если позиция по оси X начального кадра и позиция по оси X последнего кадра программы конечной формы совпали после применения коррекции радиуса при вершине. Следует задать программу так, чтобы кадры, вошедшие в эту зону, производили перемещение только оси X (расстояние больше диаметра вершины).

<ext07/bit6=1 >

Траектория, для которой коррекция радиуса при вершине в программе конечной формы не выполнялась, будет траекторией черновой обработки.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Глубина врезания

- (1) Глубина врезания задается Ud. Тем не менее, через параметр CNC, возможно изменение глубины врезания с каждым проходом заданием величины изменения ( $\Delta d$ ).

Контроль глубины врезания (ext07/bit7)

<ext07/bit7=0>

Если глубина врезания одного прохода, заданная в программе, превышает величину обработки в программе конечной формы, выдается ошибка программирования (P204).

<ext07/bit7=1>

Ошибка программирования не выдается, даже если глубина врезания одного прохода превышает величину обработки в программе конечной формы, при этом черновая обработка будет выполняться за один проход. Следует учитывать, что глубина врезания одного прохода должна задаваться в диапазоне от 0 до 99.999мм. Если задано значение, выходящее за пределы данного диапазона, выдается ошибка программирования.

- (2) Если глубина врезания последнего прохода будет меньше значения, заданного в параметре CNC, последний проход выполняться не будет и черновой цикл будет завершен.

Глубина врезания (d)

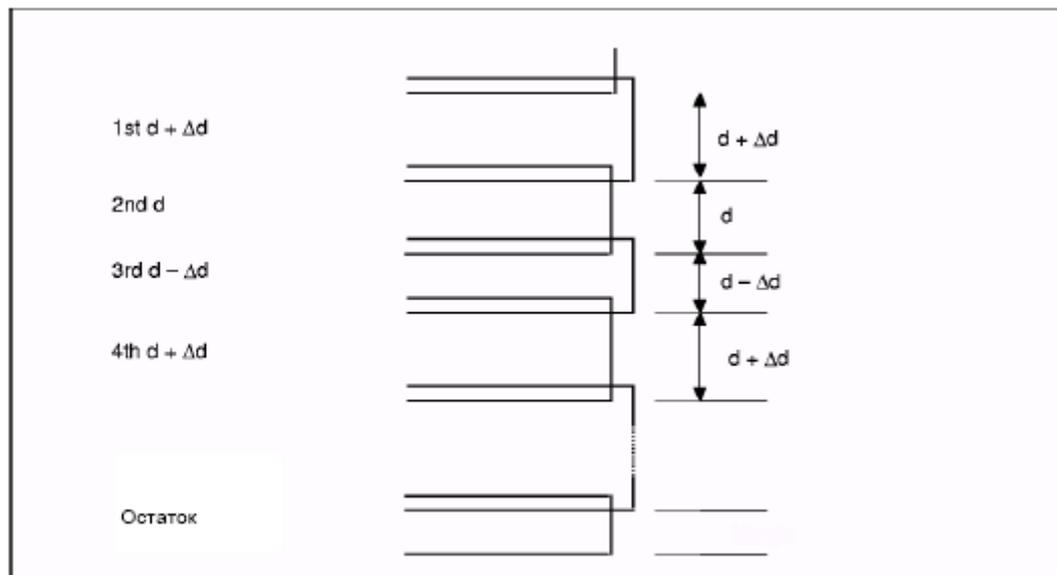
Параметр "#8051 G71 THICK"  
(0 - 99.999мм)

Величина изменения глубины врезания ( $\Delta d$ )

Параметр "#8017 G71 DELTA-D"  
(0 - 99.999мм)

Мин. глубина врезания для чистовой обработки

Параметр "#8016 G71 MINIMUM"  
(0-99.999мм)



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Метод обработки и величина отвода

- (1) Метод обработки различается в зависимости от того, включена или выключена обработка выточек.  
 Обработка выточек ВЫКЛ ..... Отвод под  $45^\circ$  относительно детали  
 Обработка выточек ВКЛ ..... Отслеживание формы
- (2) Величина отвода задается через Re, однако величина отвода может быть также задана в параметре.  
 Обработка выточек ВЫКЛ ..... Отвод под  $45^\circ$  относительно детали  
 Величина отвода (e) ..... Параметр "#8052 G71 PULL UP" 0 - 99.999мм

Задание величины врезания [базовый параметр] "#1272 ext08/bit0"

0 : Направление отвода – вдоль оси Z при обработке выточек ВКЛ

1 : Направление отвода – вдоль оси X при обработке выточек ВКЛ

#1272 ext08	<Если обработка выточек ВЫКЛ>	<Если обработка выточек ВКЛ>
bit0 = 0		
bit0 = 1		

**(Примечание)** ext08/bit0 также используется при автоматическом задании обработки выточек. (Смотри пояснение для "Nh" в Формате команды.)

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Остаток после завершения обработки

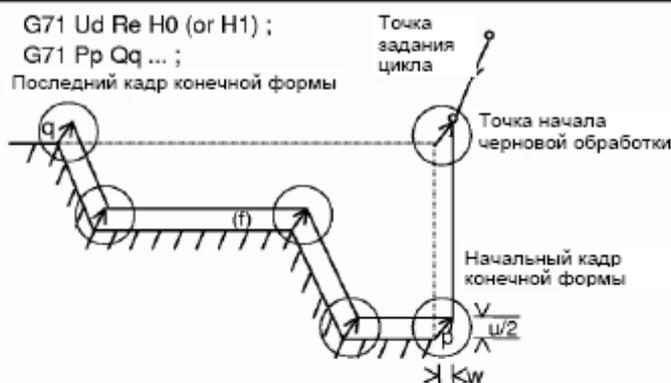
Если задан чистовой припуск, зона  $Uu/Ww$  не будет подвергаться обработке.

Чистовой припуск по оси X... Чистовой припуск оставляется в направлении начальной точки черновой обработки.

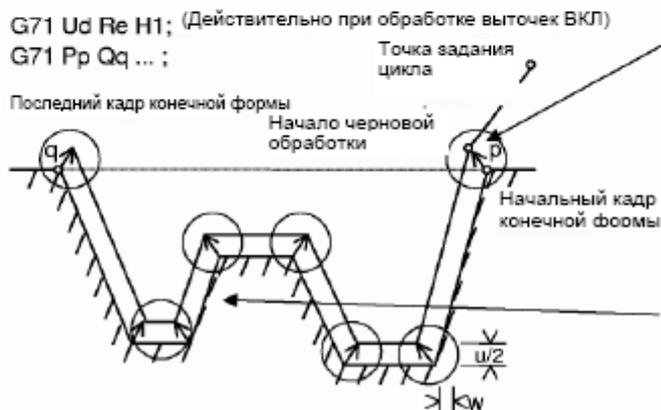
Чистовой припуск по оси Z ... Чистовой припуск оставляется в направлении начальной точки черновой обработки.

Если включена обработка выточек и обработка начинается с середины продольного направления, то при обработке нижних (по оси X) поверхностей выточки, направление чистового припуска по оси Z изменится на обратное.

<Чистовой припуск, если обработка выточек ВЫКЛ, либо чистовой припуск открытой зоны, если обработка выточек ВКЛ (начальный кадр конечной формы по оси X находится у начала координат)>



< Чистовой припуск обработки средней зоны, если обработка выточек ВКЛ (начальный кадр конечной формы по оси X = последний кадр конечной формы по оси X)>



Кадр начала обработки средней зоны, будет иметь обратное направление чистового припуска по оси Z.

Примечание) Во время коррекции радиуса вершины следует задать программу так, чтобы позиции  $r$  и  $q$  по оси X после коррекции радиуса совпадали. (Смотри "Форма обработки" (5).)

Кадр, выполняющий обработку нижних поверхностей, имеет обратное направление чистового припуска по оси Z.

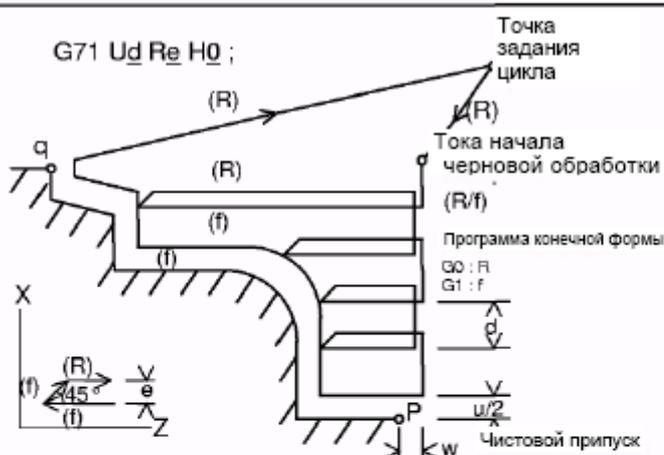
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Пример программы

#### Обработка открытой зоны (пример для выключенной обработки выточек)

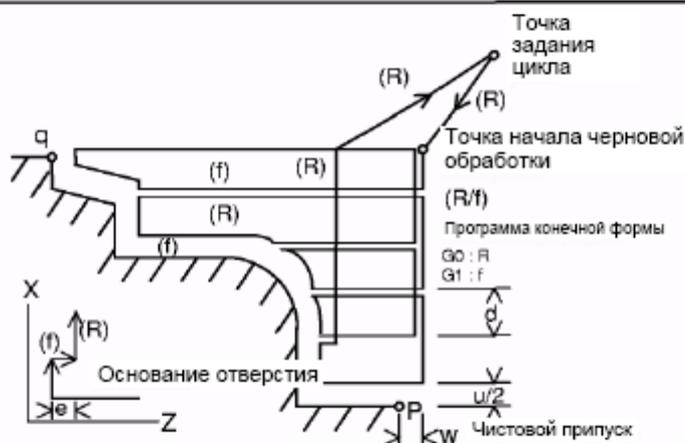


```

G0 X80.0 Z75.0 T0101 ; ← (1)
G71 U10. R3. H0 ; ← (2)
G71 P10 Q20 U3.W1.5 F500 S1500 ; ← (3)
N10 G0 X15.0 Z65.0 ;
G1 Z55. F450 ;
G1 X30.0 ;
G3 X40.0 Z50.0 R5.0 ;
G1 Z42.0 ;
G1 X50.0 ;
G1 X55.0 Z35.0 ;
N20 G1 X60.0 ;
G70 P10 Q20 ; ← (4)
Очередность выполнения программы (1) (2) (3) (4)
    
```

Программа конечной формы

#### Обработка открытой зоны (пример для включенной обработки выточек)

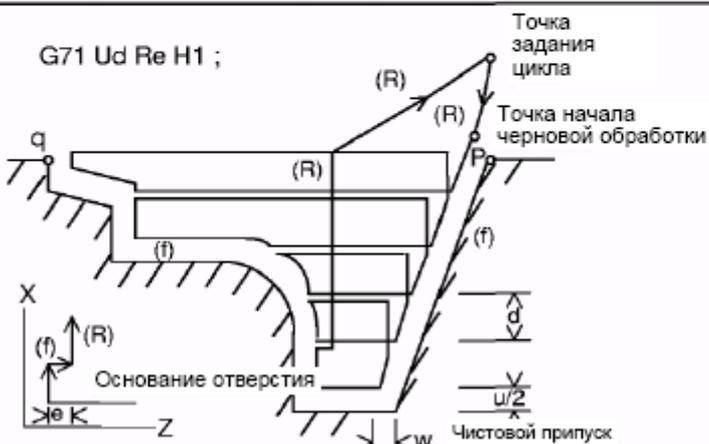


```

G0 X80.0 Z75.0 T0101 ; ← (1)
G71 U10. R3. H1 ; ← (2)
G71 P10 Q20 U3.W1.5 F500 S1500 ; ← (3)
N10 G0 X15.0 Z65.0 ;
G1 Z55. F450 ;
G1 X30.0 ;
G3 X40.0 Z50.0 R5.0 ;
G1 Z42.0 ;
G1 X50.0 ;
G1 X55.0 Z35.0 ;
N20 G1 X60.0 ;
G70 P10 Q20 ; ← (4)
Очередность выполнения программы (1) (2) (3) (4)
    
```

Программа конечной формы

#### Обработка средней зоны (пример для включенной обработки выточек)



```

G71 Ud Re H1 ;
G0 X80.0 Z75.0 T0101 ; ← (1)
G71 U10. R3. H1 ; ← (2)
G71 P10 Q20 U3.W1.5 F500 S1500 ; ← (3)
N10 G0 X60.0 Z73.0 ;
G1 X15.0 Z65.0 ;
G1 Z55. F450 ;
G1 X30.0 ;
G3 X40.0 Z50.0 R5.0 ;
G1 Z42.0 ;
G1 X50.0 ;
G1 X55.0 Z35.0 ;
N20 G1 X60.0 ;
G70 P10 Q20 ; ← (4)
Очередность выполнения программы (1) (2) (3) (4)
    
```

Программа конечной формы

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Меры предосторожности при использовании команд G71 и G72

- (1) Всегда задавайте в кадре все необходимые параметры для смешанного постоянного цикла токарной обработки 1, за исключением параметров, заданных с устройства настройки и отображения.
- (2) Учитывая, что программа конечной формы должна быть в памяти устройства ЧПУ, команда смешанного постоянного цикла токарной обработки 1 может быть выполнена в режиме памяти или MDI.
- (3) Убедитесь, что № последовательности программы конечной формы, указанный с помощью P и Q, не дублируется в данной программе.
- (4) Программа конечной формы, указанная с помощью P и Q, должна быть написана таким образом, чтобы общее количество кадров снятия фасок, скругления углов и других команд, включая автоматические вставки кадров коррекции на радиус вершины резца, не превысило максимум в 50 кадров. При превышении этого числа возникнет ошибка программирования (P202).
- (5) Кадры без перемещений в программе конечной формы игнорируются.
- (6) N, F, S, M и T команды игнорируются в программе конечной формы.
- (7) Если какая-либо из нижеследующих команд присутствует в программе конечной формы, возникнет ошибка программирования (P201).  
G27, G28, G29, G30, G33, G34, G31, G31. n, Постоянные циклы.
- (8) Если команды вызова подпрограммы или макровывоза присутствуют в программе конечной формы, то они также будут выполнены. Обратите внимание, что если команда вызова подпрограммы присутствует в последнем кадре программы конечной формы, то она не будет выполнена.
- (9) Обратите внимание, что следующий кадр после команды смешанного постоянного цикла токарной обработки 1 может иметь разный смысл, в зависимости от того, задан ли № программы или последовательности.

(а) Задан № последовательности

(б) Задан № программы

Следующий кадр – кадр, заданный с помощью Q.

Следующий кадр – кадр, следующий после команды задания цикла.

```
N100 G71 P200 Q500 ••;  
N200  
N300  
N400  
N500  
N600  
:  
:
```

Программа конечной формы

Выполняется кадр N600 после завершения постоянного цикла.

```
N100 G71 A100 ••;  
N200  
N300  
N400  
:  
:  
O100  
N10 X100. Z50.;  
N20  
:  
:
```

Выполняется кадр N200 после завершения постоянного цикла.

## 13. Вспомогательные программные функции

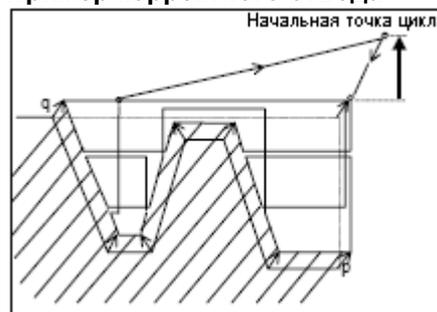
### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

- (10) Команды смешанных постоянных циклов токарной обработки 1 являются немодальными, поэтому их следует задавать каждый раз, когда необходимо.
- (11) Если последнее направление в программе конечной формы изменено на обратное коррекцией на радиус вершины инструмента, то возникнет ошибка программирования (P203).
- (12) Задания общих переменных игнорируются в программе конечной формы. Значения, установленные до задания команды смешанного постоянного цикла токарной обработки 1, будут действительны.
- (13) Если задана команда дуги в первом кадре перемещений программы конечной формы, при выключенной обработке выточек, то возникнет ошибка программирования (P203).
- (14) Если возникло ручное прерывание во время выполнения смешанного постоянного цикла токарной обработки 1, то текущая позиция будет смещена на величину ручного перемещения при перезапуске цикла. После окончания цикла перемещение будет соответствовать ручному абсолютному заданию.
- (15) Задайте начальную точку в последнем кадре смешанного постоянного цикла токарной обработки 1 таким образом, чтобы инструмент отходил от обрабатываемой поверхности детали. Это необходимо для предотвращения столкновений с выступающими частями детали.

**Пример столкновения**



**Пример корректного отвода**



- (16) Обработка выточек является опцией. Если эта опция не установлена, то H1 будет обрабатываться так же, как H0.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.2. Цикл поперечной черновой обработки ; G72



#### Функция и назначение

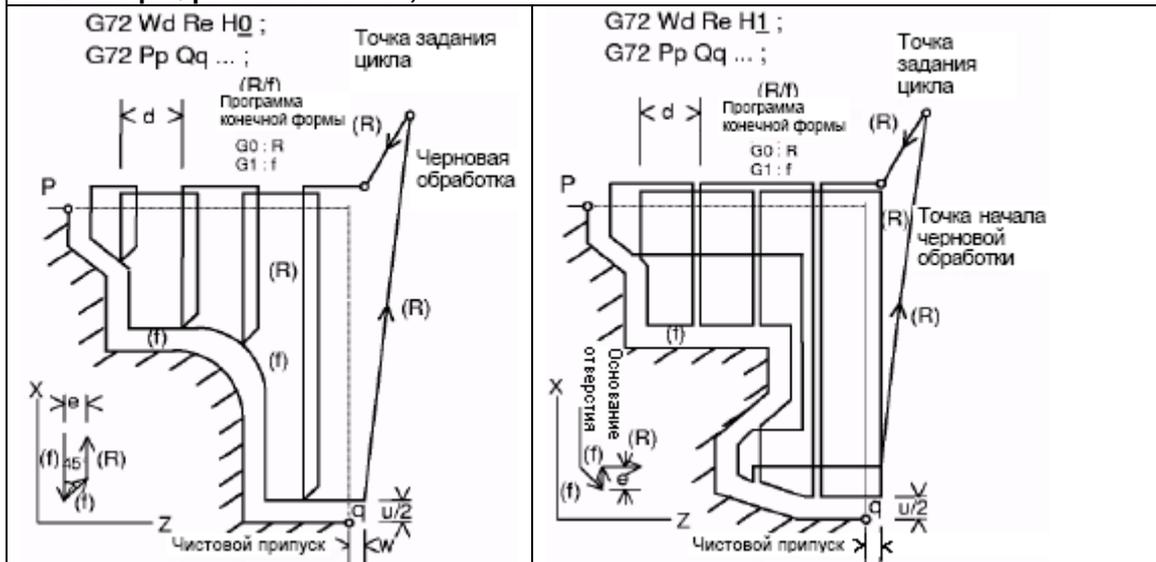
Данная функция вызывает программу конечной формы, после чего, автоматически рассчитав траекторию, производит черновую обработку в поперечном направлении.



#### Формат команды

**G72 Wd Re Hh ; (Может пропускаться при использовании заданного в параметрах значения)**

**G72 Ae Pp Qq Uu Ww Ff Ss Tt ;**



Wd	Глубина врезания (модальная) Единица задания радиальная $\mu\text{m}/(1/10000 \text{ дюйма})$
Re	Величина отвода (модальная) ..... Переключаемый параметр ("G71 PULL UP") Единица задания радиальная $\mu\text{m}/(1/10000 \text{ дюйма})$
Hh	Обработка выточек (модальная).....Переключаемый параметр ("G71 РОCKET") 0: Это выбирается для законченных форм, не имеющих выточек. Зона резания будет отходить под $45^\circ$ за цикл, в итоге отслеживая конечную форму. 1: Это может быть выбрано независимо от того, присутствует или отсутствует в конечной форме выточка. В течение каждого цикла зона резания будет отслеживать конечную форму
Aa	№ программы конечной формы. (Текущая программа, если опущено) Если команда A пропущена, используются команды P и Q выполняемой программы. Если A пропущена, программа будет выполняться в соответствии с G72, после чего будет выполняться программа, следующая за Qq (№ кадра конца последовательности программы конечной формы.) Имя файла в скобках <> может быть задано вместо адреса A. (Имя файла должно быть длиной не более 32 символов, включая расширение.)
Pp	№ кадра начала последовательности программы конечной формы. (Начало программы при пропуске)
Qq	№ кадра конца последовательности в программе конечной формы. (Окончание программы при пропуске) Даже если задана Q, но если первой задана команда M99, программа будет продолжаться до M99.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

Uu	Чистовой припуск в направления оси X (При пропуске чистовой припуск в направления оси X принимается равным 0.) Единицы соответствуют заданию диаметра/радиуса $\mu\text{m}/1/10000$ дюйма (#1019 dia).
Ww	Чистовой припуск в направления оси Z (При пропуске чистовой припуск в направления оси Z принимается равным 0.) Единицы соответствуют заданию радиуса $\mu\text{m}/1/10000$ дюйма
Ff	Величина подачи. При пропуске соответствует величине подачи (модальная величина) заданной перед G72
Ss, Tt	Функция шпинделя, функция инструмента

\* Прочие подробные функции совпадают с функциями для "13.2.1 Цикл продольной черновой обработки".

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.3. Цикл черновой обработки с формообразованием; G73



#### Функция и назначение

Данная функция вызывает программу конечной формы, автоматически рассчитывает траекторию и производит черновую обработку, создавая одновременно конечную форму детали.



#### Формат команды

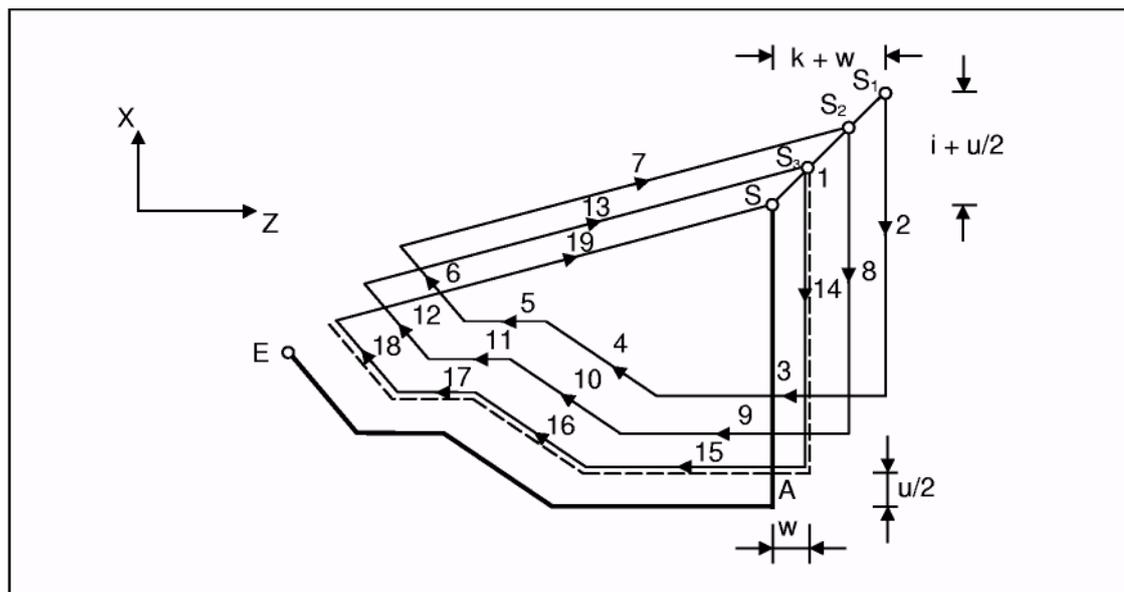
**G73 Ui Wk Rd ;**

**G73 Aa Pp Qq Uu Ww Ff Ss Tt ;**

Ui	Припуск в направлении оси X	i	}	• Пределы обработки, если команды P, Q отсутствуют • Модальные данные • Знак игнорируется • Задание радиуса применяется к припуску. (выполняемая программа при пропуске) Имя файла в скобках <> может быть задано вместо адреса A. (Имя файла должно быть длиной не более 32 символов, включая расширение.) (начало программы при пропуске)
Wk	Припуск в направлении оси Z	k		
Rd	Количество проходов	d		
Aa	№ программы конечной формы			
Pp	№ кадра начала последователь. конечной формы			
Qq	№ кадра конца последователь. конечной формы			(до конца программы или M99 при пропуске) Обратите внимание, что даже если присутствует команда Qq, то кадр с M99 все равно будет последним кадром последовательности конечной формы.
Uu	Чистовой припуск по оси X	u	}	• Пределы обработки, если команды P, Q присутствуют • Знак игнорируется. • Задание в диаметрах/радиусах изменяется в соответствии с параметрами (#1019dia). • Направление смещения определяется формой. Для получения подробной информации смотри "направление чистового припуска" для G71.
Ww	Чистовой припуск по оси Z	w		
Ff	Величина подачи (F функция)		}	Команды F, S и T в программе конечной формы игнорируются, действует значение команды цикла черновой обработки либо предыдущее значение.
Ss	Скорость шпинделя (S функция)			
Tt	Команда инструмента (T функция)			

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



**(Примечание)** При покадровом выполнении операция останавливается в конечной точке каждого кадра.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Конечная форма

В программе задаются  $S \rightarrow A \rightarrow E$  из предыдущей программы  
Зона между A и E должна быть формой с монотонным изменением в обоих направлениях, как по оси X, так и по оси Z.



#### 1 конфигурация цикла

Конфигурация цикла происходит следующим образом



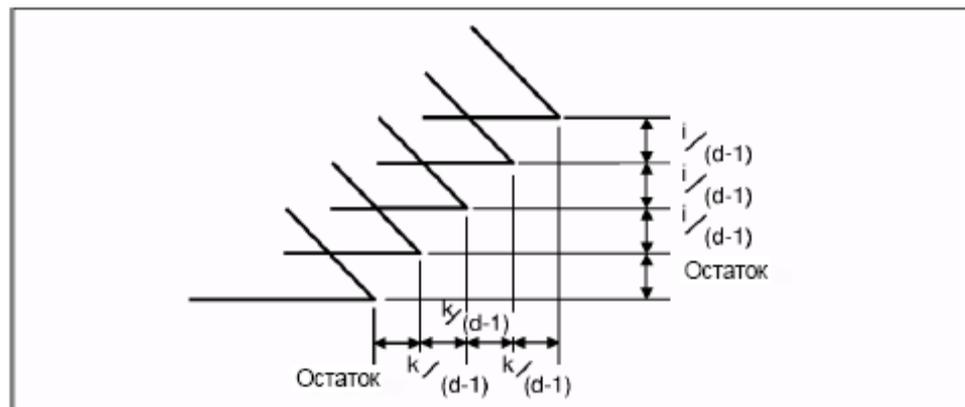
#### Глубина врезания

Глубина врезания является значением, полученным в результате деления припуска обработки ( $i$ ,  $k$ ) на количество проходов ( $d-1$ ).

Направление по оси X  $i / (d-1)$

Направление по оси Z  $k / (d-1)$

При невозможности выполнения деления выполняется снятие фасок и при последнем проходе производится корректировка.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Коррекция радиуса при вершине инструмента

<#1271 ext07/bit6 = 0>

Если данный цикл задан при активном режиме коррекции радиуса при вершине инструмента, коррекция радиуса при вершине применяется к программе конечной формы, относящейся к данному циклу, после чего цикл выполняется.

Но коррекция на радиус при вершине временно отменяется непосредственно перед данным циклом и начинается в головном кадре программы конечной формы.

<#1271 ext07/bit6 = 1>

Выполняется черновая обработка по конечной форме без коррекции радиуса при вершине инструмента таким же образом, как в циклах G71 и G72.



#### Прочее

##### (1) Направление обработки

- Задание в программе (ext09/bit2=0)

Направление для обработки задается формой программы чистовой обработки, как показано далее в таблице.

	1	2	3	4
Схема				
Исходная X	"-" направление	-	+	+
Конечная Z	"-" направление	+	+	-
Обработка X	"+" направление	+	-	-
Обработка Z	"+" направление	-	-	+

- Задается чистовым припуском (ext09/bit2=1)

Направление смещения обработки соответствует знаку припуска, заданного в программе

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.4. Цикл чистовой обработки; G70



#### Функция и назначение

После того, как командами G71 ~ G73 выполнена черновая обработка, чистовая обработка может быть выполнена при задании этой команды.



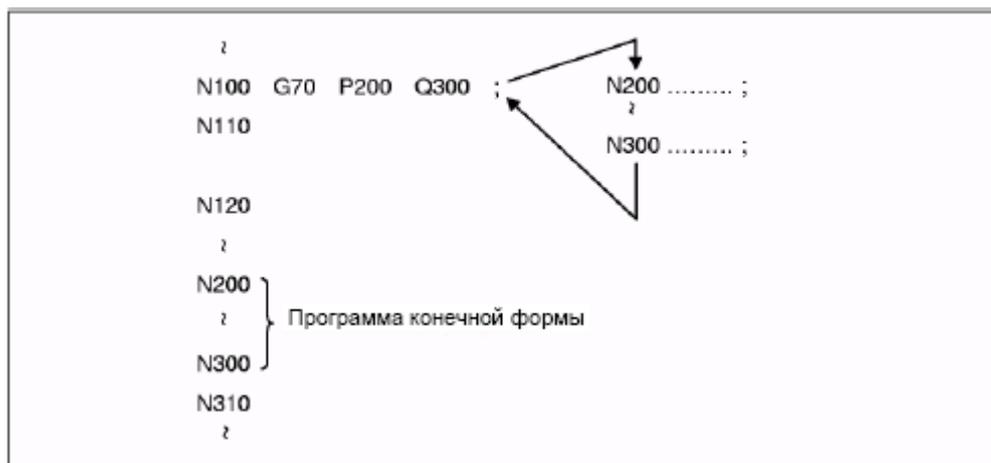
#### Формат команды

**G70 A\_ P\_ Q\_ ;**

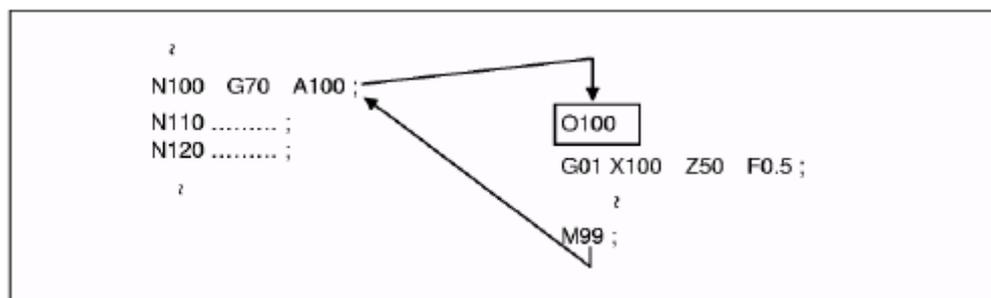
A № программы конечной формы (выполняемая программа при пропуске)  
P № кадра начала последовательности конечной формы (начало программы при пропуске)  
Q № кадра конца последовательности конечной формы (до конца программы при пропуске)  
Даже если задана Q, но если первой задана команда M99, программа будет продолжаться до M99.

- (1) Команды F, S и T заданные в программе конечной формы действительны в цикле чистовой обработки.
- (2) После завершения цикла G70, инструмент возвращается в начальную точку на быстром ходу, после чего происходит считывание следующего кадра.

#### (Пример 1) Если задан номер последовательности



#### (Пример 2) Если задан номер программы



Если цикл N100 выполнен в соответствии с примером 1 или примером 2, следующим выполняемым блоком будет кадр N110.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.5. Цикл поперечной обработки со стружкодроблением; G74



#### Функция и назначение

Постоянный цикл G74 автоматически выполняет обработку в поперечном направлении детали, при задании координат конечной точки, глубины врезания, рабочего хода и величины отвода резца от нижней позиции обработки.

При этом используются следующие команды программы обработки.



#### Формат команды

**G74 Re ;**

**C74 X/(U)x Z/(W)z Pi Qk Rd Ff ;**

Re Величина отскока (нет команд X/U, P) (модальное значение)

X/Ux Координаты X точки B (абсолютное/инкрементное значение)

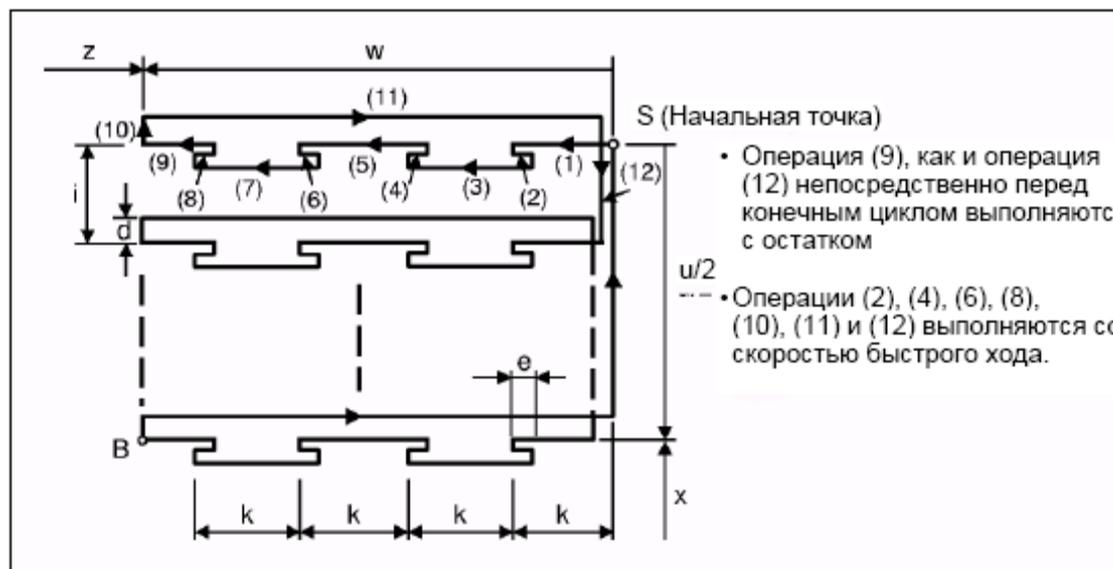
Z/Wz Координаты Z точки B (абсолютное/инкрементное значение)

Pi Глубина врезания (радиальное задание, инкрементное значение, знак не требуется)

Qk Рабочий ход (радиальное задание, инкрементное значение, знак не требуется)

Rd Величина отвода от нижней позиции обработки. Если знак отсутствует, отвод выполняется начиная с первого прохода. Если знак присутствует - инструмент отводится, начиная со второго прохода.

Ff Величина подачи



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Останов при покадровом режиме

Операция останавливается на каждом кадре от (1) до (12).



#### Прочее

- (1) Если пропущены команды X/U и R либо если значения "x" и "i" равны нулю, операция будет действительна только для оси Z. Следует учитывать, что если присутствует команда Rd и отсутствует знак, отвод резца будет производиться с каждой нижней позиции обработки.
- (2) Ситуация, когда отсутствует команда X/U или Z/W, рассматривается как задание через параметр (G74 Re). Даже если задано G74 Pi Qk Rd ;, Rd распознается как Re, при этом происходит задание величины отскока.
- (3) Направление отвода не изменяется, если знак сопровождает команду Rd, либо если знак отсутствует.
- (4) Ошибка программирования (P204) выводится в следующих случаях.
  - (a) Если "i" равно нулю, либо команда R не была задана, даже если была задана команда X/U
  - (b) Если глубина врезания "i" превышает величину перемещения "x"
  - (c) Если величина отвода "d" превышает глубину врезания "i"
  - (d) Если величина отскока "e" превышает рабочий ход "k"
  - (e) Если рабочий ход "k" превышает глубину "w".

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.6. Цикл продольной обработки со стружкодроблением; G75



#### Функция и назначение

Постоянный цикл G75 автоматически выполняет обработку в продольном направлении детали при задании координат конечной точки, глубины врезания, рабочего хода резца и отвода резца с нижней позиции обработки. При этом используются следующие команды программы обработки.



#### Формат команды

**G75 Re ;**

**C75 X/(U)x Z/(w)z Pi Qk Rd Ff ;**

Re Величина отскока (нет команд X/U, P) (модальное значение)

X/Ux Координаты X точки В (абсолютное/инкрементное значение)

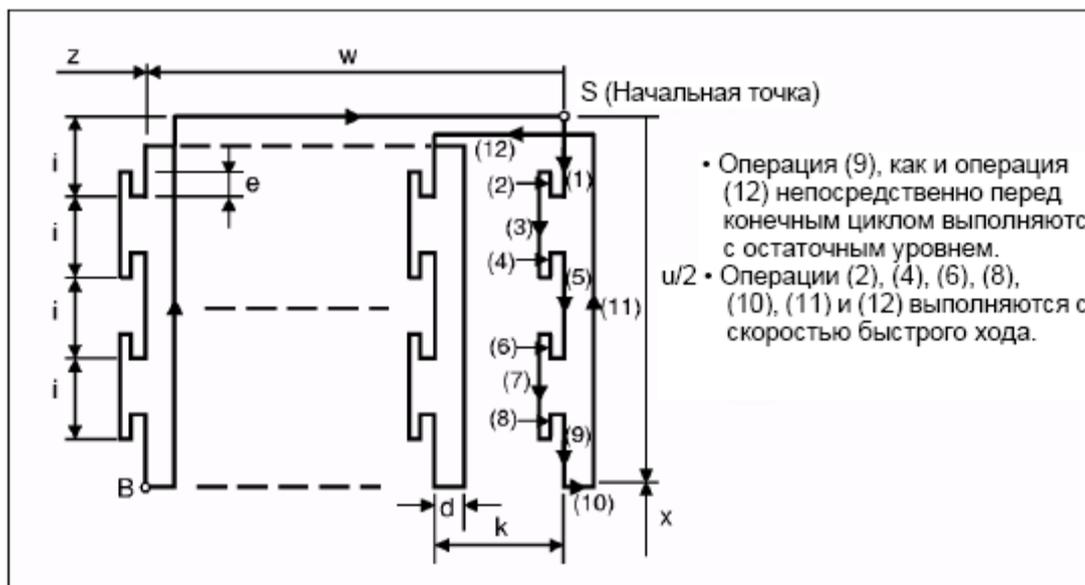
Z/Wz Координаты Z точки В (абсолютное/инкрементное значение)

Pi Рабочий ход (радиальное задание, инкрементное значение, знак не требуется)

Qk Глубина врезания (радиальное задание, инкрементное значение, знак не требуется)

Rd Величина отвода от нижней позиции обработки. Если знак отсутствует, отвод выполняется начиная с первого прохода. Если знак присутствует, инструмент отводится, начиная со второго прохода.

Ff Величина подачи



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Останов при покадровом режиме

Операция останавливается на каждом кадре от (1) до (12).



#### Прочее

- (1) Если пропущены команды Z/W и Q либо если значения "x" и "K" равны нулю, операция будет действительна только для оси X. Следует учитывать, что если присутствует команда Rd и отсутствует знак, отвод резца будет производиться с каждой нижней позиции обработки.
- (2) Ситуация, когда отсутствует команда X/U или Z/W, рассматривается как задание через параметр (G75 Re). Даже если задано G75 Pi Qk Rd ;, Rd распознается как Re, при этом происходит задание величины отскока.
- (3) Направление отвода не изменяется, если знак "-" сопровождает команду Rd, либо если знак отсутствует.
- (4) Ошибка программирования (P204) выводится в следующих случаях.
  - (f) Если "K" равно нулю либо команда Q не была задана, даже если была задана команда Z/W
  - (g) Если глубина врезания "k" превышает величину перемещения "Z"
  - (h) Если величина отвода "d" превышает глубину врезания "k"
  - (i) Если величина отскока "e" превышает рабочий ход "i"
  - (c) Если рабочий ход "i" превышает глубину "u/2".

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

#### 13.3.7. Цикл нарезания комбинированной резьбы; G76



##### Функция и назначение

Постоянный цикл G76 позволяет обрабатывать заготовки под необходимым углом посредством задания начальной и конечной точек нарезания резьбы, при этом автоматически обеспечивается постоянное усилие резания при обработке. Резьба с различными углами может нарезаться исходя из заданных координат конечной точки резьбы и величины конуса.



##### Формат команды

**G76 Pmra QΔadmin Rd ;**

**G76 X/U Z/W Ri Pk QΔd Fl ;**

m	Количество проходов обработки: 00 ~ 99 (модальное значение)
r	Величина фаски: 00 ~ 99 (модальное значение) Диапазон величин зависит от шага резьбы "λ" и задается двухзначным целым числом без десятичной запятой от 0.0 λ, до 9.9 λ,.
a	Угол инструмента (угол резьбы): 00 ~ 99 (модальное значение) Угол от 0° до 99° задается в единицах 1°. "m", "r" и "a" задаются подряд в адресе P. <b>(Пример)</b> При m=5, r=1.5 и a=0° P равно 051500, начальные и конечные нули при этом не могут быть опущены,
Δadmin	Минимальный припуск обработки Если рассчитанный припуск меньше Δadmin, то значение припуска берется =Δadmin.
d	Чистовой припуск от 0 до 9999 (мкм) (модальное значение)
X/U	Координата конечной точки резьбы по оси X Координата X конечной точки резьбы задается при помощи абсолютного или инкрементного значения
Z/W	Координата конечной точки резьбы по оси Z Координата Z конечной точки резьбы задается при помощи абсолютного или инкрементного значения.
i	Параметр конуса (радиальная величина) для цилиндрической резьбы "i" равно нулю
k	Высота резьбы Задается положительным радиальным значением.
Δd	Глубина врезания Глубина врезания для первого прохода задается положительным радиальным значением
λ	Шаг резьбы

**(Примечание 1)** Две команды G76 не могут находиться в одном кадре.

Значения, заданные P, Q и R, автоматически идентифицируются в зависимости от наличия или отсутствия осевых адресов X/U и Z/W.

**(Примечание 2)** Параметр может быть использован для задания указанных выше модальных значений "r", однако значения данного параметра (#8014) перезаписываются программным значением.

**(Примечание 3)** Заданная величина закругления действует также для постоянных циклов нарезания резьбы.

**(Примечание 4)** Программная ошибка (P204) выдается в следующих случаях.

- Если "a" находится вне диапазона
- Если команды X и Z не были заданы либо если координаты конечной и начальной точек совпадают для любой из команд X или Z.
- Если резьба превышает перемещение оси X в нижней позиции резьбы

**(Примечания 5)** Меры предосторожности для команды нарезания резьбы (G33) и цикла нарезания резьбы (G78) должны соблюдаться.

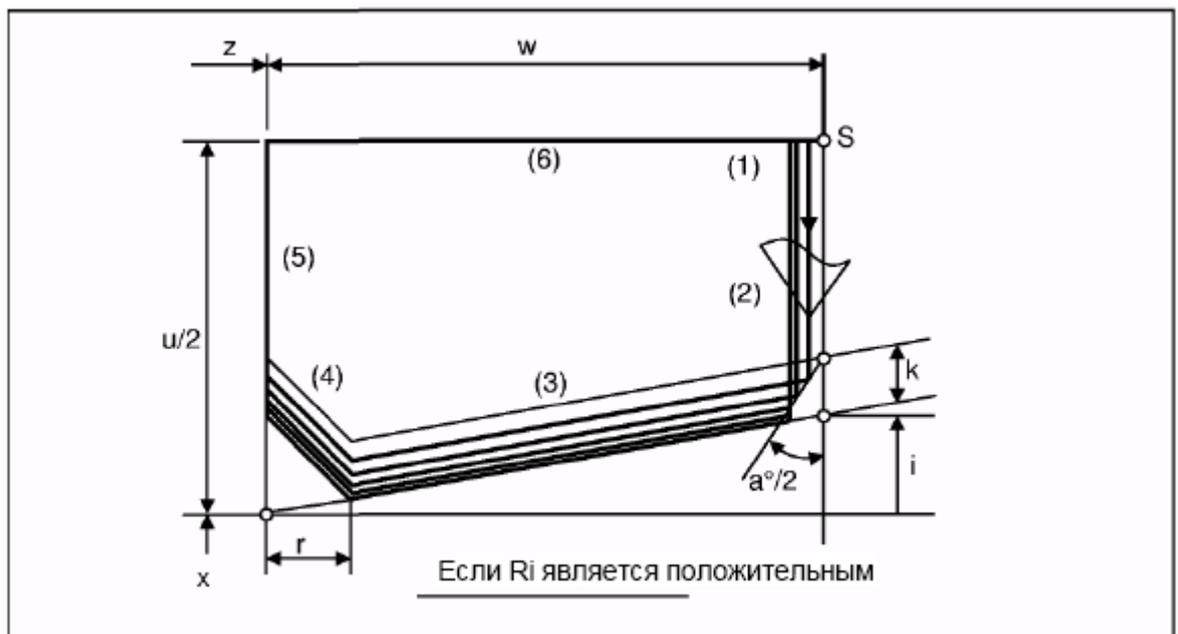
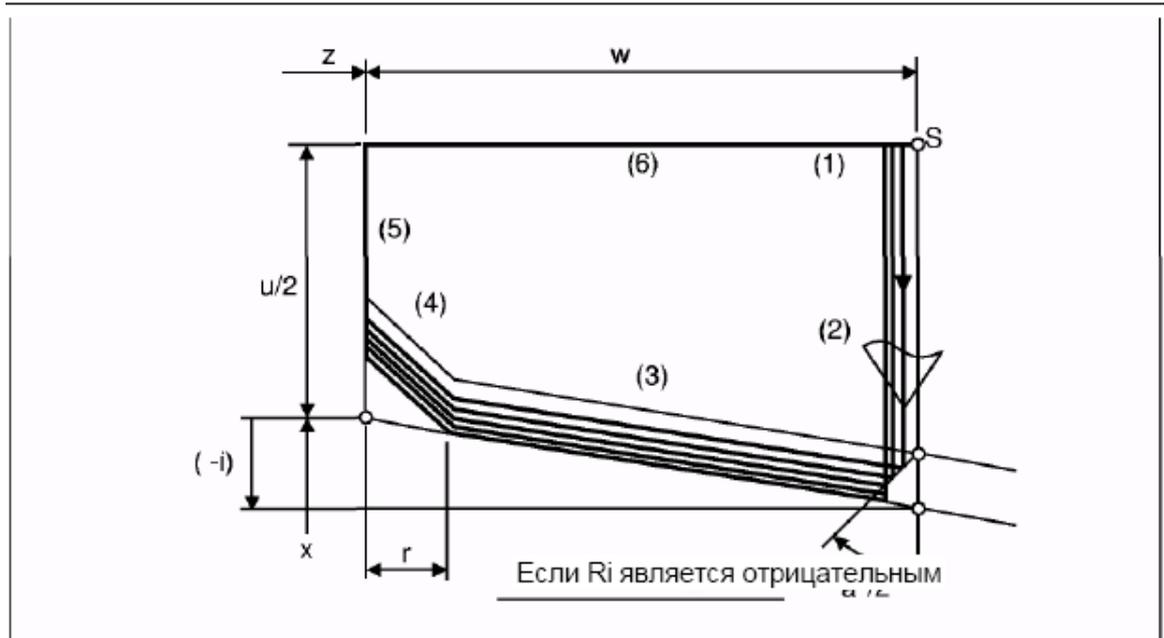
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



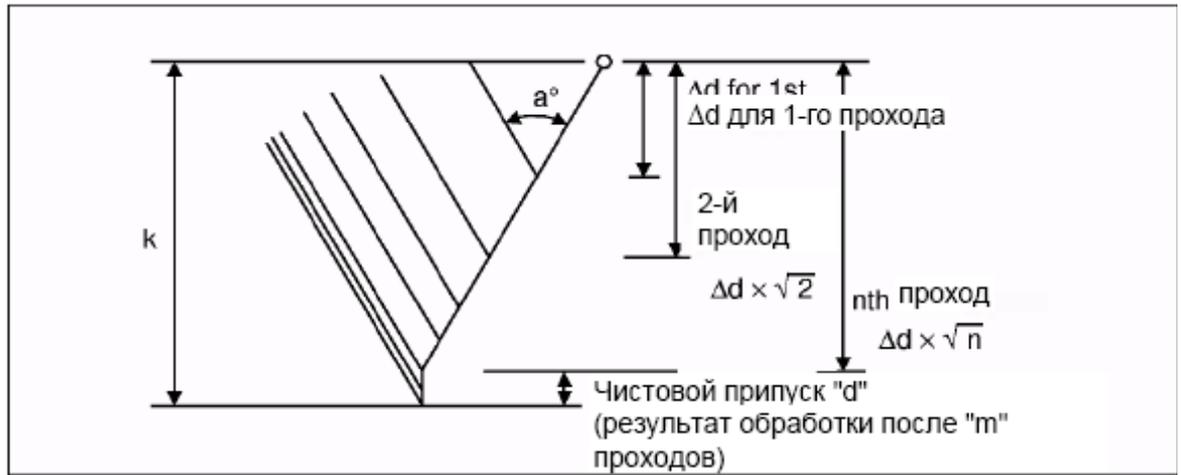
#### 1 конфигурация цикла

Резец в цикле перемещается на скорости быстрого хода при операциях (1), (2), (5) и (6) и на рабочей подаче согласно заданному значению F при операциях (3) и (4).

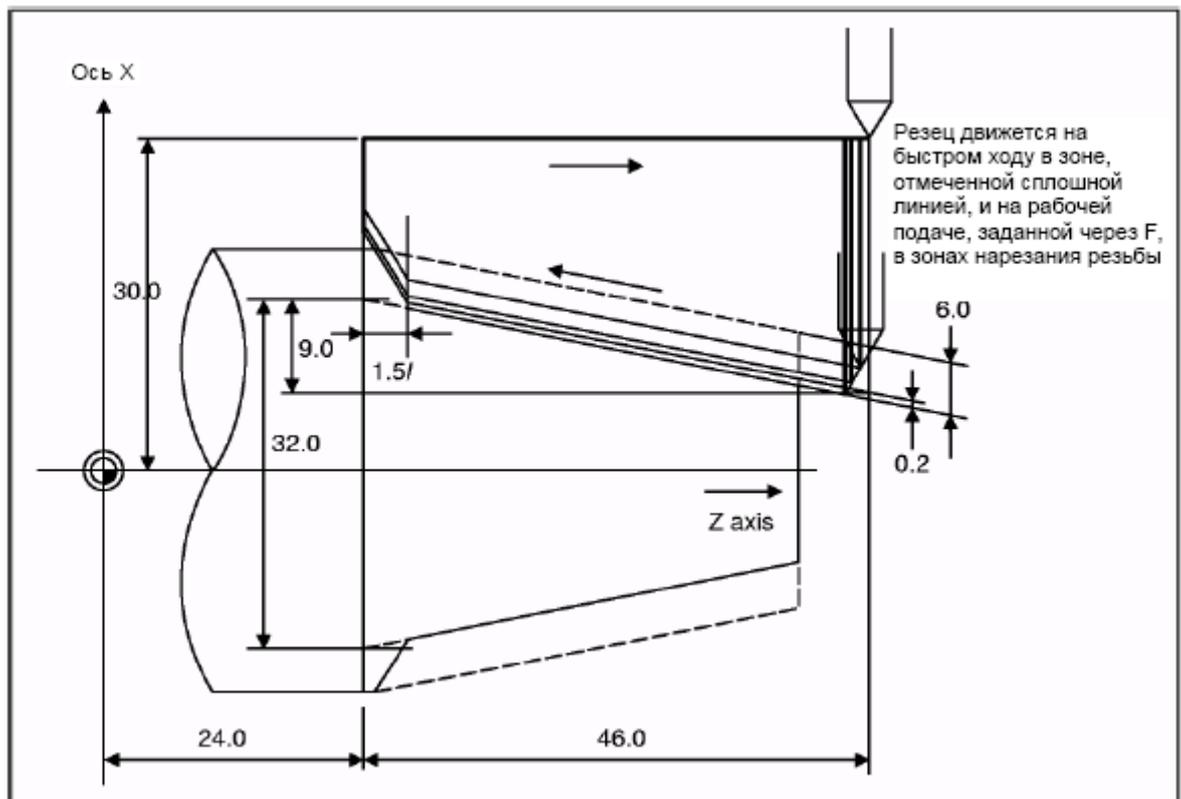


## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Пример программы



G76 P011560R0.2;

G76 U-28.0 W-46.0 R9.0 P6.0 Q3.5 F4.0 ;

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима



#### Операция прерывания

- (1) Если нажата клавиша блокировки подачи при выполнении G76, автоматические действия прекратятся после выполнения кадра без нарезания резьбы, если нарезание резьбы активировано. (Лампа паузы автоматических действий загорается сразу же в режиме блокировки подачи и гаснет после остановки автоматических действий.)

Если блокировка подачи активирована при не активном нарезании резьбы, либо если она активирована в промежутке между выполнением команды нарезания резьбы и движением оси, сигнальная лампа паузы автоматических действий будет включена, после чего произойдет пауза в автоматических действиях.

- (2) Резец останавливается после выполнения операций (1), (4) и (5) при выполнении команды G76 если система переведена в другой автоматический режим, если система переведена из автоматического режима в ручной режим, либо если выполняется покадровый режим.
- (3) Режим холостого хода (действительный/недействительный) при выполнении G76 не изменяется во время нарезания резьбы.

#### 13.3.8. Меры предосторожности для смешанных постоянных циклов; G70 ~ G76



#### Меры предосторожности

- (1) Следует задать все необходимые параметры в кадре задания смешанного постоянного цикла.
- (2) При условии, что программа конечной формы была введена в память, команды смешанных постоянных циклов I могут выполняться в режимах MEMORY, MDI или TAPE.
- (3) При выполнении G70 ~ G73 следует убедиться в том, что номера кадров последовательности программы конечной формы, задаваемые P и Q, не повторяются в данной программе.
- (4) Программа конечной формы, определяемая P и Q в кадрах G71 ~ G73, должна быть задана таким образом, чтобы максимальное количество кадров не превышало 200 для всех команд снятия фасок, скругления углов и других команд, включая автоматически вставляемые кадры при коррекции на радиус вершины инструмента. При превышении данного значения выдается ошибка программирования (P202).  
Если начальной позицией обработки является начальная позиция цикла (#1271 ext07/bit5 =1), программа конечной формы должна иметь максимум 199 кадров. (Если начальная точка цикла находится на другой стороне относительно конечной точки программы конечной формы.)
- (5) Программа конечной формы, задаваемая для G71 ~ G73, должна быть программой с монотонным изменением (только увеличение или уменьшение) для осей X и Z.
- (6) Кадры без перемещения в программе конечной формы игнорируются.
- (7) Команды N, F, S, M и T в программе конечной формы игнорируются.
- (8) Если одна из далее перечисленных команд присутствует в программе конечной формы, выдается ошибка программирования (P201).
  - (a) Команды, связанные с возвратом к исходной точке (G27, G28, G29, G30)
  - (b) Нарезание резьбы (G33)
  - (c) Постоянные циклы
  - (d) Функции измерения (G31, G37)
- (9) Если команды вызова подпрограммы или макровызова присутствуют в программе конечной формы, данные команды будут также выполнены.
- (10) За исключением циклов нарезания резьбы, операция останавливается в конечной (начальной) точке каждого кадра в покадровом режиме.

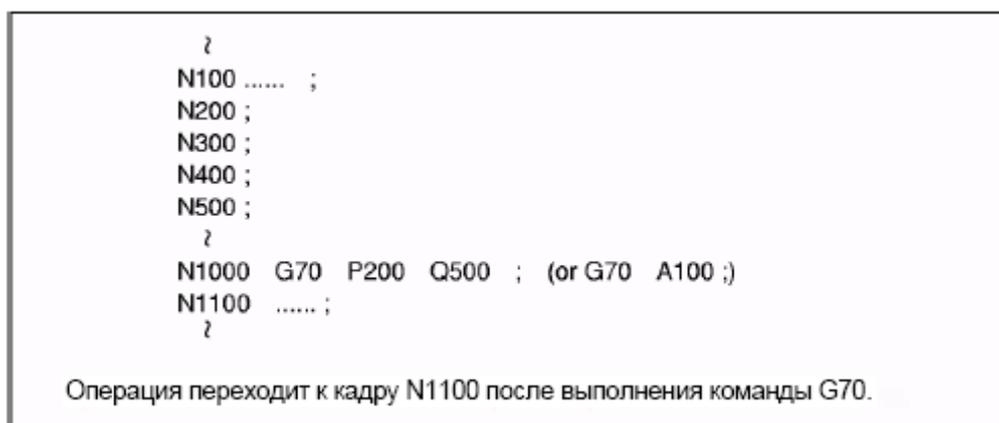
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

- (11) Следует помнить, что в зависимости от того, задан номер программы или последовательности, следующий кадр после выполнения команды G71, G72 или G73 будет разным.



- (12) Кадр, после выполнения команды G70, будет кадром, следующим за кадром команды цикла.

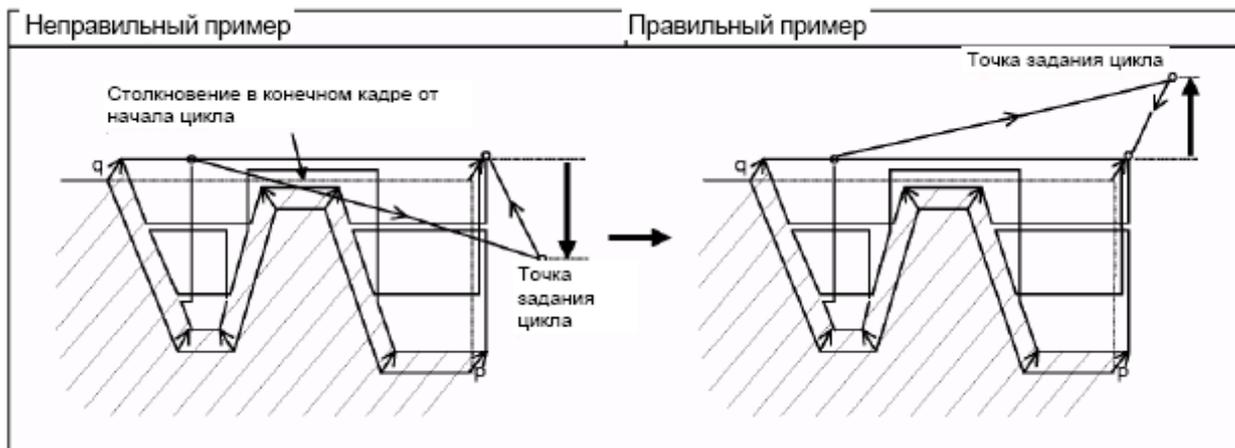


- (13) Ручное прерывание может быть применено во время выполнения команды смешанного постоянного цикла (G70 ~ G76). Однако после выполнения прерывания резец сначала должен быть возвращен в положение, в котором было применено прерывание, после чего необходимо произвести повторный пуск смешанного постоянного цикла. Если повторный пуск будет произведен без возврата резца, все последующие перемещения будут смещены на величину, эквивалентную величине отвода при ручном прерывании.
- (14) Команды смешанных постоянных циклов являются немодальными командами, поэтому они должны задаваться каждый раз при необходимости.
- (15) Выдается программная ошибка (P203) для команд G71 и G72, если по причине коррекции радиуса при вершине инструмента отсутствует дальнейшее перемещение оси Z во втором кадре или ось Z перемещается в противоположном направлении.
- (16) Выдается программная ошибка (P204), если программа конечной формы задана как текущая для G70 - G73 программа, а P и Q не заданы. Следует учитывать, что если A, P и Q не заданы в G71 - G73, это будет рассматриваться как первый кадр для смешанного постоянного цикла I, и ошибка не будет выдана.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.3. Смешанные постоянные циклы токарного режима

- (17) Задавайте начальную точку цикла в конечном кадре смешанного постоянного цикла I так, чтобы произошел отвод резца от детали. Это необходимо для того, чтобы предотвратить столкновение резца с выступающими участками заготовки.



- (18) Опцией является обработка выточек. Если опция не установлена, N1 будет работать как N0, даже если она задана.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)

#### 13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)



##### Функция и назначение

Данная функция позволяет задать команду постоянного цикла в одном кадре. При использовании специального формата ЧПУ Мицубиси (#1265 ext01/bit1 ON) возникают отличия в некоторых адресах от обычного формата. В обычном формате G71-G76 задаются двумя кадрами, но при использовании специального формата ЧПУ Мицубиси их можно задать в одном кадре. Отличающиеся команды описаны ниже. Смотри раздел 13.3 для детального описания смешанных постоянных циклов токарного режима.



##### Формат команды

**G71 P\_\_Q\_\_U\_\_W\_\_D\_\_F\_\_S\_\_T\_\_ ;**  
(Так же для G72)

P	№ начального кадра последовательности конечной формы
Q	№ последнего кадра последовательности конечной формы
U	Чистовой припуск по оси X
W	Чистовой припуск по оси Z
D	Глубина врезания
F	Скорость резания
S	Скорость шпинделя
T	Команда инструмента

**G73 P\_\_Q\_\_U\_\_W\_\_I\_\_K\_\_D\_\_F\_\_S\_\_T\_\_ ;**

P	№ начального кадра последовательности конечной формы
Q	№ последнего кадра последовательности конечной формы
U	Чистовой припуск по оси X
W	Чистовой припуск по оси Z
I	Припуск обработки по оси X
K	Припуск обработки по оси Z
D	Глубина врезания
F	Скорость резания
S	Скорость шпинделя
T	Команда инструмента

**G74 X(U)\_\_Z(W)\_\_I\_\_K\_\_F\_\_D\_\_ ;**  
(Так же для G75)

X(U)	Координата X конечной точки
Z(W)	Координата Z конечной точки
I	Величина смещения инструмента (величина перемещения по оси X/U)
K	Припуск врезания (величина перемещения по оси Z/W)
F	Скорость резания
D	Глубина врезания

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)

G76 X(U) Z(W) I K D F A Q P ;	
X(U)	Координата X конечной точки участка резьбы
Z(W)	Координата Z конечной точки участка резьбы
I	Значение радиуса на участке резьбы
K	Высота резьбы
D	Глубина врезания 1-го прохода
F	Шаг резьбы
A	Угол резьбы
Q	Начальный угол нарезания резьбы (от 0,001 до 360,000 [°])
P	Нарезание резьбы зигзагом по команде P2



#### Детальное описание

##### (1) Проверка формата команды

Выполняется проверка, используется ли обычный формат или специальный формат Мицубиси.

[Выбран обычный формат (#1265 ext01/bit0 ВЫКЛ)]

##### (а) Проверка формата команды

Если параметр выбора проверки формата (#1222 aux06/bit5) установлен в 0, то возникнет ошибка программирования в следующих случаях.

- Отсутствует задание первого кадра.
- Задан специальный формат Мицубиси.

##### (б) Проверка адресов команды

Ошибка программирования (P32) возникнет в следующих случаях.

- Если адрес I, K, или D задан в кадре G71, G72, G73, G74 или G75.
- Если адрес I, K, D или A задан в кадре G76.

[Если выбран спец. формат Мицубиси (#1265 ext01/bit0 ВКЛ)]

##### (а) Проверка формата команды

Ошибка программирования (P33) возникнет при задании в обычном формате.

##### (б) Проверка адресов команды

Ошибка программирования (P32) возникнет в следующих случаях.

- Если адрес R или A задан в кадре G71, G72 или G73.
- Если адрес P, Q или R задан в кадре G74 или G75.
- Если адрес R задан в кадре G76.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)

##### (2) Сравнение спец. формата ЧПУ Мицубиси и обычного формата.

В то время, как при обычном формате задаются два кадра, при использовании спец. формата ЧПУ Мицубиси нужно задать только один кадр. При этом некоторые адреса различаются, а некоторые задаются параметрами.

Функция	Спец. формат ЧПУ Мицубиси	Обычный формат	Отличия от обычного формата
Цикл продольной черновой обработки I	G71 P Q U W D F S T ;	(1) G71 U R ; (2) G71 A P Q U W F S T ;	Величина врезания Задается посредством U(1) → D Величина отвода R (1) → Parameter (#8052 G71 PULL UP) Нет команды A (№ прог. конечной формы.)
Цикл поперечной черновой обработки I	G72 P Q U W D F S T ;	(1) G72 W R ; (2) G72 A P Q U W F S T ;	Величина врезания Задается посредством W (1) → D Величина отвода R (1) → Параметр (#8052 G71 PULL UP) Нет команды A (№ прог. конеч. формы.)
Цикл черновой обработки с формообразованием	G73 P Q U W I K D F S T ;	(1) G73 U W R ; (2) G73 A P Q U W F S T ;	припуск обработки по оси X U (1) → I припуск обработки по оси Z W (1) → K Количество делений R (1) → D Нет команды A (№ программы конечной формы.)
Цикл поперечной обработки со стружко-дроблением	G74 X Z I K F D ; или 3G74 U W I K F D ;	(1) G74 R ; (2) G74 X Z P Q R F ; или (1) G74 R ; (2) G74 U W P Q R F ;	Величина перемещения по оси X P (2) → I Величина врезания по оси Z Q (2) → K Величина отвода от нижней позиции обработки R (2) → D Величина отскока R (1) → параметр (#8056 G74 RETRACT)
Цикл продольной обработки со стружко-дроблением	G75 X Z I K F D ; или G75 U W I K F D ;	(1) G75 R ; (2) G75 X Z P Q R F ; или (1) G75 R ; (2) G75 U W P Q R F ;	Величина врезания по оси X P (2) → I Величина перемещения по оси Z Q (2) → K Величина отвода от нижней позиции обработки R (2) → D Величина отскока R (1) → параметр (#8056 G74 RETRACT)
Цикл нарезания комбинированной резьбы	G76 X_ Z_ I_ K_ D_ F_ A_ Q_ ;	(1) G76 P m r a R_ ; (2) G76 X_ Z_ R_ P_ Q_ F_ ;	Радиус участка резьбы R (2) → I Высота резьбы P (2) → K Припуск первого прохода Q (2) → D (Q в спец. формате Мицубиси задает начальный угол нарезания резьбы) Угол резьбы P (1) a → A Нарезание резьбы P (1) r → параметр (#8014 CDZ- VALE) Количество чистовых проходов P (1) m → параметр (#8058 TIMES) Чистовой припуск R (1) → параметр (#8057 G76 LAST-D)

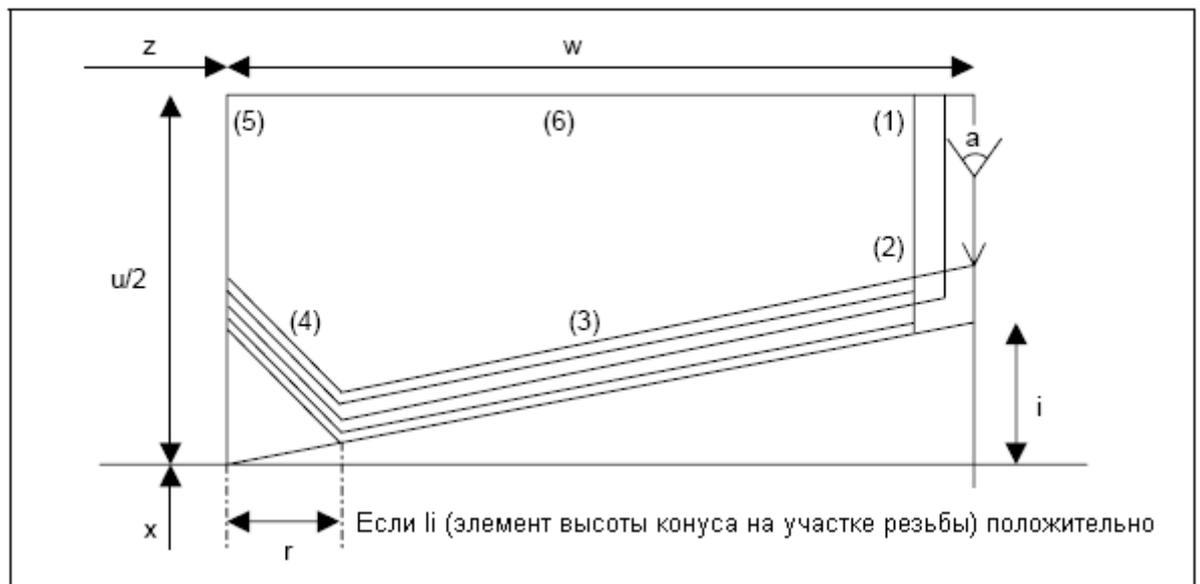
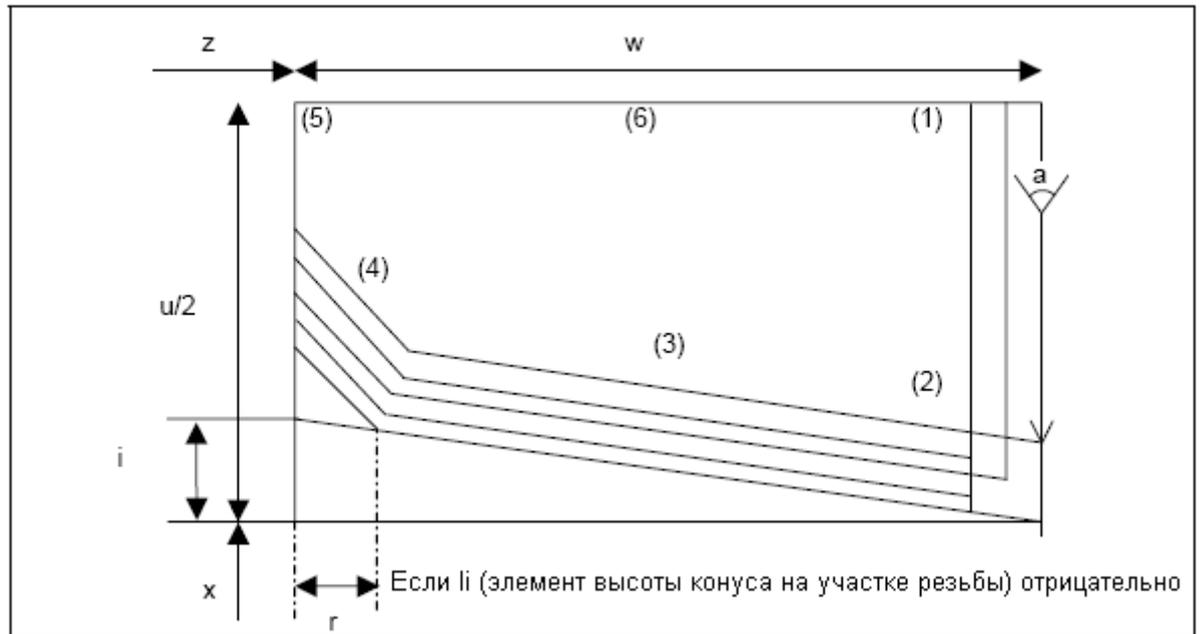
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)



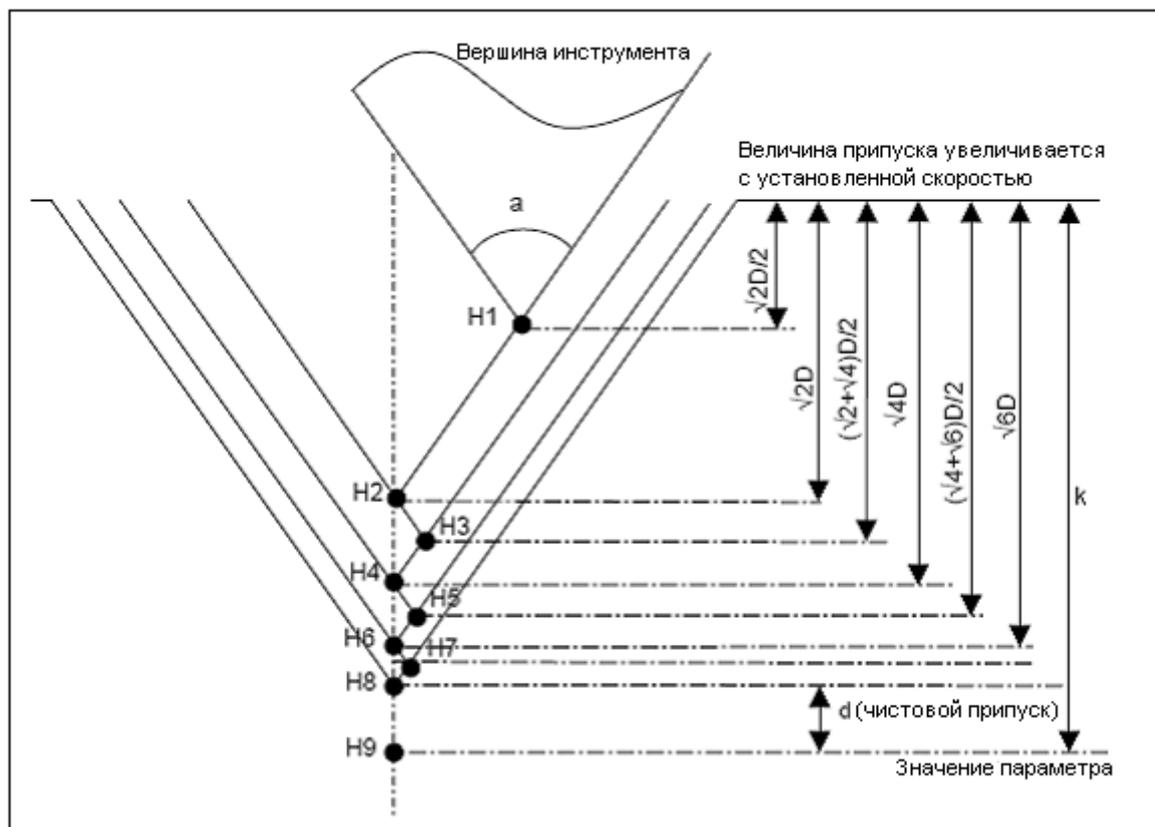
## Нарезание резьбы зигзагом

При задании P2 в кадре G76 нарезания комбинированной резьбы может быть выполнено нарезание резьбы зигзагом в несколько проходов.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.4. Смешанные постоянные циклы токарного режима (спец. формат ЧПУ Мицубиси)



Выражение для величины припуска:

$$H1 = H2 * 1/2 = (\sqrt{2} * D) * 1/2$$

$$H2 = \sqrt{2} * D$$

$$H3 = H2 + (H4 - H2) * 1/2 = (\sqrt{2} + \sqrt{4}) * D * 1/2$$

$$H4 = \sqrt{4} * D$$

$$H5 = H4 + (H6 - H4) * 1/2 = (\sqrt{4} + \sqrt{6}) * D * 1/2$$

$$H6 = \sqrt{6} * D$$

:

:

$$Hn = (\sqrt{(n-1)} + \sqrt{(n+1)}) * \Delta d / 2 \quad (n = 1,3,5,7,\dots)$$

$$Hn = \sqrt{n} * \Delta d \quad (n = 2,4,6,8,\dots)$$



#### Меры предосторожности и ограничения

- (1) Всегда задавайте P и Q в командах G71-G73, в противном случае возникнет ошибка программирования (P204).
- (2) Начальный угол нарезания резьбы является модальной величиной. Отсутствие команды Q в кадре G76 рассматривается как "Q0".
- (3) Если значение Q в кадре G76 превышает 360.000, то возникнет ошибка программирования (P35).
- (4) G76 нарезает один заход резьбы за один цикл. Для нарезания двухзаходовой резьбы, измените значение Q и задайте эту же команду снова.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий; G80 ~ G89



#### Функция и назначение

Данные постоянные циклы выполняют предварительно заданные последовательности операций обработки, такие как стандартное позиционирование, сверление отверстий, расточка и нарезание резьбы метчиком. Различные последовательности, возможные при использовании данных функций, приведены в таблице ниже.

**(Примечание)** Ось X задается постоянным циклом продольного сверления отверстий как ось сверления отверстия.

Ось Y может быть задана как ось сверления отверстия посредством функции выбора оси продольного сверления отверстия. В столбце «Тип II» таблицы разъясняются подробности применения функции выбора оси продольного сверления отверстия.

G код	Ось сверления отверстий	Начало сверления отверстий	Операция у дна отверстия	Операция возврата	Назначение	Тип II	
						Сигнал выбора продольного сверления отверстия	Ось сверления отверстий
G80	—	—	—	—	Отмена	—	—
G83	Z	Рабочая подача Прерывистая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени	Быстрый ход	Цикл глубокого сверления 1	ON	Z
						OFF	
G84 (G84.1)	Z	Рабочая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени, Обратное вращение шпинделя	Рабочая подача	Цикл нарезания метчиком (цикл реверсирования метчика)	ON	Z
						OFF	
G85	Z	Рабочая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени	Рабочая подача	Цикл расточки	ON	Z
						OFF	
G87	X	Рабочая подача Прерывистая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени	Быстрый ход	Цикл глубокого сверления 1	ON	Y
						OFF	X
G88 (G88.1)	X	Рабочая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени, Обратное вращение шпинделя	Рабочая подача	Цикл нарезания метчиком (цикл реверсирования метчика)	ON	Y
						OFF	X
G89	X	Рабочая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени	Рабочая подача	Цикл расточки	ON	Y
						OFF	X
G83.2	Z / X	Рабочая подача Прерывистая подача	Контроль выхода на зад. позицию Выдержка времени	Быстрый ход	Цикл глубокого сверления 2	ON	Z / X
						OFF	

Режим постоянного цикла отменяется, если задана G80 или любая команда G из группы 01. Одновременно с отменой будут обнулены данные.

**(Примечание 1)** Соответствие команд G84.1/G88.1 или G84/G88 (значение адреса D отрицательно) циклу реверсирования метчика определяется базовым параметром "#1309 Gtype".



## Формат команды

## (1) Сверление отверстий в поперечном направлении

<b>G8Δ X/U_ C/H_ Z/W_ R_ Q_ P_ F_ K_ D_ S_ ,S_ M_ ;</b>	
G8Δ	Режим обработки отверстий (G83, G84, G85)
X/U_ C/H_	Данные позиций отверстий
Z/W_ R_ Q_ P_ F_	Данные обработки отверстий
K_	Количество повторов
D_	№ шпинделя инструмента
S_	Скорость вращения шпинделя
,S_	Скорость вращения шпинделя при возврате
M_	Вспомогательная функция

## (2) Сверление отверстий в продольном направлении

<b>G8* Z/W_ C/H_ X/U_ R_ Q_ P_ F_ K_ D_ S_ ,S_ M_ ;</b>	
G8*	Режим обработки отверстий (G87, G88, G89)
Z/W_ C/H_	Данные позиций отверстий
X/U_ R_ Q_ P_ F_	Данные обработки отверстий
K_	Количество повторов
D_	№ шпинделя инструмента
S_	Скорость вращения шпинделя
,S_	Скорость вращения шпинделя при возврате
M_	Вспомогательная функция

## (3) Отмена

<b>G80;</b>
-------------

## (4) Описание данных и соответствующие адреса

(a) Режимы обработки отверстий	<p>Это режимы постоянных циклов для сверления (G83, G87), нарезания метчиком (G84, G88) и расточки (G85, G89).</p> <p>Это модальные команды, которые после их задания остаются действительными, пока не будет задана другая команда режима обработки отверстий, команда отмены для постоянного цикла сверления отверстий или команда G из группы 01.</p>
(b) Данные позиций отверстия	<p>Они предназначены для позиционирования осей X (Z) и C.</p> <p>Они являются немодальными данными и задаются кадр за кадром, если тот же режим обработки отверстий должен выполняться непрерывно.</p>
(c) Данные обработки отверстий	<p>Это текущий режим обработки.</p> <p>За исключением Q они являются модальными значениями. Q в команде G83 или G87 является немодальным значением и задается кадр за кадром.</p>
(d) Количество повторов	<p>Количество задается для обрабатываемых отверстий с равными интервалами, если необходим повтор одного и того же цикла.</p> <p>Диапазон задаваемых значений - 0 - 9999; десятичная точка не действительна.</p> <p>Количество является немодальным значением и действует только в кадре, в котором оно задается.</p> <p>Если данное количество не задано, оно рассматривается как K1. Если задано K0, данные обработки отверстий сохраняются в памяти, но обработка отверстий не производится.</p>

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

Адрес	Значение
G	Выбор последовательности цикла обработки отверстий (G80, G83, G84, G85, G87, G88, G89)
* X/U (Z/W), C/H	Задание исходной точки для обработки отверстия (абсолютное/инкрементное значение)
* Z/W (X/U)	Задание нижней позиции отверстия (абсолютное/инкрементное значение от точки R)
R	Задание позиции R точки (инкрементное значение от начальной позиции) (знак игнорируется)
Q	Задание величины обработки за каждый проход G83 (G87); всегда инкрементное значение, радиальное задание (знак игнорируется)
P	Задание выдержки времени в нижней позиции отверстия; соотношение времени и заданного значения идентично, как для G04
F	Задание величины рабочей подачи
K	Задание количества повторов, 0 ~ 9999 (стандартное значение = 1)
D	Задание шпинделя, используемого в цикле нарезания метчиком (модальное) <b>(Примечание)</b> Задайте отрицательное значение при задании цикла реверсирования метчика командами G84/G88 путем установки параметра "#1309 Gtype".
S	Задание скорости вращения шпинделя <b>(Примечание)</b> Во время синхронного нарезания резьбы метчиком S-команда в формате с заданием номера шпинделя игнорируется. (Пример: "S2=2000" игнорируется)
,S	Задание скорости вращения шпинделя при возврате метчика. <b>(Примечание)</b> Действительно только в режиме синхронного нарезания резьбы. Это значение игнорируется во всех остальных режимах.
,R	Задание синхронного/асинхронного нарезания метчиком <b>(Примечание)</b> Направление вращения шпинделя может быть изменено на обратное, используя сигнал реверса при задании синхронного нарезания метчиком.
M	Задание вспомогательной функции. <b>(Примечание)</b> Во время прямого хода асинхронного нарезания резьбы метчиком прямое вращение шпинделя задается адресом M. Команда обратного вращения шпинделя приведет к неправильной операции, если код M будет не равен M-коду прямого вращения +1.

\* : Адреса в скобках действительны для команд G87, G88 и G89.

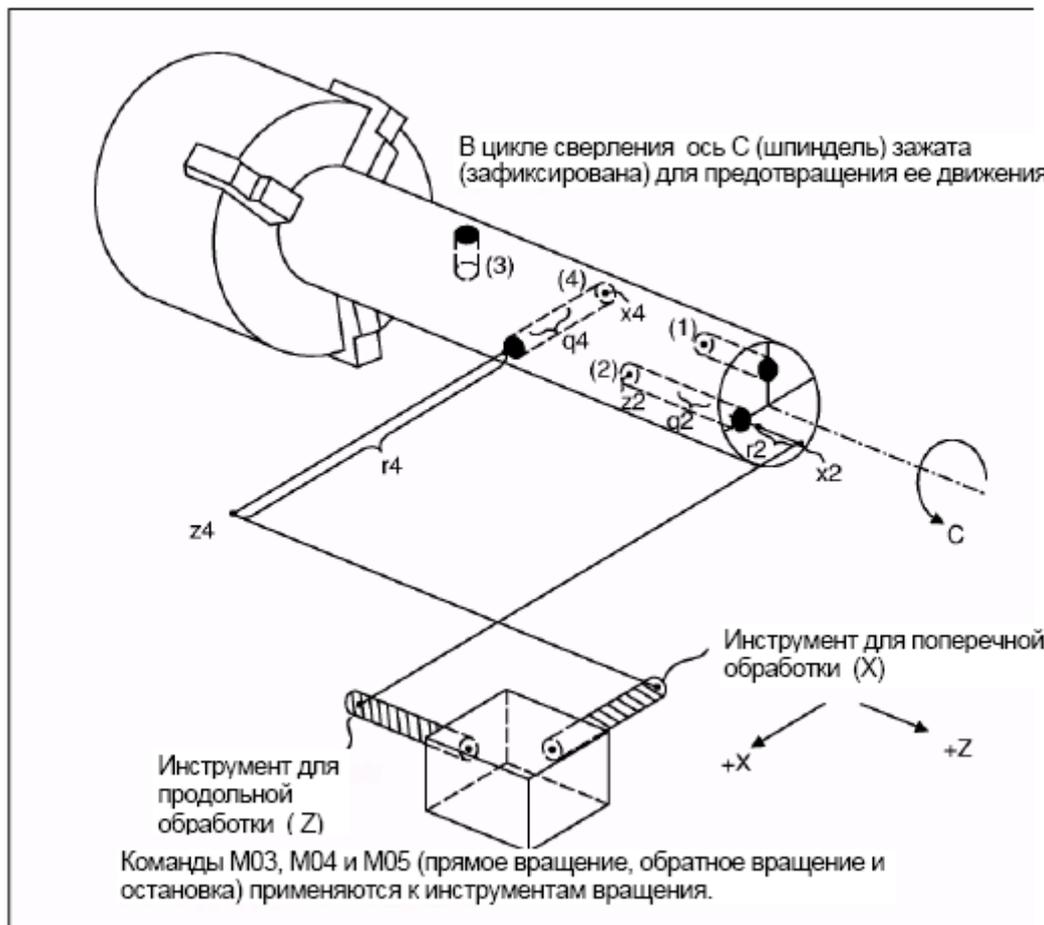
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий



#### Детальное описание

Оси для позиционирования и сверления отверстий в постоянном цикле сверления отверстий показаны на схеме внизу.



- (1) G83 Xx<sub>1</sub> Cc<sub>1</sub> Zz<sub>1</sub> Rr<sub>1</sub> Qq<sub>1</sub> Pp<sub>1</sub> Ff<sub>1</sub> Kk<sub>1</sub> ;
- (2) G83 Xx<sub>2</sub> Cc<sub>2</sub> Zz<sub>2</sub> Rr<sub>2</sub> Qq<sub>2</sub> Pp<sub>2</sub> Ff<sub>2</sub> Kk<sub>2</sub> ;
- (3) G87 Zz<sub>3</sub> Cc<sub>3</sub> Xx<sub>3</sub> Rr<sub>3</sub> Qq<sub>3</sub> Pp<sub>3</sub> Ff<sub>3</sub> Kk<sub>3</sub> ;
- (4) G87 Zz<sub>4</sub> Cc<sub>4</sub> Xx<sub>4</sub> Rr<sub>4</sub> Qq<sub>4</sub> Pp<sub>4</sub> Ff<sub>4</sub> Kk<sub>4</sub> ;



## Пример операции

Существует 7 операций, которые последовательно описаны ниже.



Операция 1 :позиционирование (на быстром ходу) инструмента в исходную точку по координатам X (Z) и C. Если задана " I " (Позиционирование с заданной точностью), контроль заданной позиции будет выполняться после завершения кадра.

Операция 2 : Выполняется если задана M - функция для зажима (фиксации) оси C.

Операция 3 : Инструмент позиционируется в точку R на быстром ходу.

Операция 4 : Выполняется обработка отверстий на рабочей подаче. Если задана "J" (Позиционирование при сверлении с заданной точностью), контроль заданной позиции будет выполняться после завершения кадра. Следует учитывать, что для циклов глубокого сверления 1 или 2 контроль выхода на заданную позицию не будет производиться до половины цикла сверления отверстий. Он будет выполняться в заданной нижней позиции отверстия (последний проход сверления).

Операция 5 : Операция выполняется в нижней позиции отверстия и имеет варианты в соответствии с режимом постоянного цикла. Возможные варианты включают обратное (M04) и прямое вращение инструмента (M03) и выдержку времени.

Операция 6 : Инструмент отводится в точку R.

Операция 7 : Инструмент возвращается в исходную точку на скорости быстрого хода.

(Операции 6 и 7 могут быть отдельными операциями в зависимости от режима постоянного цикла.)

**(Примечание)** Что касается команды синхронного нарезания метчиком, контроль выхода на заданную позицию выполняется в зависимости от параметра #1223 (Улучшение нарезания метчиком). (Только некоторые модели)

Будет ли постоянный цикл завершен в операции 6 или 7, определяется заданием следующих команд G.

G98	Возврат на исходный уровень
G99	Возврат на уровень точки R

Данные команды G являются модалными командами. Если, например, задана G98, режим G98 остается действительным, пока не будет задана команда G99. Режим G98 устанавливается при инициализации устройства NC.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий



#### Контроль выхода на заданную позицию при синхронном нарезании резьбы метчиком

Смотри "Пример операции" для получения информации по контролю выхода на заданную позицию для другого цикла сверления отверстий (включая асинхронное нарезание метчиком).

#### Значения параметров контроля выхода на заданную позицию и движения оси нарезания при синхронном нарезании метчиком

(1) Настройки контроля выхода на заданную позицию синхронного нарезания метчиком

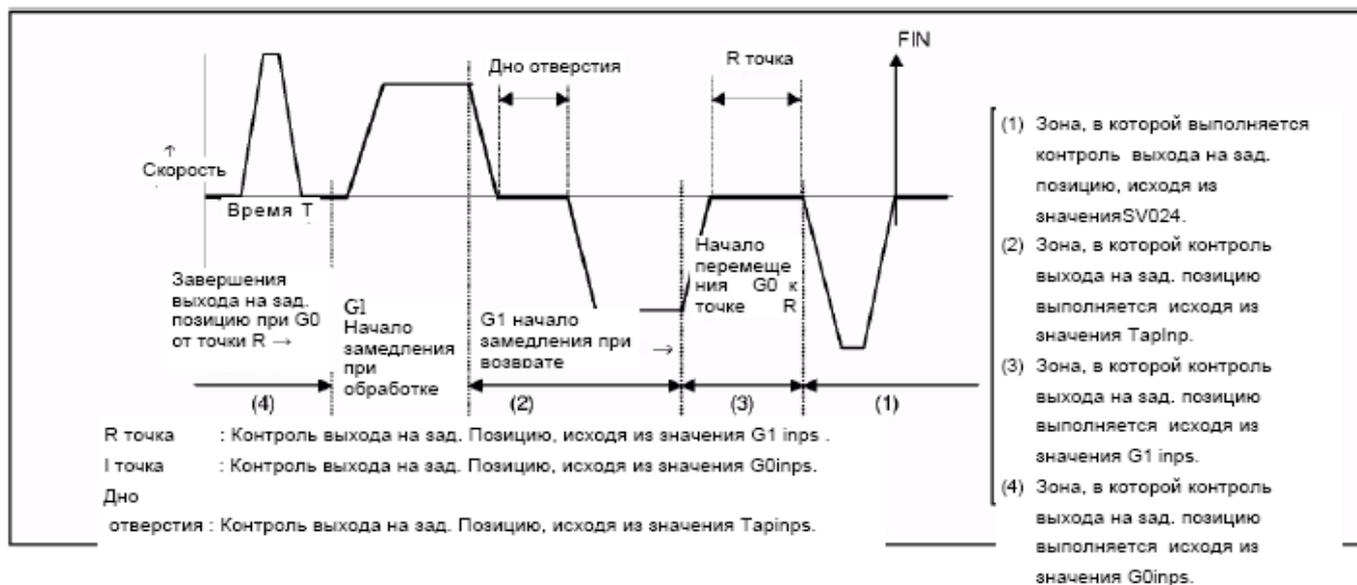
#1223 aux07				"P" задание команды G84/G88	Контроль выхода на заданную позицию при синхронном нарезании метчиком
Улучшение синхронного нарезания метчиком	Контроль выхода на зад. позицию dna отверстия	Контроль выхода на зад. позицию точки R	I точка → R точка контроль выхода на зад. позицию		
bit3	bit4	bit5	bit2		
'0'	—	—	—	—	Выполнение контроля выхода на зад. позицию в точке I → R точка/R точка/ дно отверстия.
'1'	—	—	—	Нет задания "P" Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	1	1	1	"P" задание пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	1	0.	1	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	0	1	1	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	0	0	1	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	1	1	0.	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	1	0	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	0	1	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
'1'	0	0	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 PO R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.

(Примечание 1) Точка I - исходная точка.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

- (2) Диапазон выхода на заданную позицию и перемещение оси с контролем выхода на заданную позицию при синхронном нарезании метчиком



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

(3) Соотношение значений параметров и движения оси с контролем выхода на заданную позицию при синхронном нарезании метчиком

#1223 aux07				Выдержка времени у дна отверстия	Операция у дна отверстия	Операция в точке R	Операция в точке I → R
bit3	bit4	bit5	bit2				
Улучшение синхронного нарезания метчиком	Контроль выхода на зад. позицию дна отверстия	Контроль выхода на зад. позицию точки R	I точка → R точка контроль выхода в зад. позицию				
'0'	---	---	---	Время, заданное через "P". Время обработки составляет несколько десятков мс, если нет "P".	Действия определяются установками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): bit 1.	Действия определяются установками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): bit 1	Действия определяются установками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): bit 1.
'1'	0	0	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.		Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
'1'	0	1	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
'1'	1	0	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после чего выполняется контроль выхода на заданную позицию.		Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
'1'	1	1	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Время обработки составляет несколько 10мс, если оба значения равны 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после чего выполняется контроль выхода на заданную позицию.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
'1'	0	0	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.		
'1'	0	1	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	
'1'	1	0	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после выполнения контроля выхода на заданную позицию.		
'1'	1	1	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Время обработки составляет несколько 10 мс, если оба значения равны 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после чего выполняется контроль выхода на заданную позицию.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	

(Примечание 1) Точки I относятся к исходным точкам.

(Примечание 2) Следует помнить, что вибрация или снижение точности может возникнуть при недействительной проверке выхода в заданную позицию в точке R.

### 13. Вспомогательные программные функции

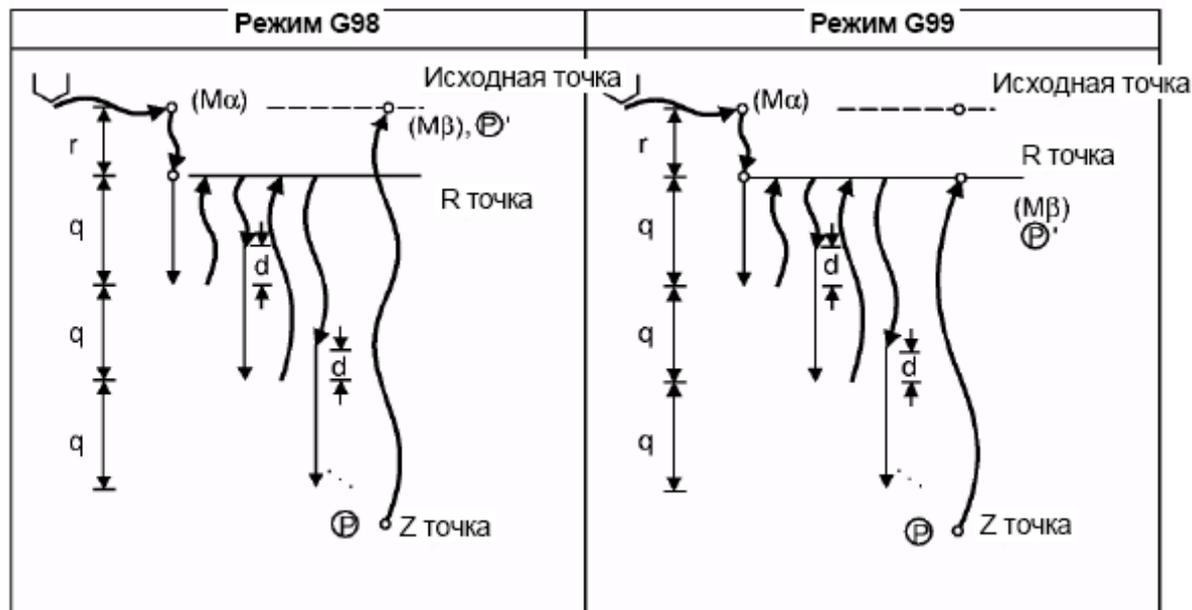
#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

##### 13.5.1. Цикл глубокого поперечного сверления 1; G83 (цикл глубокого продольного сверления 1; G87)



Если задана команда Q (глубокое сверление)

G83 (G87) X(z) C Z(x) R r Q q P p F f K k Mm ;

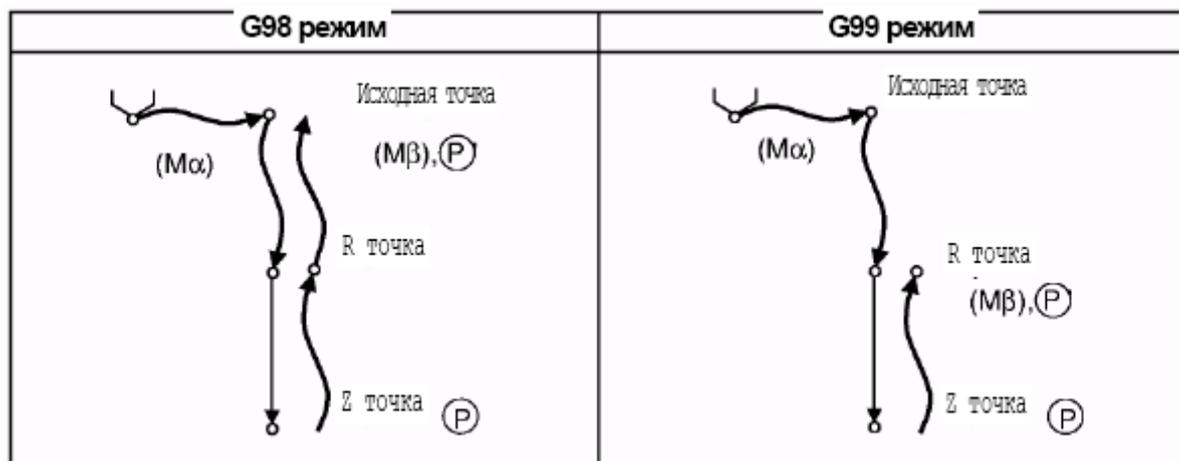


- (1) Величина возврата "d" задается параметром (#8013 G83 n). Возврат инструмента производится на скорости быстрого хода.
- (2) (M $\alpha$ ) : Команда M (Mm) задается, если необходима фиксации оси C.
- (3) (M $\beta$ ) : Команда M расфиксации оси C (команда M фиксации оси C + 1 = Mm + 1) задается, если прежде задавалась команда M фиксации оси C (Mm).
- (4) (P) : Выдержка времени выполняется в соответствии с заданием P.
- (5) (P') : После задания команды M расфиксации оси C (Mm+2) выдержка времени выполняется в соответствии с параметром (#1184 clmp\_D).



Если команда Q отсутствует (сверление)

G83 (G87) X(z)\_ C\_ Z(x)\_ Rr Pp Ff Kk Mm ;



Смотри "Если задана команда Q (глубокое сверление)" для получения подробной информации по M $\alpha$ , M $\beta$ , (P) и (P').

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

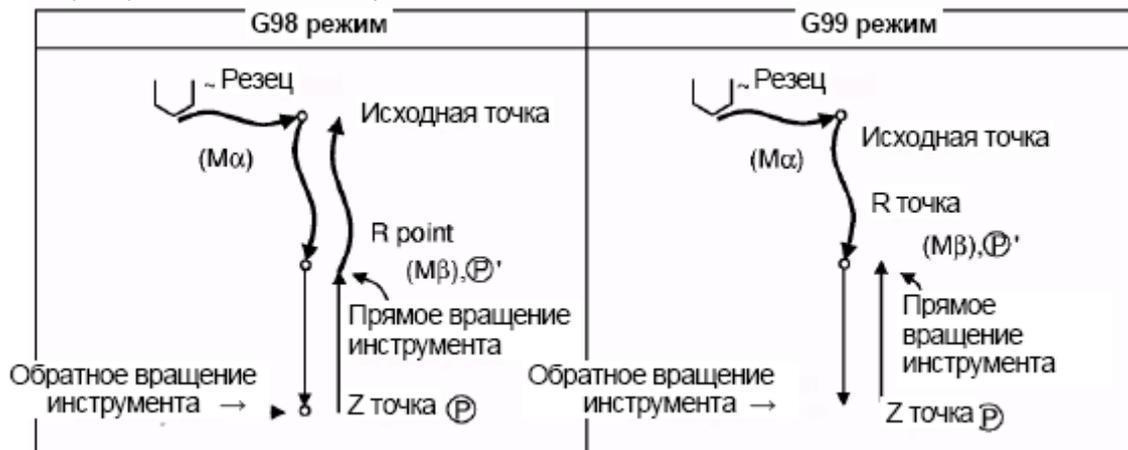
13.5.2. Цикл поперечного нарезания метчиком; G84 (Цикл продольного нарезания метчиком; G88)/цикл поперечного обратного нарезания; G84.1 (цикл продольного обратного нарезания; G88.1)



#### Детальное описание

Объяснение G84 (G88) дается ниже. При задании цикла обратного нарезания G84.1 (G88.1), направление вращения метчика меняется на обратное.

G84 (G88) Xx1 Cc1 Zz1 Rr1 Pp1 Ff1 Kk1 Dd1 Ss1 ,Ss2 ,Rr2 Mm1 ;



- (1) Сммотри раздел 13.5.1 "Если задана команда Q (глубокое сверление)" для получения подробной информации по Mα, Mβ, (P) и (P)'.
- (2) При выполнении G84 (G88) процентка подачи будет отменена и для процентки автоматически будет задано значение 100%..
- (3) Холостой прогон возможен, если параметр "G00 DRY RUN" включен и разрешен для команд позиционирования. Если нажата кнопка блокировки подачи во время выполнения G84 (G88), происходит останов по концу кадра после завершения возврата.
- (4) При покадровом режиме ось не останавливается при нарезании метчиком.
- (5) Во время модального задания G84 (G88) выдается сигнал NC "Резка метчиком".
- (6) Во время синхронного нарезания метчиком G84 (G88) коды M3, M4, S и т.д. не будут выдаваться.
- (7) Инструмент останавливается в исходной точке и задается прямое вращение инструмента.
- (8) Вращение инструмента изменяется на обратное у дна отверстия.
- (9) Если необходимо задание команды остановки инструмента (M05) перед заданием обратного (M04) или прямого вращения (M03), необходимо произвести редактирование подпрограммы постоянного цикла.
- (10) Соответствие команд G84.1/G88.1 или G84/G88 (значение адреса D отрицательно) циклу реверсирования метчика определяется базовым параметром "#1309 Gtype".

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий



#### Выбор синхронного / асинхронного нарезания метчиком

##### (1) Выбор из программы

Команда цикла нарезания метчиком ",R0/1"

G84 (G88) Xx1\_ Cc1 Zz1. Rr1. Pp1 Ff1. Kk1. Dd1 Ss1 ,Ss2 ,Rr2 Mm1 ; При r2 = 1, активируется режим синхронного нарезания метчиком, а при r2 = 0, активируется режим асинхронного нарезания метчиком.

##### (2) Выбор через параметры

[Базовые параметры]

#	Элементы	Подробное описание	Диапазон значений
1229	Set01 bit4	0: Распознает циклы нарезания метчиком G88 и G84 как циклы нарезания метчиком с резьбонарезным патроном. 1: Распознает циклы нарезания метчиком G88 и G84 как циклы нарезания метчиком без резьбонарезного патрона.	0/1

Команда нарезания метчиком будет циклом синхронного нарезания метчиком, если данный параметр включен.

##### (3) Выбор при помощи функции M

[Базовые параметры]

#	Элементы	Подробное описание	Диапазон значений
1272 (PR)	Ext08 bit1	Выбор цикла синхронного нарезания метчиком через функции M действителен	0: недейств. 1 : действ.

Синхронное нарезание метчиком не может быть выбрано через функцию M, если данный параметр выключен.

[Базовые параметры]

#	Элементы	Подробное описание	Диапазон значений
1513	stapM	Код M – функции для выбора синхронного нарезания метчиком	0 - 99999999

Режим синхронного нарезания метчиком выбирается через функцию M, заданной данным параметром. Функция M может быть задана в одном кадре перед командой нарезания метчиком.

**(Примечание)** Нельзя использовать M00, 01, 02, 30, 98 или 99.

**(Пример)**

M29 ; (M – функция синхронного нарезания метчиком)

G84 Z50. R20. F2. ; или G84 Z50. R20. F2. M29 ;

Синхронное и асинхронное нарезание метчиком будет соответствовать указанной ниже комбинации.

Программная команда (,R0/1)	Комбинация											
	0	0	0	0	1	1	1	1	Нет команды			
#1229(bit4)	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
Код функции M (M**)	x	O	x	O	x	O	x	O	x	O	x	O
Синхронный / асинхронный	A	A	A	A	S	S	S	S	A	S	S	S

x : Не задает A : асинхронное нарезание

O : Задает S : синхронное нарезание

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий



#### Отмена цикла синхронного нарезания метчиком

Отмена цикла синхронного нарезания метчиком происходит при сбросе, задании G80 (отмена постоянного цикла сверления отверстий), G –функции из группы O1 или G –функции другого постоянного цикла.



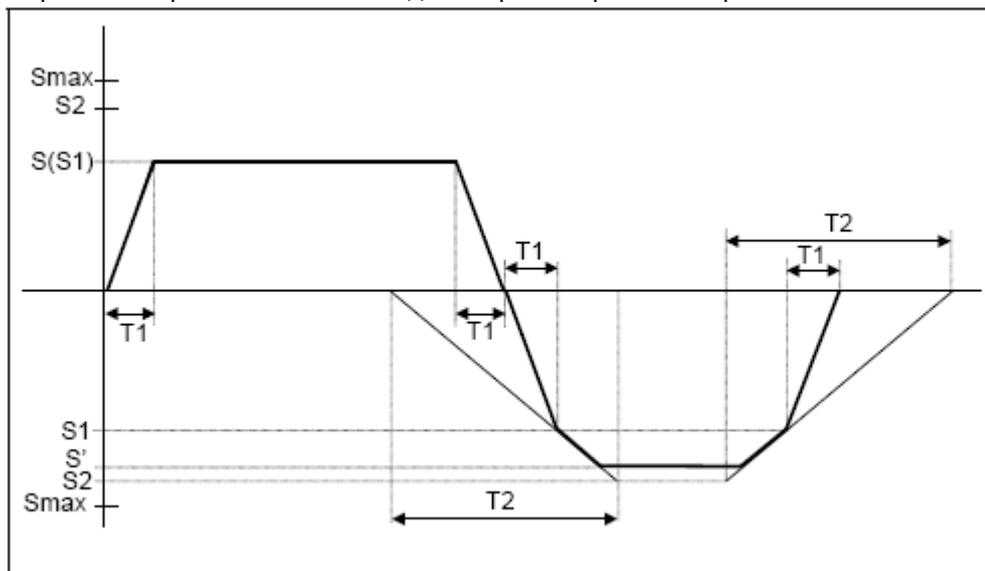
#### Схема ускорения/замедления шпинделя при синхронном нарезании резьбы

Данная функция позволяет оптимизировать для сервосистемы схему ускорения/замедления шпинделя, посредством разделения циклов ускорений/замедлений шпинделя и оси сверления на три зоны (ступени) во время синхронного нарезания метчиком.

Для схемы ускорения/замедления может задаваться до трех зон для каждой передачи.

При отводе от дна отверстия может быть настолько быстрое перемещение, насколько позволит скорость вращения шпинделя во время отвода. Скорость вращения шпинделя во время возврата рассматривается как модальная величина.

- (1) Если скорость вращения метчика < скорости вращения шпинделя во время возврата  $\leq$  скорости 2 переключения шпинделя при синхронном нарезании метчиком



S : Заданная скорость вращения шпинделя

S' : Скорость вращения шпинделя при возврате

S1 : Скорость вращения метчика (параметры шпинделя #3013 - #3016)

S2 : Скорость 2 переключения шпинделя при синхронном нарезании метчиком (параметры шпинделя #3037 - #3040)

Smax : Максимальная скорость вращения (параметры шпинделя #3005 - #3008)

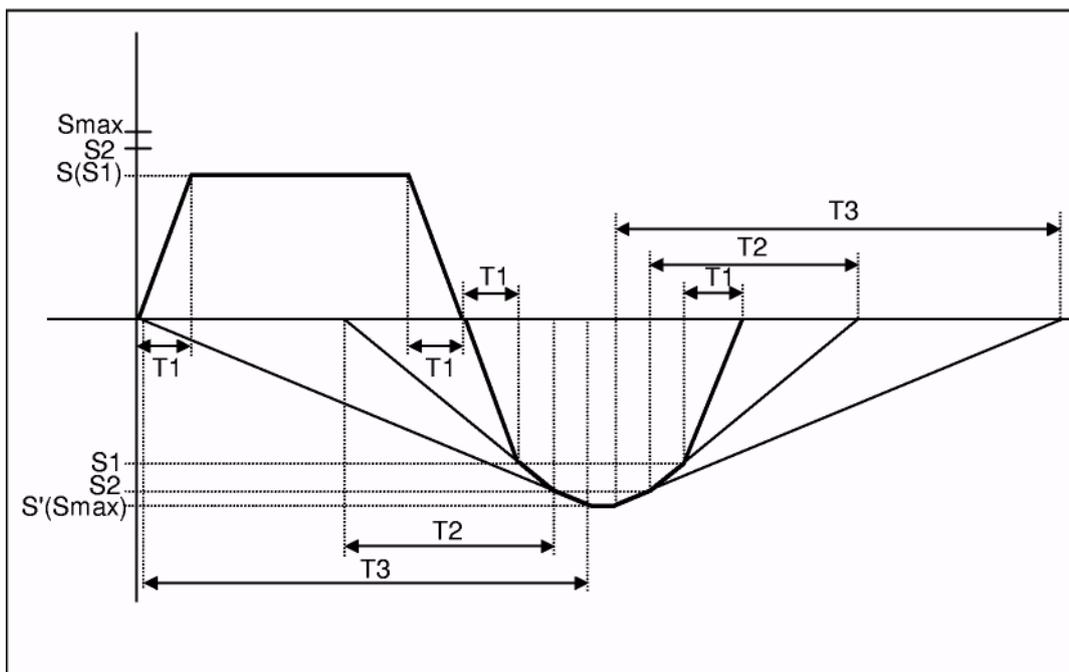
T1 : Постоянная времени нарезания метчиком (параметры шпинделя #3017 - #3020)

T2 : Постоянная времени 2 переключения при синхронном нарезании метчиком (параметры шпинделя #3041 - #3044)

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

- (2) Если скорости 2 переключения шпинделя для синхронного нарезания метчиком < скорости вращения шпинделя во время возврата



- $S$  : Заданная скорость вращения шпинделя  
 $S'$  : Скорость вращения шпинделя при возврате  
 $S1$  : Скорость вращения метчика (параметры базовой спецификации шпинделя #3013 - #3016)  
 $S2$  : Скорость 2 переключения шпинделя при синхронном нарезании метчиком (параметры шпинделя #3037 - #3040)  
 $S_{max}$  : Максимальная скорость вращения (параметры базовой спецификации шпинделя #3005 - #3008)  
 $T1$  : Постоянная времени нарезания метчиком (параметры шпинделя #3017 - #3020)  
 $T2$  : Постоянная времени 2 переключения при синхронном нарезании метчиком (параметры базовой спецификации шпинделя #3041 - #3044)  
 $T3$  : Постоянная времени 3 переключения при синхронном нарезании метчиком (параметры шпинделя #3045 - #3048)



#### Меры предосторожности при задании номера шпинделя (Dd)

- (1) Диапазон командных значений от 1 до «число шпинделей». Ошибка программирования (P35) возникнет при задании числа вне диапазона.
- (2) Если действительно управление несколькими шпинделями II, то шпиндель выбирается из ПЛК, поэтому не следует задавать Dd1, иначе возникнет ошибка программирования (P32).
- (3) Если Dd1 пропущено, то будет выбран шпиндель, заданный в команде выбора шпинделя.

## 13. Вспомогательные программные функции

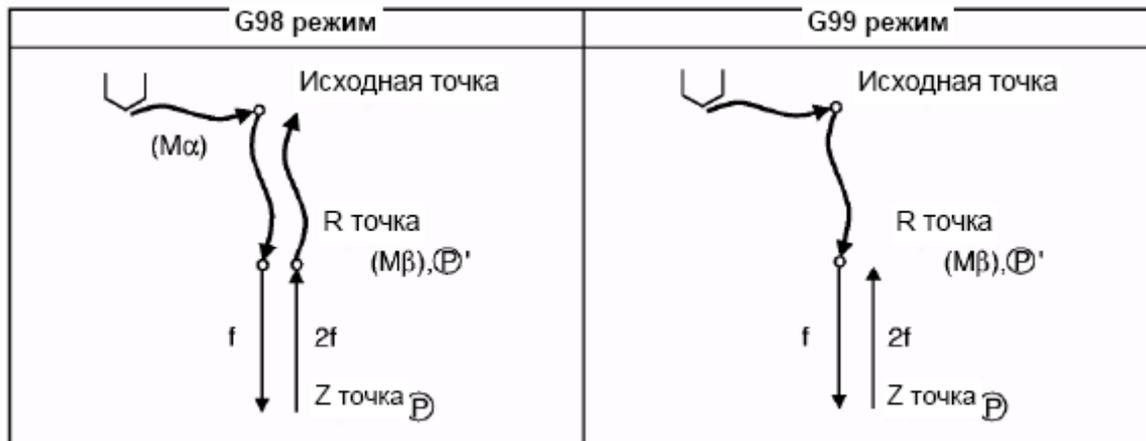
### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

#### 13.5.3. Цикл поперечной расточки; G85 (цикл продольной расточки; G89)



#### Детальное описание

G85 (G89) X (z) \_\_ C \_\_ Z (x) \_\_ R \_\_ P \_\_ F \_\_ K \_\_ M \_\_ ;



- (1) Смотри раздел 13.5.1 "Если задана команда Q (глубокое сверление)" для получения подробной информации по Mα, Mβ, (P) и (P)'.
- (2) Инструмент возвращается в точку R на рабочей подаче, вдвое большей, чем заданная величина подачи, но не выше максимального значения рабочей подачи.

#### 13.5.4. Цикл глубокого сверления 2; G83.2



#### Функция и назначение

Цикл глубокого сверления 2 выполняет сверление глубоких отверстий в направлении осей X или Z при задании координаты конечной точки, рабочего хода и величины рабочей подачи.



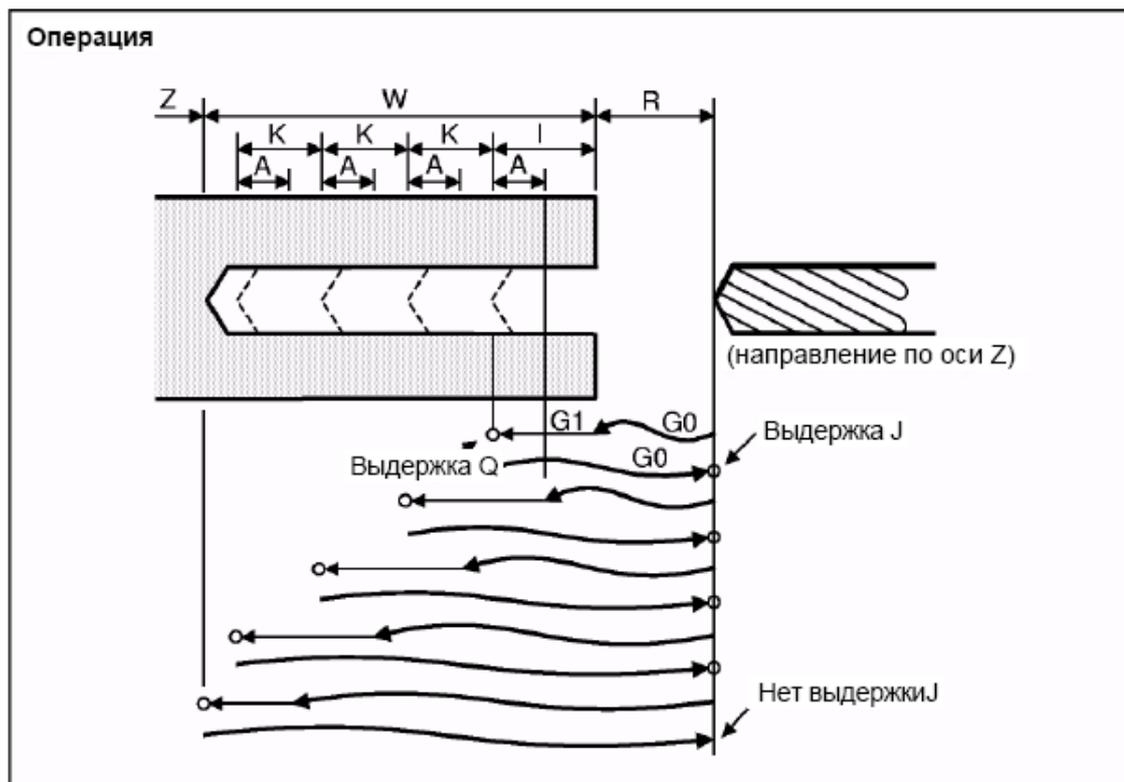
#### Формат команды

G83.2 W/Z/U/X\_R\_I\_K\_A\_Q\_J\_F\_;

W/Z/U/X	Расстояние от начальной точки сверления отверстия до дна отверстия. Инкрементное значение (со знаком)
R	Расстояние от текущей позиции до начальной точки сверления отверстий, всегда инкрементное радиальное значение.
I	Рабочий ход для первого прохода (знак игнорируется), всегда инкрементное радиальное значение.
K	Рабочий ход для второго и последующего проходов (знак игнорируется), всегда радиальное инкрементное значение.
A	Безопасное расстояние останова сверления для второго и последующих проходов (знак игнорируется), всегда радиальное инкрементное значение.
Q	Выдержка времени в конце рабочего хода (знак игнорируется, десятичная точка не действительна)
J	Выдержка времени в точке возврата (знак игнорируется, десятичная точка не действительна).
F	Величина рабочей подачи

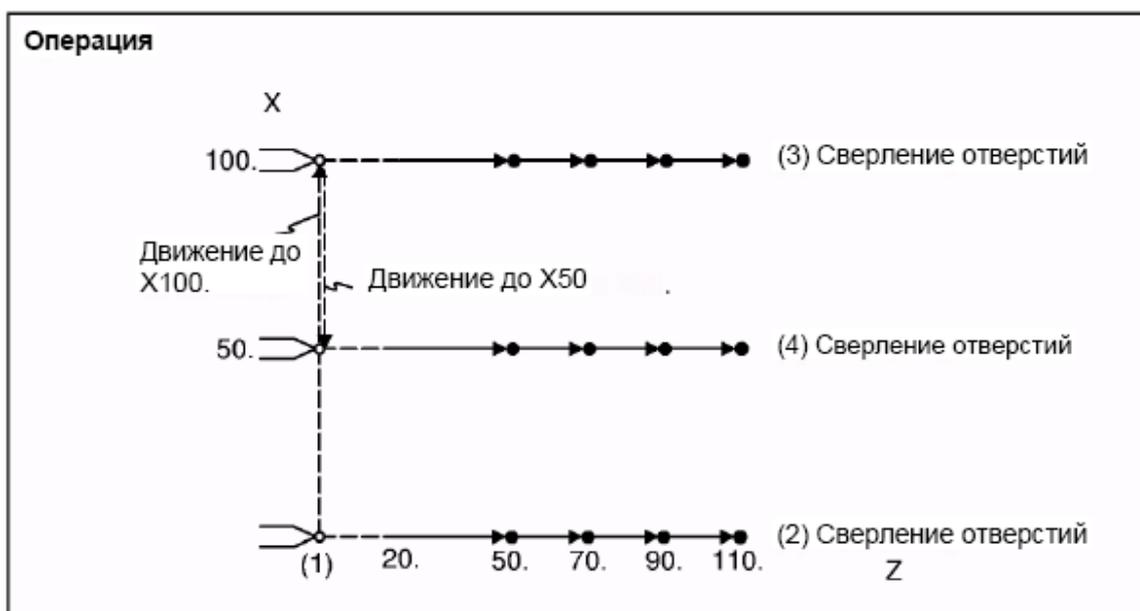
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий



Пример программы (цикл глубокого сверления 2 - модальная команда)

G28 XZ ;	
G0 X0. Z0. ;.....	(1)
G83.2 Z110. R20. I30. K20. A5. Q1000 J500. F300. ;.....	(2)
X100. ;.....	(3)
X50. ;.....	(4)
M02 ;	





### Детальное описание

- (1) Если команда безопасного расстояния останова сверления (адрес "А") не задана, используется значение параметра #8013.
- (2) Цикл глубокого сверления 2 является модальной командой, поэтому она остается действительной, пока не будет задана команда в той же модальной группе либо команда отмены (G80).
- (3) Если не задан рабочий ход для первого прохода (адрес "I") или не задан рабочий ход для второго и последующих проходов (адрес "K") (или задан 0), то будет использоваться то значение, которое существует, и операция будет выполняться с I и K, равными этому заданному значению.  
Если отсутствуют обе команды, сверление выполняется за один проход до дна отверстия.
- (4) Если адрес оси сверления задан несколько раз в кадре, действительным будет адрес, заданный последним.
- (5) Постоянный цикл сверления отверстий 2, помимо G80, также отменяется любой G - функцией из группы 01. Если эта функция задана в том же кадре, что и постоянный цикл, постоянный цикл будет игнорирован.  
m = код группы 01, n = код постоянного цикла сверления отверстий

(a)  $\underbrace{G_m}_{\text{Выполнено}} \underbrace{G_n}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{X(z) \ C \ Z(x)}_{\text{Выполнено}} \underbrace{R \ I \ K \ A \ Q \ J}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{F}_{\text{Сохранено}};$

(b)  $\underbrace{G_n}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{G_m \ X(z) \ C \ Z(x)}_{\text{Выполнено}} \underbrace{R \ I \ K \ A \ Q \ J}_{\text{Игнорируется}} \underbrace{F}_{\text{Сохранено}};$

**(Примеры)** G01 G83.2 Z50. R-10. 18. K10. A3. Q1000 J500 F100. ;  
G83.2 G01 Z50. R-10. 18. K10. A3. Q1000 J500 F100. ;  
В обоих случаях выполняется G01 Z50. F100.

Если задана вспомогательная функция в том же кадре, что и команда цикла глубокого сверления 2, она выдается одновременно с позиционированием в исходную точку.

Если задана коррекция на длину резца (Т функция) в режиме цикла глубокого сверления 2, при отработке цикла будет учитываться эта коррекция.

- (8) Если осевые данные или команда R заданы в кадре с циклом глубокого сверления 2, сверление отверстия выполняется. Если данные отсутствуют, обработка отверстий не производится.  
Даже если заданы данные по оси X, обработка отверстий не производится, если команда выдержки времени (G04) задана в кадре.
- (9) Задавайте данные обработки отверстий (A, I, K, Q, J), включая осевые данные и команду R, в кадре, в котором выполняется операция сверления отверстий.  
Если они заданы в кадре без операции сверления, модальные данные не будут восстановлены.
- (10) Выдается ошибка программирования (P33) для следующих команд.
  - (a) Если заданы ось сверления отверстий X (командный адрес X или U) и ось сверления отверстий Z (командный адрес Z или W).
  - (b) Если задана любая ось за исключением X или Z (любой командный адрес за исключением X, U, Z и W).

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

- (11) Если нажата кнопка блокировки подачи при выполнении цикла глубокого сверления 2, блокировки подачи выполняется в этой же точке, а после восстановления автоматического режима выполняется остаток цикла.
- (12) Если произошло ручное вмешательство во время блокировки подачи, после восстановления автоматических действий все перемещения сместятся на величину, вызванную ручным вмешательством.
- (13) При покадровом режиме останов по концу кадра происходит после завершения команды цикла глубокого сверления 2.

#### 13.5.5. Отмена постоянного цикла сверления; G80



##### Детальное описание

Данная функция отменяет постоянные циклы сверления отверстий (G83, G84, G85, G87, G88, G89). Производится отмена режима обработки и всех данных для обработки отверстий.

#### 13.5.6. Меры предосторожности при использовании постоянного цикла сверления



##### Меры предосторожности

- (2) Если задан постоянный цикл G84 или G88, инструменту должно быть задано вращение в определенном направлении функциями M3, M4.
- (3) Если осевые данные и команда R заданы в кадре с циклом глубокого сверления 2, сверление отверстия выполняется; если данные отсутствуют, обработка отверстий не производится. Даже если заданы данные по оси X, обработка отверстий не производится, если команда выдержки времени (G04) задана в кадре.
- (4) Задавайте данные обработки отверстий (Q, P), включая осевые данные и команду R, в кадре, в котором выполняется операция сверления отверстий. Если они заданы в кадре без операции сверления, модальные данные не будут восстановлены.
- (4) Модальное значение F может измениться, если будет произведен сброс системы во время выполнения G85 (G89).

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.5. Постоянные циклы сверления отверстий

- (5) Постоянный цикл сверления отверстий, помимо G80, также отменяется любой G - функцией из группы 01. Если эта функция задана в том же кадре, что и постоянный цикл, постоянный цикл будет проигнорирован.

m = код группы 01, n = код постоянного цикла сверления отверстий

(a)  $\underbrace{G_m}_{\text{Выполнено}} \underbrace{G_n X(z)}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{C Z(x)}_{\text{Выполнено}} \underbrace{R Q P K}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{F}_{\text{Сохранено}};$

(b)  $\underbrace{G_n}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{G_m X(z)}_{\text{Выполнено}} \underbrace{C Z(x)}_{\text{Выполнено}} \underbrace{R Q P K}_{\text{Игнорировано}} \underbrace{F}_{\text{Сохранено}};$

(Примеры) G01 G83 X100. C30. Z50. R-10. Q10. P1 F100. ;

G83 G01 X100. C30. Z50. R-10. Q10. P1 F100. ;

В обоих случаях выполняется G01X100. C30. Z50. F100.

- (6) Если задана вспомогательная функция в том же кадре, что и команда цикла, она выдается одновременно с позиционированием в исходную точку.

Следует учитывать, что если M-функция фиксации оси C, указанная в параметре (#1183 clmp\_M) задана в том же кадре, M-функция выдается после позиционирования (операция 2).

Когда после сверления отверстий ось возвращается в исходную точку (G98 режим: исходная точка/G99 режим: R точка), выдается M-функция расфиксации оси C (M-функция фиксации + 1), после этого происходит выдержка времени, заданная в параметре (#1184 clmp\_D).

Если используется несколько шпинделей, M-функции заданные для них, осуществляют указанное выше управление только для первого шпинделя.

Команды M фиксации/расфиксации оси C модальные, они выдаются от каждого шпинделя, пока не будет задана команда отмены постоянного цикла.

- (8) Если задана коррекция на длину резца (T функция) в режиме цикла сверления, при обработке цикла будет учитываться эта коррекция.
- (9) Выдается ошибка программирования (P155), если постоянный цикл сверления отверстий задан во время коррекции радиуса при вершине инструмента.
- (10) Для G-функций из списка 1, величина возврата к исходной точке является фиксированной. Величина возврата не может быть изменена командой G98/G99. Следует учитывать, что будет выполняться отдельная функция, если задана G98/G99.
- (11) В кадре, в котором происходит изменение направления движения любой оси на обратное, как показано внизу, нагрузка на сервопривод значительно увеличивается. Исходя из этого, нельзя задавать диапазон выхода в заданную позицию в программе обработки.

G0 X100., I10.0;  
X-200. ;

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

#### 13.6. Постоянные циклы сверления; G80 ~ G89 (спец.формат ЧПУ Мицубиси)



##### Функция и назначение

Эти постоянные циклы используются для выполнения определенных последовательностей операций обработки, указанных в кадре, таких как позиционирование, сверление отверстий, расточка и нарезание резьбы. Различные операции обработки, выполняемые с помощью данных функций, описаны в таблице ниже.

Эти функции доступны при активации специального формата ЧПУ Мицубиси (#1265 ext01/bit2 включен).

G код	Пуск обработки отверстий (-Z направление)	Действия у дна отверстия		Операция возврата (+Z направление)	Применение
		Выдержка времени	Шпиндель		
G80	—	—	—	—	Отмена
G81	Рабочая подача	—	—	Быстрый ход	Сверление, постоянный цикл сверления
G82	Рабочая подача	Да	—	Быстрый ход	Сверление, цикл зенкования
G83	Прерывистая подача	Да	—	Быстрый ход	Цикл глубокого сверления
G83.1	Прерывистая подача	Да	—	Быстрый ход	Цикл сверления без вывода сверла
G84	Рабочая подача	Да	Обратное вращение	Рабочая подача	Цикл нарезания резьбы
G84.2	Рабочая подача	Да	Обратное вращение	Рабочая подача	Цикл синхронного нарезания резьбы
G85	Рабочая подача	—	—	Рабочая подача	Цикл расточки
G89	Рабочая подача	Да	—	Рабочая подача	Цикл расточки

Режим постоянного цикла отменяется при задании G80 или любой из команд G00, G01, G02, G03. Командные данные при этом обнуляются.



##### Формат команды

<b>G8Δ X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ L_ S_ ,S_ ,I_ ,J_ ;</b>	
G8Δ	Режим обработки отверстий
X Y Z	Данные позиционирования отверстия
R Q P F	Данные обработки отверстия
L	Количество повторов
S	Скорость вращения шпинделя
,S	Скорость вращения шпинделя при возврате
,I	Диапазон выхода на заданную позицию при позиционировании
,J	Диапазон выхода на заданную позицию при сверлении

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)



#### Детальное описание

- (1) Режим обработки отверстий определяет режим постоянного цикла, такой как сверление, зенкование, нарезание резьбы и расточка. Данные позиционирования отверстия определяют позиции осей X и Y. Данные обработки отверстия – это непосредственно данные о реальной обработке отверстий. Данные позиционирования отверстия и количество повторов являются немодальными значениями, а данные обработки отверстий и скорости вращения шпинделя при возврате – модальными.
- (2) Если M00 или M01 заданы в одном кадре с командой постоянного цикла или во время режима постоянного цикла, то постоянный цикл будет игнорирован. Вместо этого, M00 и M01 будут выданы после позиционирования. Постоянный цикл будет выполнен, если заданы X, Y, Z или R.
- (3) В действительности выполняются 7 операций, которые описаны ниже.

Операция 1: Позиционирование по осям X и Y в режиме G00.

Операция 2: Данная операция выполняется после завершения позиционирования (в начальной точке), и, если задана G87, команда M19 выдается из устройства ЧПУ в станок. После выполнения этой M-команды и получения сигнала завершения (FIN) блоком ЧПУ, начинается выполнение следующей операции. В режиме покадровой останова операция остановится после позиционирования.



Операция 3: Инструмент позиционируется в точку R на быстром ходу.

Операция 4: Выполняется обработка отверстия на рабочей подаче.

Операция 5: Эта операция выполняется на дне отверстия и различается в зависимости от режима постоянного цикла. Возможные действия включают в себя останов шпинделя (M05), обратное (M04) и прямое (M03) вращение шпинделя, выдержку времени и смещение инструмента.

Операция 6: Возврат в R точку может происходить на скорости рабочей подачи или быстрого хода, в зависимости от режима постоянного цикла.

Операция 7: Инструмент отходит в начальную точку на скорости быстрого хода.

Будет ли постоянный цикл завершен в операции 6 или 7, определяется заданием следующих команд G.

G98 Возврат на исходный уровень

G99 Возврат на уровень точки R

Данные команды G являются модальными командами. Если, например, задана G98, режим G98 остается действительным, пока не будет задана команда G99. Режим G98 устанавливается при инициализации устройства NC.

Данные обработки отверстий будут игнорированы, если X, Y, Z или R не заданы. Эта функция используется, в основном, в специальных постоянных циклах.

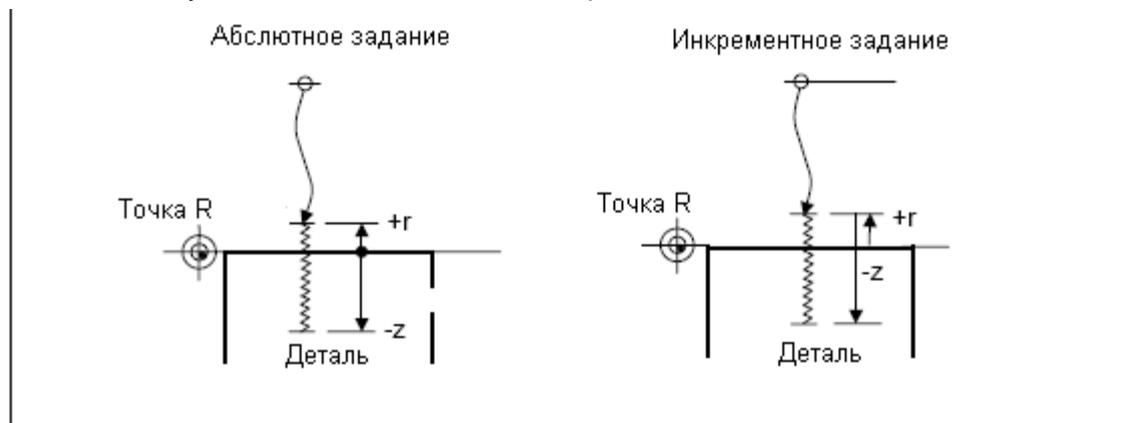
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(4) Адреса и их значение в команде постоянного цикла.

Адрес	Значение
G	Выбор цикла для последовательности обработки отверстий (G80-G89)
X	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Y	Задание позиции сверления отверстия (абсолютное/ инкрементное значение)
Z	Задание нижней позиции (дна) отверстия (абсолютное/инкрементное значение)
R	Задание выдержки времени в нижней позиции отверстия (десятичная точка игнорируется)
Q	Задание величины обработки за каждый проход G83, или задания величины смещения G87 (инкрементное значение)
R	Задание позиции R точки (абсолютное значение)
F	Задание величины рабочей подачи
L	Задание количества повторов, 0 ~ 9999
S	Задание скорости вращения шпинделя
,S	Задание скорости вращения шпинделя при возврате метчика. <b>(Примечание)</b> Действительно только в режиме синхронного нарезания резьбы. Это значение игнорируется во всех остальных режимах.
,I	Диапазон выхода на заданную позицию (ошибка позиционирования)
,J	Диапазон выхода на заданную позицию для оси сверления в постоянном цикле (ошибка позиционирования)

(5) Разница между командами абсолютного и инкрементного задания.



(6) Скорость подачи в цикле нарезания резьбы и при возврате метчика  
Как задается скорость подачи в цикле нарезания резьбы и при возврате метчика показано ниже.

(а) Скорость подачи при асинхронном нарезании резьбы

G94/G95	Управляющий параметр F1-значения	Командное значение F	Вид подачи
G94	ВЫКЛ	задание F	Минутная подача
	ВКЛ	Отличное от F0-F8 F0-F8 (без десятичной точки)	
G95	—	задание F	Оборотная подача

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(б) Скорость вращения шпинделя при возврате в цикле синхронного нарезания резьбы

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единицы)	Примечания
,S	Скорость вращения шпинделя при возврате метчика	0 – 99999 (об/мин)	Данные являются модальными. Если значение меньше скорости вращения шпинделя, то действует значение скорости шпинделя при возврате. Если скорость вращения шпинделя при возврате не равна 0, то значение коррекции скорости возврата метчика будет недействительным.



#### Плоскость позиционирования и ось сверления

Постоянный цикл имеет базовые элементы управления плоскостью позиционирования и осью сверления. Плоскость позиционирования задается командой выбора плоскости G17, G18 или G19, а ось сверления – это ось (X, Y, Z или параллельная одной из них), перпендикулярная выбранной плоскости.

Выбор плоскости	Плоскость позиционирования	Ось сверления
G17 (X – Y)	Xp – Yp	Zp
G18 (Z – X)	Zp – Xp	Yp
G19 (Y – Z)	Yp – Zp	Xp

Xp, Yp и Zp обозначают базовые оси X, Y, Z или параллельные им.

Любая другая ось, кроме оси сверления, может быть задана для позиционирования. Ось сверления определяется соответствующим адресом оси, заданным в кадрах G81 – G89. Базовая ось будет осью сверления при отсутствии задания.

**(Пример 1)** Если выбрана G17 (плоскость XY), и параллельная оси Z ось определена как ось W.  
G81 ... Z\_\_ ;    Ось Z является осью сверления.  
G81 ... W\_\_ ;    Ось W является осью сверления.  
G81 ... ;        (не Z и не W) Ось Z является осью сверления.

**(Примечание 1)** С помощью параметра #1080 Dri1\_Z можно жестко задать ось Z в качестве оси сверления.

**(Примечание 2)** Переопределяйте ось сверления только в режиме отмены постоянного цикла.

**(Примечание 3)** Возникнет ошибка программирования, если ось сверления не существует.

В нижеследующих разъяснениях перемещений в каждом постоянном цикле плоскостью позиционирования выбрана плоскость XY, осью сверления – ось Z, а все командные величины являются инкрементными.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)



#### Программируемый диапазон выхода на заданную позицию

Эта команда задает диапазон выхода на заданную позицию (ошибка позиционирования) для постоянного цикла из программы обработки.

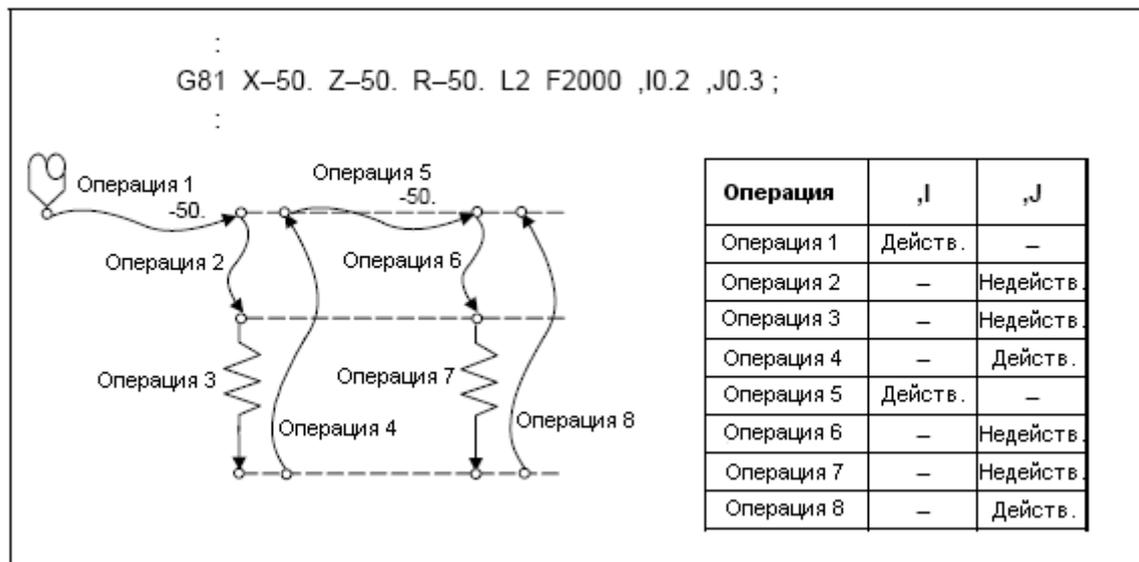
Заданный диапазон выхода на позицию действителен только в постоянных циклах G81 (сверление), G82 (сверление, зенкование), G83 (цикл глубокого сверления), G84 (нарезание резьбы), G85 (расточка), G89(расточка), G83.1 (прерывистый цикл) и G84.2 (цикл синхронного нарезания резьбы). Адрес ",I" относится к оси позиционирования, а адрес ",J" относится к оси сверления.

Адрес	Значение адреса	Диапазон задания (единицы)	Примечания
,I	Диапазон выхода на заданную позицию (величина ошибки позиционирования)	1 – 999.999 (мм) с шагом в 1мкм	Если задано значение вне диапазона, возникает ошибка программирования (P35).
,J	Диапазон выхода на заданную позицию для оси сверления (величина ошибки позиционирования)		



#### Контроль выхода на заданную позицию для постоянного цикла

Если задано количество повторов L два и более в постоянном цикле, то заданный там же диапазон выхода в позицию будет действителен в кадре повторений (операции 5-8).



Операции при задании числа повторов L

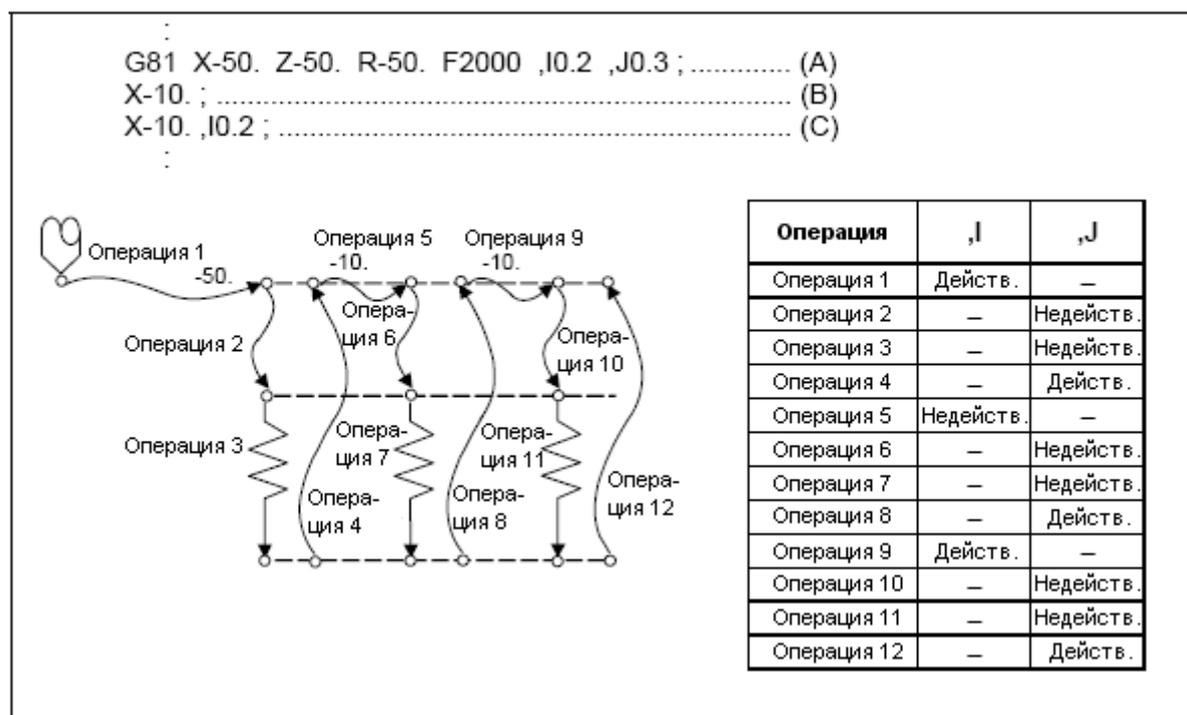
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

Для следующего примера программы обработки на рисунке ниже показано, в каких кадрах будет действителен заданный диапазон выхода в позицию.

В кадре (B) диапазон выхода в позицию (,I), заданный в предыдущем кадре (A) недействителен (операция 5). Однако, при отводе от дна отверстия диапазон выхода в позицию (,J), заданный в предыдущем кадре (A) действителен (операция 8).

Чтобы задать диапазон выхода в позицию для позиционирования, следует описать его в команде, как показано в кадре (C) (операция 9).



Операции в постоянном модальном цикле

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)



Параметры контроля выхода в позицию для синхронного нарезания резьбы и движения оси метчика

#### (1) Установки параметров контроля выхода в позицию для синхронного нарезания резьбы

#1223 aux07				"P" задание команды G84/G74	Контроль выхода на заданную позицию при синхронном нарезании метчиком
Контроль выхода на зад. позицию при синхр.нарез. резьбы	Дно отверстия	Точка R	I точка → R точка		
bit3	bit4	bit5	bit2		
0	—	—	—	—	Выполнение контроля выхода на зад. позицию в точке I → R точка/R точка/ дно отверстия.
1	—	—	—	Нет задания "P" Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	1	1	"P" задание пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	0	1	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	1	1	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	0	1	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	1	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	1	0	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Выполнять контроль выхода на зад. позицию в диапазоне выхода на зад. позицию для нарезания метчиком. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	1	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.
1	0	0	0	"P" задание Пример: G84 F1 . Z-5. S1000 <b>PO</b> R-5.	Дно отверстия: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию. I точка → R точка: Не выполнять контроль выхода на зад. позицию.

(Примечание 1) Точка I обозначает начальную точку.

#### (2) Взаимосвязь между диапазоном выхода в позицию и движением оси метчика при контроле выхода в заданную позицию во время синхронного нарезания резьбы.



- (1) Зона, в которой выполняется контроль выхода на зад. позицию, исходя из значенияSV024.
- (2) Зона, в которой контроль выхода на зад. позицию выполняется исходя из значения TapInp.
- (3) Зона, в которой контроль выхода на зад. позицию выполняется исходя из значения G1 inps.
- (4) Зона, в которой контроль выхода на зад. позицию выполняется исходя из значения G0inps.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(3) Взаимосвязь между значениями параметров и движением оси метчика при контроле выхода на заданную позицию во время синхронного нарезания резьбы.

#1223 aux07				Выдержка времени у дна отверстия	Операция у дна отверстия	Операция в точке R	Операция в точке I → R
bit3	bit4	bit5	bit2				
Контроль выхода на зад. позицию при синхр. нарезании резьбы	Дно отверстия	Точка R	I точка → R точка				
0	---	---	---	Время, заданное через "P". Время обработки составляет несколько десятков мс, если нет "P".	Действия определяются установками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): bit 1.	Действия определяются установками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): bit 1	Действия определяются установками параметров inpos (#1193) и aux 07 (#1223): bit 1.
1	0	0	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.		Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
1	0	1	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
1	1	0	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после чего выполняется контроль выхода на заданную позицию.		Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
1	1	1	1	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Время обработки составляет несколько 10мс, если оба значения равны 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после чего выполняется контроль выхода на заданную позицию.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G0inps.
1	0	0	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.		
1	0	1	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	
1	1	0	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Выдержка времени не выполняется, если оба значения 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после выполнения контроля выхода на заданную позицию.		
1	1	1	0	Действует большее значение из "P" и TapDwl (#1313). Время обработки составляет несколько 10 мс, если оба значения равны 0.	Ожидание окончания времени в левой колонке, после чего выполняется контроль выхода на заданную позицию.	Ожидание завершения контроля выхода на заданную позицию, исходя из G1inps.	

(Примечание 1) Точка I обозначает начальную точку.

(Примечание 2) Следует помнить, что вибрация или снижение точности может возникнуть при недействительном контроле выхода на заданную позицию в точке R.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)



Операции, выполняемые в каждом из постоянных циклов

(a) G81 (сверление)

Программа

G81 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 ,li1 ,Jj1 ;



Операция останавливается после (1), (2) и (4) команд в режиме покадрового останова.

Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	Действ.

### 13. Вспомогательные программные функции

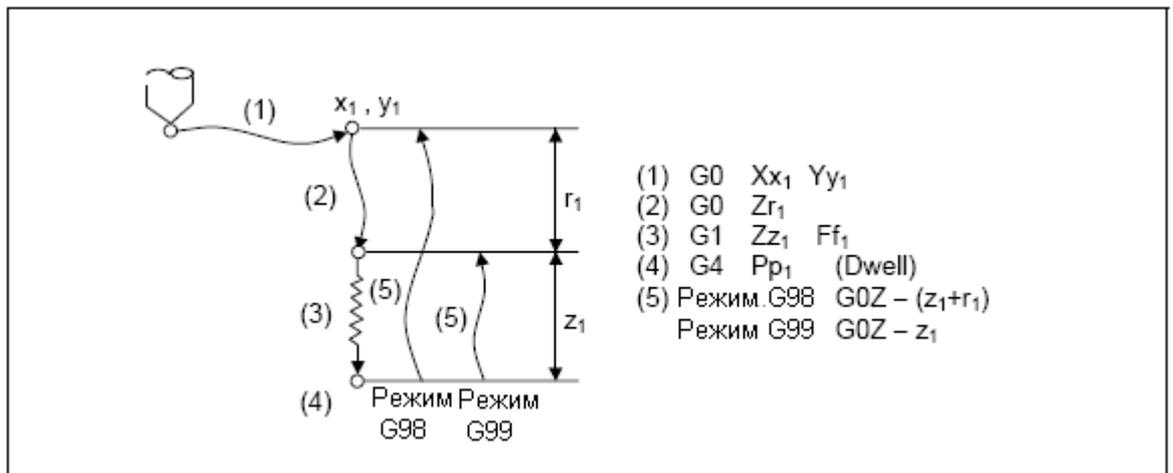
#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(б) G82 (Сверление, зенкование)

Программа

G82 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 ,li1 ,Jj1 ;

P : Задание выдержки времени



Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	-
Операция (5)	-	Действ.

Операция останавливается после (1), (2) и (5) команд в режиме покадрового останова.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

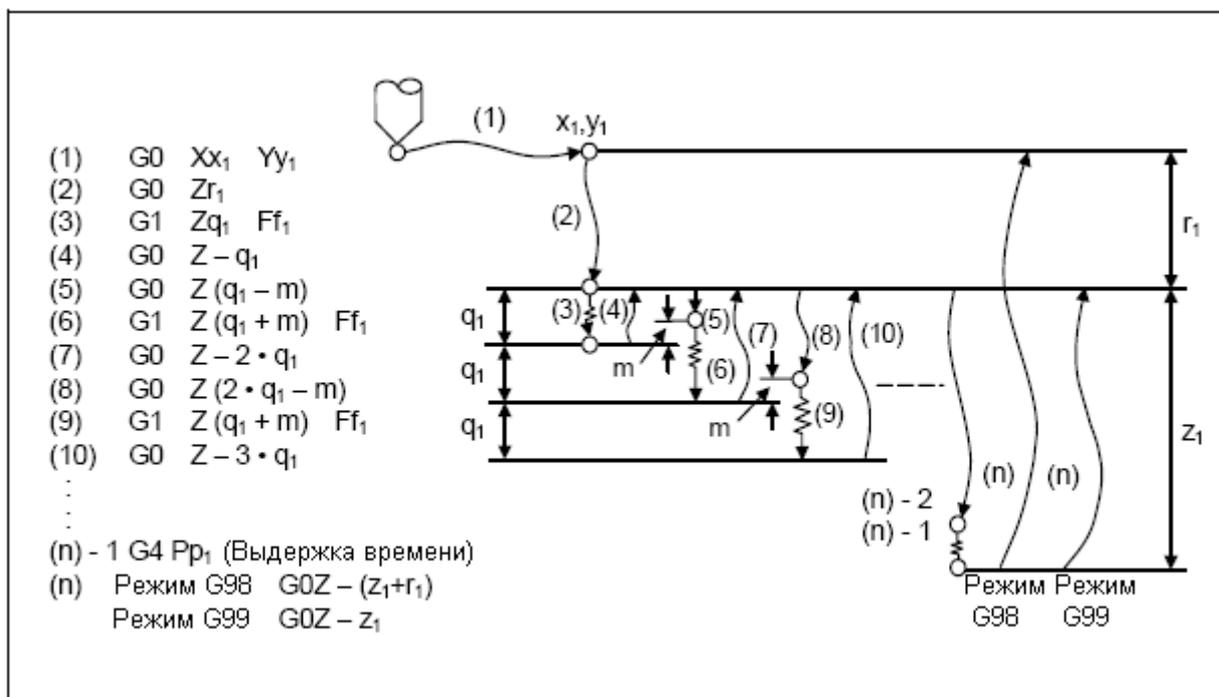
(в) G83 (Цикл глубокого сверления)

Программа

G83 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Qq1 Pp1 Ff1 ,li1 ,Jj1 ;

Q : Задаёт припуск обработки на проход (всегда инкрементное значение)

P : Выдержка времени у дна отверстия



Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	Недейств.
Операция (5)	-	Недейств.
Операция (6)	-	Недейств.
Операция (7)	-	Недейств.
Операция (8)	-	Недейств.
Операция (9)	-	
Операция (10)	-	

⋮  
⋮

Операция (n-2)	-	Недейств.
Операция (n-1)	-	Недейств.
Операция (n)	-	Действ.

При выполнении второго и последующих проходов в цикле G83, как показано выше, перемещение переходит со скорости быстрого хода на скорость подачи при обработке за несколько миллиметров до последней позиции обработки.

По достижении дна отверстия ось отходит обратно согласно режиму G98 или G99.

Значение m будет различным, в зависимости от параметра "#8013 G83 n". Задавайте команду таким образом, чтобы  $q_1 > m$ .

Операция останавливается после (1), (2) и (n) команд в режиме покадрового останова.

### 13. Вспомогательные программные функции

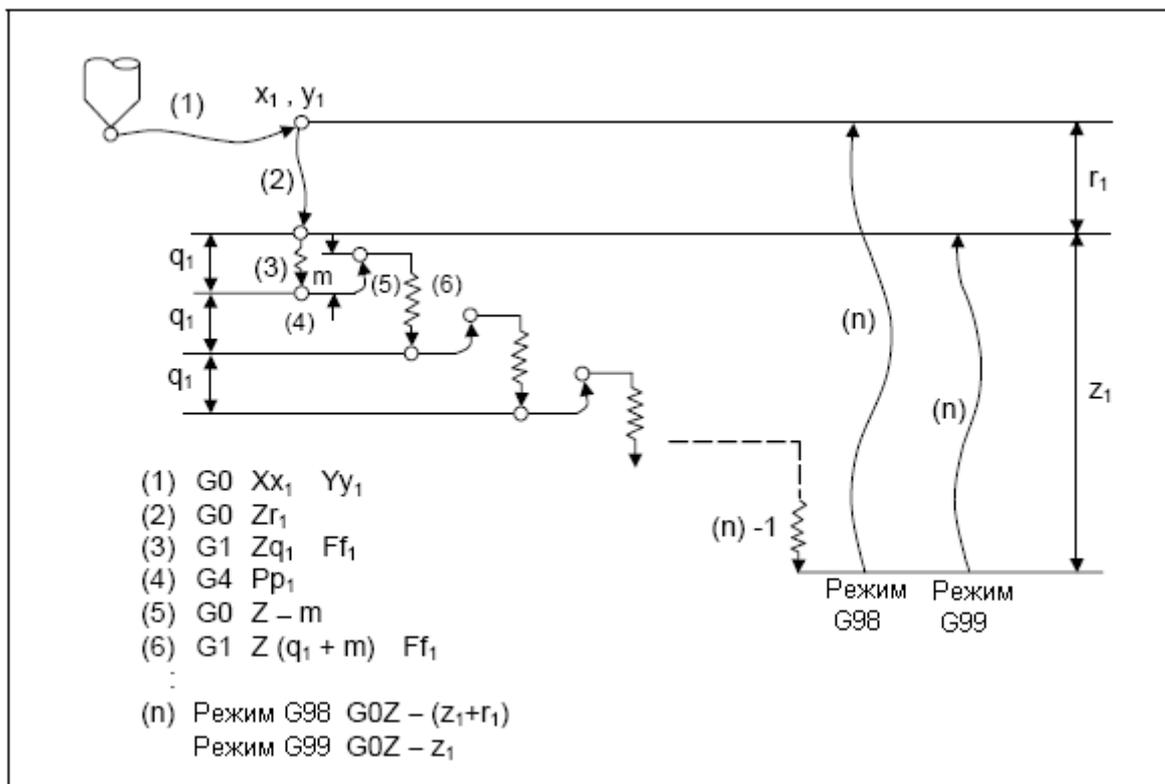
#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(г) G83.1 (Цикл без вывода сверла из отверстия (прерывистый цикл))

Программа

G83.1 Xx1 Yy1 Zz1 Qq1 Rr1 Ff1 Pp1 ,li1 ,Jj1 ;

P : Задание выдержки времени



Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	-
Операция (5)	-	Недейств.
Операция (6)	-	Недейств.
⋮		
⋮		
Операция (n-1)	-	Недейств.
Операция (n)	-	Действ.

При выполнении второго и последующих проходов в цикле G83.1, как показано выше, ось сверления отходит на несколько миллиметров на скорости быстрого хода, а затем переходит на скорость подачи.

Значение m будет различным, в зависимости от параметра "#8012 G73 n".

Операция останавливается после (1), (2) и (n) команд в режиме покадрового останова.

### 13. Вспомогательные программные функции

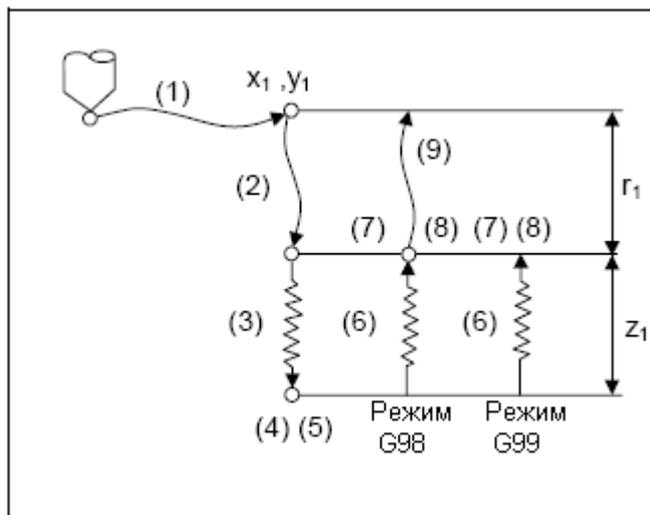
#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(д) G84 (Цикл нарезания резьбы метчиком)

Программа

G84 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 Rr2 ,li1 ,Jj1 ;

P : Задание выдержки времени



- (1) G0 Xx1 Yy1
- (2) G0 Zr1
- (3) G1 Zz1 Ff1
- (4) G4 Pp1
- (5) M4 (Обратное вращение шпинделя)
- (6) G1 Z - z1 Ff1
- (7) G4 Pp1
- (8) M3 (Прямое вращение шпинделя)
- (9) G98 режим G0Z - r1  
G99 режим Нет движения

Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	-
Операция (5)	-	-
Операция (6)	-	Недейств.
Операция (7)	-	-
Операция (8)	-	-
Операция (9)	-	Действ.

При выполнении G84 ручная коррекция скорости не действует, а её значение автоматически устанавливается в 100%. Холостой прогон действителен, если управляющий параметр "G00 DRY RUN" включен, и действителен для команды позиционирования. Если кнопка останова подачи нажата во время выполнения G84 на стадии с (3) по (6), то движение не остановится немедленно, а остановится после (6). Во время быстрого хода на операциях (1), (2) и (9) движение остановится немедленно. Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (9) в режиме покадрового останова. Во время модального режима G84 активен выходной сигнал УЧПУ «Нарезание резьбы». Во время модального режима G84 синхронного нарезания резьбы коды S, M3, M4 и M5 выводиться не будут.

### 13. Вспомогательные программные функции

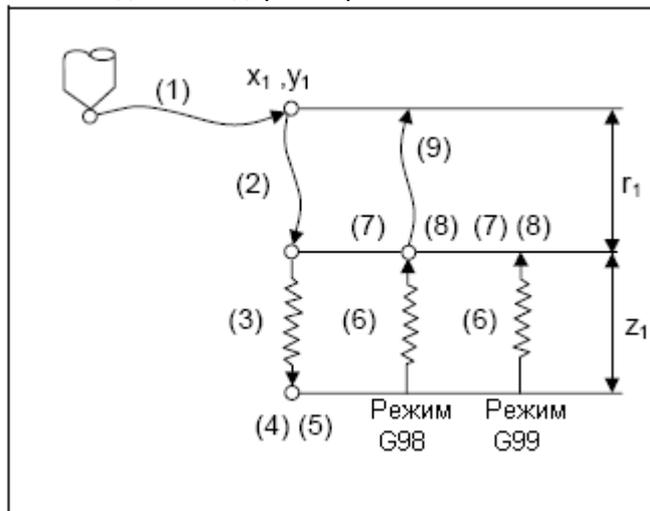
#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

(e) G84.2 (Цикл синхронного нарезания метчиком)

Программа

G84.2 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1 ,Ss1 ,Ss2 ,li1 ,Jj1 ;

P : Задание выдержки времени



- (1) G0 Xx1 Yy1
- (2) G0 Zr1
- (3) G1 Zz1 Ff1
- (4) G4 Pp1
- (5) M4 (Обратное вращение шпинделя)
- (6) G1 Z - z1 Ff1
- (7) G4 Pp1
- (8) M3 (Прямое вращение шпинделя)
- (9) G98 режим G0Z - r1  
G99 режим Нет движения

Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	-
Операция (5)	-	-
Операция (6)	-	Недейств.
Операция (7)	-	-
Операция (8)	-	-
Операция (9)	-	Действ.

При выполнении G84.2 ручная коррекция скорости не действует, а её значение автоматически устанавливается в 100%. Холостой прогон действителен, если управляющий параметр "G00 DRY RUN" включен, и действителен для команды позиционирования. Если кнопка останова подачи нажата во время выполнения G84.2 на стадии с (3) по (6), то движение не остановится немедленно, а остановится после (6). Во время быстрого хода на операциях (1), (2) и (9) движение остановится немедленно. Выполнение прерывается после операций (1), (2) и (9) в режиме покадрового останова. Во время модального режима G84.2 активен выходной сигнал УЧПУ «Нарезание резьбы».

Во время модального режима G84.2 синхронного нарезания резьбы коды S, M3, M4 и M5 выводиться не будут.

## 13. Вспомогательные программные функции

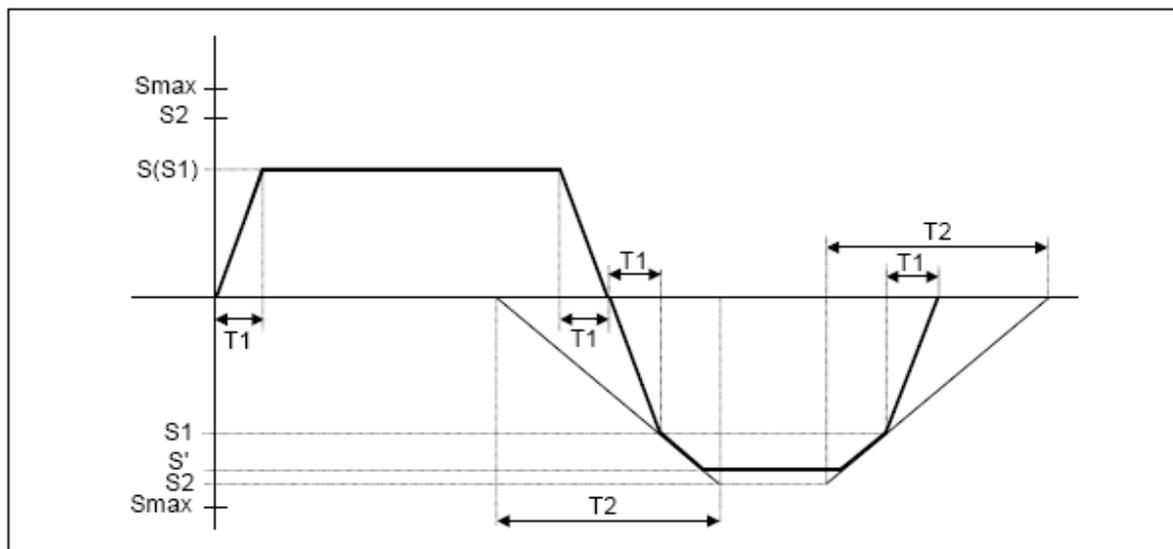
### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

Во время синхронного нарезания резьбы данная функция позволяет приблизить вид кривой ускорения/замедления шпинделя к виду кривой ускорения/замедления скоростного контура при помощи разбиения кривых ускорения/замедления шпинделя и оси сверления на максимум три участка.

Ускорение/замедление может быть установлено на максимум трёх участках для каждой ступени скоростей вращения шпинделя.

Возврат от дна отверстия возможен на быстром ходу, в зависимости от скорости вращения шпинделя при возврате, значение которой является модальной информацией.

Если скорость вращения метчика < скорость вращения шпинделя при возврате  $\leq$  скорость переключения на 2-ую постоянную времени для синхронного нарезания метчиком



S : Задание скорости вращения шпинделя

S' : Скорость вращения шпинделя при возврате

S1 : Скорость вращения метчика (базовые параметры шпинделя #3013 – #3016)

S2 : Скорость переключения на 2-ую постоянную времени для синхронного нарезания метчиком (базовые параметры шпинделя #3037 – #3040)

Smax : Максимальная скорость вращения (базовые параметры шпинделя #3005 – #3008)

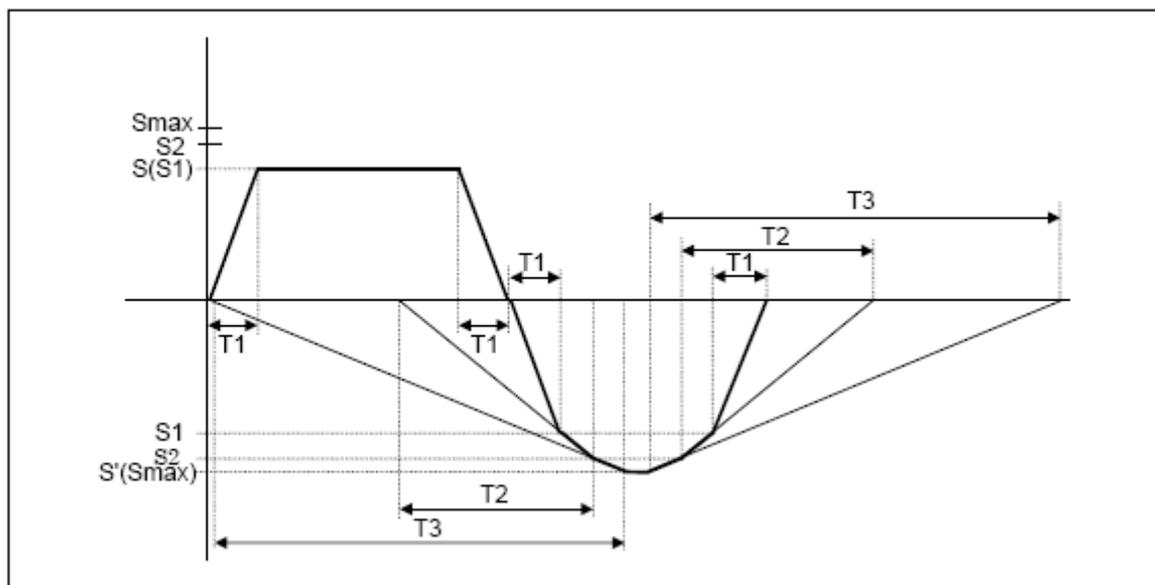
T1 : Постоянная времени метчика (базовые параметры шпинделя #3017 – #3020)

T2 : 2-ая постоянная времени для синхронного нарезания метчиком (базовые параметры шпинделя #3041 – #3044)

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

Если скорость переключения на 2-ую постоянную времени для синхронного нарезания метчиком < скорость вращения шпинделя при возврате



S : Задание скорости вращения шпинделя

S' : Скорость вращения шпинделя при возврате

S1 : Скорость вращения метчика (базовые параметры шпинделя #3013 – #3016)

S2 : Скорость переключения на 2-ую постоянную времени для синхронного нарезания метчиком (базовые параметры шпинделя #3037 – #3040)

Smax : Максимальная скорость вращения (базовые параметры шпинделя #3005 – #3008)

T1 : Постоянная времени метчика (базовые параметры шпинделя #3017 – #3020)

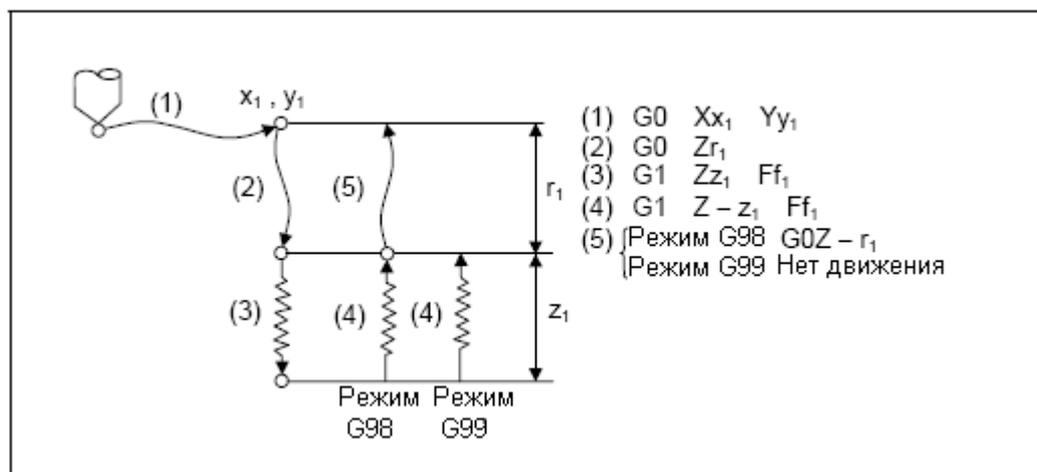
T2 : 2-ая постоянная времени для синхронного нарезания метчиком (базовые параметры шпинделя #3041 – #3044)

T3 : 3-ая постоянная времени для синхронного нарезания метчиком (базовые параметры шпинделя #3045 – #3048)

(ж) G85 (Расточка)

Программа

G85 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 ,li1 ,Jj1 ;



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

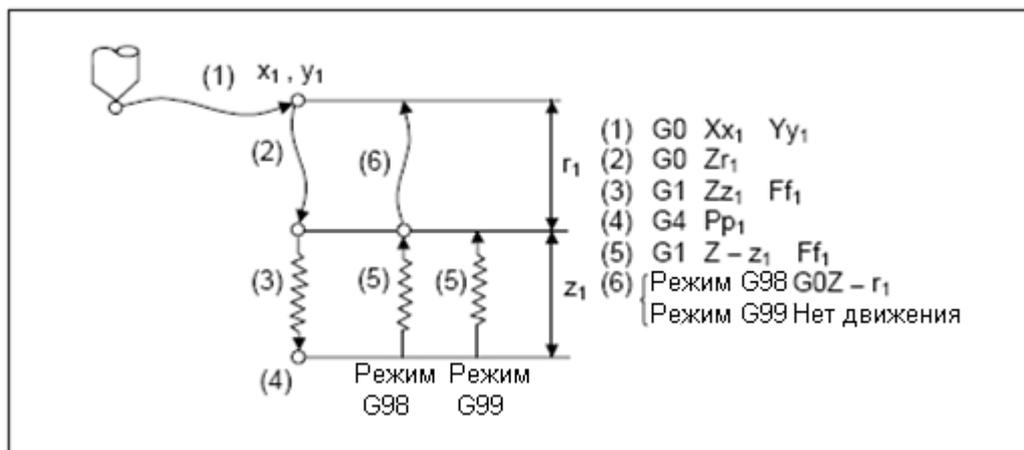
Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	Недейств.
Операция (5)	-	Действ.

В режиме покадрового останова выполнение прерывается после (1), (2), (4) или (5) операции.

(з) G89 (Расточка)

Программа

G89 Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Ff1 Pp1, li1, Jj1 ;



Операция	i1	j1
Операция (1)	Действ.	-
Операция (2)	-	Недейств.
Операция (3)	-	Недейств.
Операция (4)	-	-
Операция (5)	-	Действ.
Операция (6)	-	Действ.

В режиме покадрового останова выполнение прерывается после (1), (2), (5) или (6) операции.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)



#### Меры предосторожности при использовании постоянного цикла

- (1) Перед заданием постоянного цикла шпиндель должен вращаться в определенном направлении согласно команде M (M3 или M4).
- (2) Если осевые данные и команда R заданы в кадре во время постоянного цикла, сверление отверстия выполняется. Если данные отсутствуют, обработка отверстий не производится.  
Даже если заданы данные по оси X, обработка отверстий не производится, если команда выдержки времени (G04) задана в кадре.
- (3) Задавайте данные обработки отверстий (Q, P, I, J, K), включая осевые данные и команду R, в кадре, в котором выполняется операция сверления отверстий.
- (4) Постоянный цикл сверления отверстий, помимо G80, также отменяется командами G0-G03. Если эти функции заданы в том же кадре, что и постоянный цикл, произойдет следующее.  
(Где  $m = 00 - 03$  или 33,  $n =$  код постоянного цикла сверления отверстий)

(a)  $G_m \ G_n \ X\_ \ Y\_ \ Z\_ \ R\_ \ Q\_ \ P\_ \ L\_ \ F\_ ;$   
Выполнено Игнорировано Выполнено Игнорировано Сохранено

(b)  $G_n \ G_m \ X\_ \ Y\_ \ Z\_ \ R\_ \ Q\_ \ P\_ \ L\_ \ F\_ ;$   
Игнорировано Выполнено Игнорировано Сохранено

Обратите внимание, что для команд G02 и G03 значение R будет интерпретировано как радиус дуги.

- (5) Если задана M-функция в том же кадре, что и команда постоянного цикла, то коды M и MF выдаются одновременно с позиционированием в исходную точку. Следующая операция начнет выполняться после получения сигнала FIN (ответ по M-функции).  
Если задано несколько M-функций, то вышеизложенное применимо только к первой функции.
- (6) Если задана команда для другой оси (например, оси вращения, дополнительной оси) в одном кадре с командами для осей, управляемых в постоянном цикле, то постоянный цикл будет выполнен после завершения движения другой оси.
- (7) Если число повторов L не задано, будет установлено L1. Если L0 задано в том же кадре, что и G-команда постоянного цикла, то данные обработки отверстия будут сохранены, но обработка отверстия выполняться не будет.

(Пример)

$G83.1 \ X\_ \ Y\_ \ Z\_ \ R\_ \ Q\_ \ P\_ \ F\_ \ L0\_ ;$   
Выполняется Сохраняются только значения с адресами

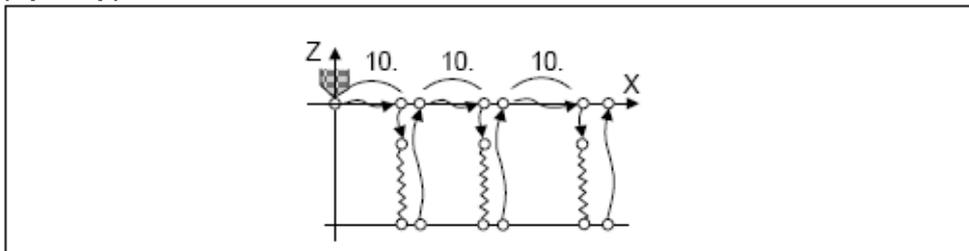
Когда выполняется постоянный цикл, только модальные команды, заданные в подпрограмме постоянного цикла, будут действительны в постоянном цикле. Модальные данные, заданные в программе обработки, не будут действовать.

Невозможно вызвать другие подпрограммы из подпрограммы постоянного цикла.

Десятичные точки в командах перемещений будут игнорированы в подпрограмме постоянного цикла.

Если число повторов L задано 2 и более в режиме инкрементных значений, то данные позиционирования тоже будут инкрементированы на каждом повторе.

(Пример) G91 G81 X10. Z-50. R-20. F100. L3 ;



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

Если скорость вращения шпинделя при возврате меньше заданной скорости шпинделя, то значение заданной скорости вращения шпинделя будет действовать даже при возврате. Если наклон кривой ускорения/замедления, соответствующий скорости вращения шпинделя и постоянным времени, установленным в параметрах, на 2-ом или 3-ем участке круче, чем на предыдущем участке, то будет действителен наклон предыдущего участка кривой.

Если значения, заданные в базовых параметрах шпинделя "stap1-4" (скорость вращения метчика) и "taps21-24" (скорость вращения шпинделя для переключения на 2-ую постоянную времени для синхронного нарезания метчиком) превышают значение максимальной скорости, то скорость вращения шпинделя будет ограничена максимальной скоростью.

Если скорость вращения шпинделя при возврате не равна 0, то значение ручной коррекции для скорости возврата метчика будет недействительно.

В кадре, где реверсируется направление движения по какой-либо оси, как показано ниже, резко возрастает нагрузка на сервопривод, поэтому не следует задавать диапазон выхода в позицию в такой программе обработки.

G0 X100., I10.0 ;  
X-200. ;

- (17) Время позиционирования и линейной интерполяции может быть уменьшено путем увеличения диапазона выхода на заданную позицию с помощью соответствующей команды. Однако, при этом увеличится величина ошибки позиционирования на стыке между кадрами, что может вызвать сложности при реальной обработке.
- (18) Значение диапазона выхода в позицию и величина ошибки позиционирования сравниваются через определенные промежутки времени, поэтому значение ошибки позиционирования в точке, которая считается конечной точкой позиционирования, будет меньше заданной величины диапазона выхода в позицию.
- (19) Если при помощи команды задано малое значение диапазона выхода в позицию, то сперва может быть выполнен заданный контроль замедления или контроль выхода в позицию в соответствии с параметрами.
- (20) Выбор синхронного или асинхронного нарезания метчиком может осуществляться с помощью M-функции.

[Базовые параметры]

#	Обозначение	Подробности	Командный диапазон
1513	stapM	Код M для выбора синхронного нарезания метчиком	0 - 99999999

Режим синхронного нарезания метчиком выбирается при задании M-команды, определенной в этом параметре.

M-функция может быть задана в одном кадре перед командой нарезания метчиком.

Выбор синхронного или асинхронного нарезания метчиком будет соответствовать таблице:

	Комбинация											
	0	0	0	0	1	1	1	1	Нет команды			
Команда в программе (G84/G84.2)	0	0	0	0	1	1	1	1	Нет команды			
#1229 (bit4)	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
Код M-функции (M**)	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0
Выбор синхронного/асинхронного нарезания метчиком	A	A	A	A	S	S	S	S	A	S	S	S

0: G84    x : Недействителен    A : Асинхронное нарезание  
1: G84.2    0 : Действителен    S : Синхронное нарезание

**(Примечание 1)** Не используйте M00, 01, 02, 30, 98 или 99.

**(Примечание 2)** В зависимости от модели, выбор с помощью M-функции может быть невозможен.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

#### 13.6.1. Возврат в начальную точку и в точку R; G98, G99



#### Функция и назначение

Существует возможность выбора, будет ли выполняться возврат в точку R или в начальную точку в конце постоянного цикла.



#### Формат команды

G98 ; Возврат в начальную точку  
G99 ; Возврат в точку R



#### Детальное описание

Связь между режимом G98/G99 и заданием числа повторов показана ниже.

Количество раз сверления отверстий	Пример программы	G98 (После включения питания, отмены с помощью M02, M30 и после сброса)	G99
Только один раз	G81 X100. Y100. Z-50. R25. F1000 ;	 Выполняется возврат в начальную точку	 Выполняется возврат в точку R
Второй и последующие разы	G81 X100. Y100. Z-50. R25. L5 F1000 ;	 Возврат в начальную точку выполняется каждый раз.	 Первый раз Второй раз Последний раз



#### Пример программы

##### (Пример 1)

G82 Zz1 Rr1 Pp1 Ff1 L0 ;..... Запись только данных обработки отверстия (Без выполнения)

Xx1 Yy1 ; ..... Выполнение сверления отверстия в режиме G82

Количество повторов постоянного цикла задается при помощи L. Если задано L1 или L не задано, то постоянный цикл выполняется один раз. Диапазон значений 1 – 9999.

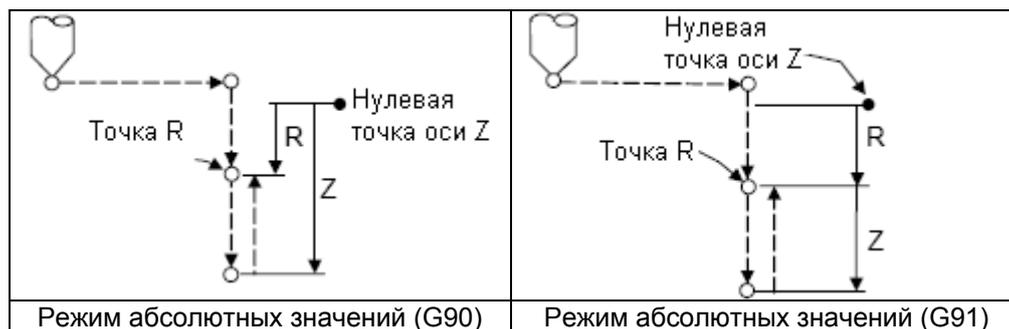
Если задано L0, только данные обработки отверстий будут сохранены.

G8Δ Xx1 Yy1 Zz1 Rr1 Pp1 Qq1 Ff1 Ll1 ;

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.6. Постоянные циклы сверления отверстий (спец.формат ЧПУ Мицубиси)

Смысл данных различается в режимах абсолютных (G90) и инкрементных (G91) значений, как показано ниже.



Задавайте командные значения после символов X, Y и Z. R обозначает значение координаты от нулевой точки, поэтому следует всегда указывать этот символ. Данные обработки отверстий обрабатываются в постоянном цикле, как показано ниже. Данные обработки отверстий сбрасываются при задании команды G80 или команд G из группы 01 (G00, G01, G02, G03, G2.1, G3.1, G33).

#### (Пример 2)

N001 G81 Xx<sub>1</sub> Yy<sub>1</sub> Zz<sub>1</sub> Rr<sub>1</sub> Ff<sub>1</sub> ;  
N002 G81 ; ..... Только выбор постоянного цикла  
N003 Xx<sub>2</sub> Yy<sub>2</sub> ; ..... Смена точки позиционирования и выполнение постоянного цикла  
N004 M22 ; ..... Выполнение только M22  
N005 G04 Xx<sub>3</sub> ; ..... Выполнение только выдержки времени  
N006 G92 Xx<sub>4</sub> Yy<sub>4</sub> ; ..... Выполнение только команды системы координат  
N007 G28 (G30) Z0 ; ..... Выполнение только возврата в начальную точку  
N008 ; ..... Нет действий  
N009 G99 Zz<sub>2</sub> Rr<sub>2</sub> Ff<sub>2</sub> L0 ; ..... Только сохранение данных обработки отверстий  
N010 Xx<sub>5</sub> Yy<sub>5</sub> Ll<sub>5</sub> ; ..... Смена точки позиционирования и выполнение постоянного цикла с возвратом в точку R l<sub>5</sub> раз.  
N011 G98 Xx<sub>6</sub> Yy<sub>6</sub> Zz<sub>6</sub> Rr<sub>6</sub> ; ..... Смена точки позиционирования и выполнение цикла  
N012 Ww1 ; ..... Позиционирование оси W согласно модальному состоянию группы 01 перед кадром N001 и выполнение постоянного цикла

#### 13.6.2. Задание системы координат детали в режиме постоянного цикла



#### Функция и назначение

Заданная ось перемещается при задании системы координат детали для этой оси. Ось Z действительна после позиционирования в точку R или при перемещении оси Z.

**(Примечание)** Если координаты детали Z и R изменены, задайте их повторно, даже если значения остаются теми же.

#### (Пример)

G54 Xx1 Yy1 Zz1 ;  
G81 Xx2 Yy2 Zz2 Rr2 ;  
G55 Xx3 Yy3 Zz2 Rr2 ; ..... Задайте повторно Z и R, даже если они не изменились.  
Xx4 Yy4 ;  
Xx5 Yy5 ;

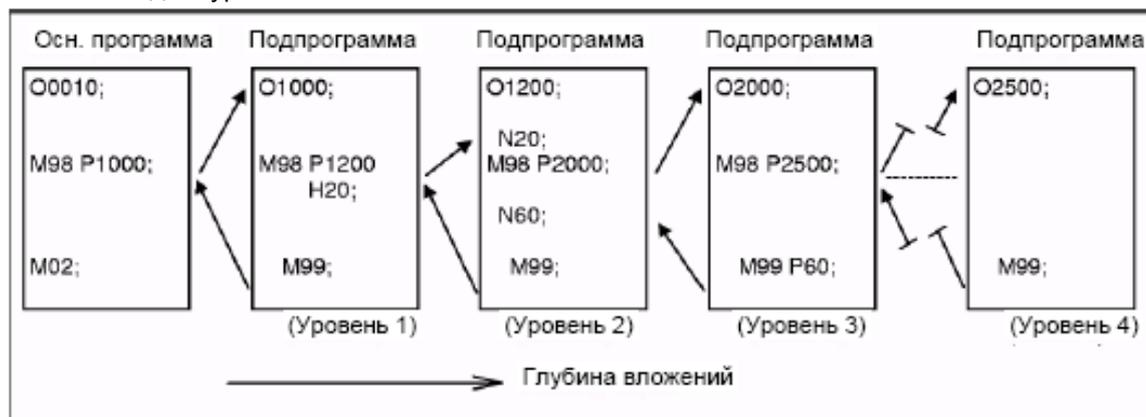
13.7. Управление подпрограммами; M98, M99

13.7.1. Вызов подпрограмм командами M98 и M99



Функция и назначение

Постоянные последовательности или часто используемые параметры могут быть сохранены в памяти системы как подпрограммы, вызов которых при необходимости производится из основной программы. Команда M98 предназначена для вызова подпрограммы, а M99 служит для возврата из подпрограммы в основную программу. Кроме того, можно выполнять вызов других подпрограмм из отдельных подпрограмм, глубина вложений может при этом составлять до 8 уровней.



В следующей таблице приведены действия, которые могут выполняться при комбинировании функций хранения на ленте и редактирования, функций управления подпрограммами и функций фиксированных циклов.

	Пример 1	Пример 2	Пример3	Пример 4
1. Хранение на ленте и редактирование	Да	Да	Да	Да
2. Управление подпрограммами	Нет	Да	Да	Нет
3. Постоянные циклы	Нет	Нет	Да	Да
Функция				
1. Операция памяти	О	О	О	О
2. Редактирование ленты (основная память)	О	О	О	О
3. Вызов подпрограммы	х	О	О	х
4. Задание переменной подпрограммы (Прим. 2)	х	О	О	х
5. Вызов уровня вложений подпрограммы (Прим. 3)	х	О	О	х
6. Постоянные циклы	х	х	О	О
7. Редактирование подпрограммы для фиксированного цикла	х	х	О	О

(Примечание 1) "О" обозначает функцию, которая может быть использована, а "х" – функцию, которая не может быть использована.

(Примечание 2) Переменные не могут передаваться по команде M98, однако команды переменных могут использоваться в подпрограммах при условии, что доступна опция задания переменных.

(Примечание 3) Максимальная глубина вложений составляет 8 уровней.



**Формат команды**

**Вызов подпрограммы**

<b>M98 P_ H_ L_ ,D;</b> или <b>M98 &lt;Имя файла&gt; H__L__,D__;</b>	
M98	Команда вызова подпрограммы
P_	Номер вызываемой подпрограммы (та же программа, если опущено) P может быть опущена только в режимах MEMORY и MDI. (Макс. 8 цифр)
< Имя файла >	Имя файла Имя файла может быть указано вместо номера программы. В этом случае следует заключить имя файла в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.) (Пример) M98 <BUHIN-12. RAF>
H_	Номер кадра начала последовательности в вызываемой подпрограмме (начальный кадр, если опущено) (Макс 5 знаков)
L_	Количество повторений подпрограммы (Если опущена, то считается L1, а при L0 не выполняется.) (От 1 до 9999 раз, задаётся 4-значным числом.) Например, M98 P1 L3 ; эквивалентно следующему: M98 P1 ; M98 P1 ; M98 P1 ;
,D	Номер устройства подпрограммы (0-4) Подпрограмма из памяти используется, если ,D опущено. Номер устройства задается параметрами обработки.

**Возврат в основную программу из подпрограммы**

<b>M99 P__;</b>	
M99	Команда возврата из подпрограммы
P	Номер кадра возврата (возврат к кадру, следующему за кадром вызова, если опущено).



**Создание и вызов подпрограмм**

Подпрограммы имеют такой же формат, как и программы обработки в режиме памяти, за исключением команды завершения подпрограммы M99 (P\_ L\_ ); , которая задается отдельным кадром в конце подпрограммы.

<pre> O0000000 ; ..... ; ..... ; : : : ..... ; M99 ; % (EOR)                 </pre>	<p>Номер программы как номер подпрограммы</p> <p>Основное тело подпрограммы</p> <p>Команда возврата подпрограммы Код завершения ввода</p>
---	---

(1) Ввод указанной выше программы выполняется в режиме редактирования. Для получения более подробной информации смотри раздел редактирования программ в руководстве по эксплуатации.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.7. Управление подпрограммами

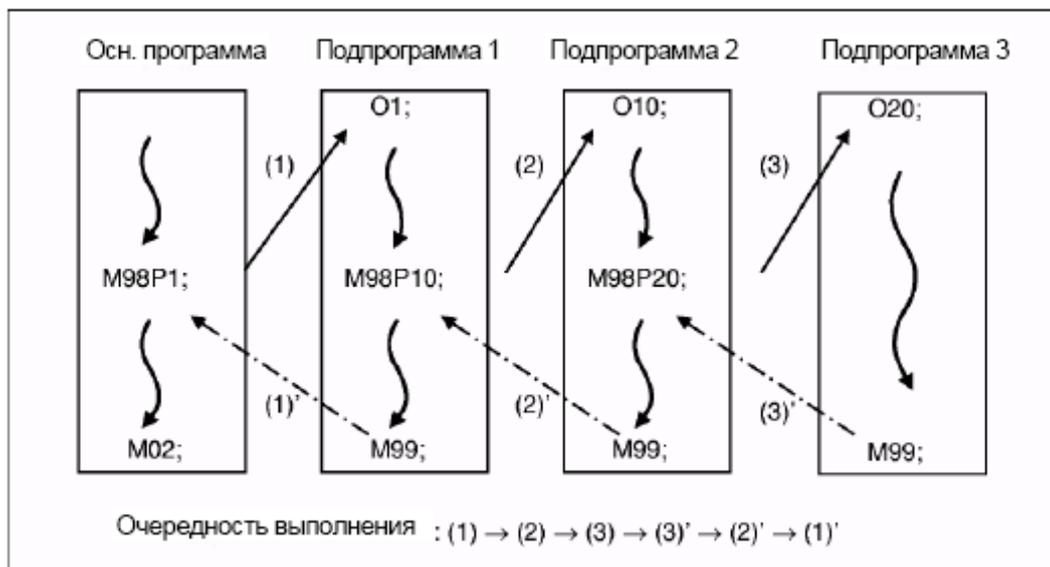
- (2) Номера используемых подпрограмм должны находиться в диапазоне от 1 до 99999999 (задается опцией системы). Если номера программы отсутствуют на ленте, они вводятся как установочные номера для "ввода программ".
- (3) До 8 уровней вложений может быть использовано для вызова подпрограмм из программ, при превышении данного количества выдается ошибка программирования (P230).
- (4) Не существует различий между основными программами и подпрограммами. Это значит, что для основных программ и подпрограмм не должны задаваться одни и те же номера. (Если они совпадают, при вводе выдается ошибка "E11".)
- (5) Главная программа может выполняться в режиме памяти, ленты или MDI, но подпрограммы должны быть сохранены в памяти.
- (6) Кроме команды M98, вложение подпрограмм относится также к следующим командам:
- G65 : макровывоз
  - G66 : модальный вызов
  - G66.1 : модальный вызов
  - вызов кода G
  - Вызов вспомогательной функции
  - MDI прерывание
  - Автоматическое измерение длины инструмента
  - Макропрерывание
  - Комбинационная функция измерения
- (7) Вложение подпрограмм не влияет на следующие команды, которые могут быть вызваны даже на 8-ом уровне вложения.
- Постоянные циклы
  - Шаблонные циклы
- (8) Для повторного выполнения подпрограммы следует задать M98 P<sub>1</sub> L<sub>1</sub>; - подпрограмма будет выполнена L<sub>1</sub> раз.
- (9) В многоканальных системах, если вызываемая подпрограмма, относящаяся к одному каналу системы, пустая, то операция вызова подпрограммы изменится согласно параметрам.

#1050 MemPrg	#1285 ext21/bit1	Подробности
0, 2, 4, 6	-	Вызывается общая для каналов системы подпрограмма, сохраненная в памяти.
1, 3, 5, 7	OFF	Вызывается подпрограмма, сохраненная в памяти для выбранного канала системы
	ON	Вызывается подпрограмма, сохраненная в памяти для выбранного канала системы. Если подпрограмма в выбранном канале системы пуста, то вызывается подпрограмма с тем же номером в первом канале системы.



## Пример программы 1

Вызываются 3 подпрограммы (3 уровня вложения)

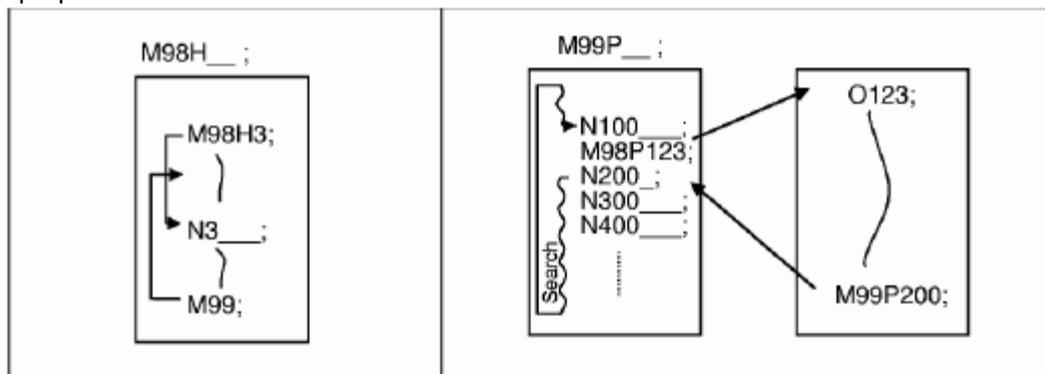


- (1) Для построения системы вложений команды M98 и M99 должны быть организованы попарно по принципу 1:1 (1)' для (1), (2)' для (2), и т.д.
- (2) Модальная информация используется в соответствии с последовательностью выполнения команд, без разделения основных программ и подпрограмм. Это значит, что при программировании с организацией вызова подпрограмм следует обратить внимание на состояние модальных данных.



## Пример программы 2

Команды M98 H\_ ; M99 P\_ ; задают номера кадров последовательности внутри текущей программы.



## Меры предосторожности

- (1) Выдается ошибка программирования (P232), если не обнаружена программа, заданная командой P (номер программы).
- (2) В пок кадровом режиме останов по концу кадра не выполняется для кадра M98 P\_ ; M99 ;. Если используется любой другой адрес, кроме O, N, P, L или H, то останов по концу кадра будет выполняться. (При X100. M98 P100 ; ветвление на подпрограмму O100 будет выполняться после отработки X100.)
- (3) Если команда M99 задана в основной программе, то выполнение возвращается к началу. (То же самое для MDI.)
- (4) Возможно ветвление в режимах TAPE и BTR на подпрограмму через команду M98 P\_, однако, номер кадра последовательности возврата не может быть задан командой M99 P\_ ;. (P\_ игнорируется).
- (5) Следует учитывать, что операция поиска места возврата занимает некоторое время после задания M99 P\_ ;
- (6) При использовании имени файла для подпрограммы указывайте имя файла длиной менее или равной 32 символам, включая разрешение. В противном случае возникнет ошибка программирования (P232).
- (7) Все программы хранятся в памяти как файлы. Например, при вызове файла «0100» как подпрограммы, «0100» не будет найден при задании M98P100 или M98P0100. Если значение указывается после P, то нули слева опускаются, поэтому оно распознается как № программы (файл) «100». При необходимости вызова подпрограммы «0100», задайте имя файла в формате M98<0100>.

## 13.7.2. Вызов подпрограмм командами M198



## Функция и назначение

Программы, сохраненные на сервере данных, могут быть вызваны как подпрограммы. Для этого следует задать команду в главной программе, как показано ниже.



## Формат команды

<b>M198 P__ L__ ;</b>	
<b>или M198 &lt;Имя файла&gt; L__ ;</b>	
M198	Команда вызова подпрограммы
P	№ программы на сервере данных, вызываемой в качестве подпрограммы (Макс. 8 цифр)
<Имя файла>	Имя файла Имя файла может быть указано вместо номера программы. В этом случае следует заключить имя файла в скобки <>. (Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
L	Количество повторений подпрограммы (Если опущена, берется L1, а при L0 не выполняется.)

(Примечание) Вызов № последовательности (M198 H\*\*\*) не может быть задан.



## Детальное описание

- (1) При вложенных вызовах подпрограмм команда M198 может вызывать подпрограмму только один раз. Подпрограмма может быть вызвана только из программы в режиме памяти или MDI.
- (2) Раздел от начала программы до первого символа LF (возврат каретки, 0x0A h) является недействительным и не выполняется, и не отображается. Следует отметить, что если программа начинается с №0, то она будет действительна с самого начала.
- (3) Программа, записанная на IC карте памяти может быть выполнена только из одного канала системы. Возникнет ошибка программирования при попытке выполнить одновременно программы на IC карте из двух или более каналов системы. Если в это время выполняется сброс для всех каналов системы, то программы каналов системы будут отображаться только символом «%», в отличие от программы канала системы, которая была вызвана первой.
- (4) Смотрите раздел 13.7.1. для разъяснений по <имя файла>.

## 13.8. Команды переменных

**Функция и назначение**

Программирование можно сделать более гибким и универсальным, используя переменные вместо задания прямых числовых значений для конкретных адресов программы и присваивая этим переменным необходимые значения при выполнении программы.

**Формат команды**

$\# \Delta \Delta \Delta = \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc$  or  $\# \Delta \Delta \Delta = [\text{formula}]$

**Детальное описание****(1) Выражения с переменными**

- (a) #m..... m = значение, состоящее из цифр 0-9
- (b) #[f]..... f = одно из следующих в формуле  
 Числовое значение m  
 Переменная  
 Формула Оператор Формула  
 - (минус) формула  
 [Формула]  
 Функция [формула]

**Пример**

#100  
 #[-#120]  
 123  
 #543  
 #110+ #119  
 -#120  
 [#119]  
 SIN [#110]

**(Примечание 1)** 4 стандартные оператора - это +, -, \* и /.

**(Примечание 2)** Функции не могут быть использованы, пока не будут активированы макропараметры пользователя.

**(Примечание 3)** Выдается ошибка (P241), если номер переменной является отрицательным.

**(Примечания 4)** Далее приведены примеры неправильных выражений с переменными.

Неверно	Верно
#6/2	→ # [6/2] (Такое выражение, как "#6/2" рассматривается как "[#6]/2".)
# - - 5	→ # [ - [ - 5 ] ]
# - [#1]	→ # [ - #1 ]

## (2) Типы переменных

В следующей таблице приведены типы переменных.

Тип переменной		Номер		Функция
Общие переменные		Общие переменные 1	Общие переменные 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Могут использоваться во всех основных программах, подпрограммах и макропрограммах.</li> <li>• При использовании общих переменных в многоканальной системе эти переменные можно сделать доступными для всех каналов с помощью следующих параметров.               <ul style="list-style-type: none"> <li>#1303 V1comN #100 – заданное значение</li> <li>#1304 V0comN #500 – заданное значение</li> </ul> </li> </ul>
1-ый канал системы	100 переменных	500 – 549	100 – 149	
	200 переменных	500 – 599	100 – 199	
	300 переменных	500 – 699	100 – 199	
	600 переменных	500 – 999	100 – 199	
Много-канальная система	(50+50*количество каналов системы) переменных	500 – 549	100 – 149 * количество каналов системы	
	(100+100*количество каналов системы) переменных	500 – 599	100 – 199 * количество каналов системы	
	(400+100*количество каналов системы) переменных	500 – 899	100 – 199 * количество каналов системы	
Локальные переменные		1 - 33		Могут использоваться как локальные переменные в макропрограммах.
Системные переменные		От 1000		Применение определяется системой
Переменные постоянных циклов		1 – 32		Локальные переменные в программах постоянных циклов.

**(Примечание 1)** Все общие переменные сохраняются после отключения электропитания.

**(Примечание 2)** При выключении электропитания или при сбросе системы общие переменные могут обнуляться при соответствующем задании параметра (#1128 RstVC1, #1129 PwrVC1).

**(Примечание 3)** Общие переменные подразделяются на два типа:

Общие переменные 1 : Являются общими для всех каналов системы

Общие переменные 2 : Являются общими для всех программ в канале системы

## (3) Использование переменных

Переменные могут применяться для всех адресов за исключением О, N и / (косая черта).

- Если значение переменной используется напрямую:  
X#1 ..... Значение #1 используется как значение X.
- Если используется дополнительное значение к значению переменной:  
X-#2 ..... Значение #2 с измененным знаком используется как значение X.
- При назначении переменных:  
#3 = #5 ..... Переменной #3 присваивается значение переменной #5.  
#1 = 1000 ..... Переменной #1 присваивается значение 1000 (трактруется как 1000.).
- При назначении переменной как арифметической формулы:  
#1 = #3 + #2 - 100 ..... Результат операции, который получается из #3 + #2 - 100., используется как значение #1.  
X[#1 + #3 + 1000] ..... Результат операции, который получается из #1 + #3 + 1000, используется как значение X.

**(Примечание 1)** Переменная не может назначаться в одном кадре с тем адресом, с которым её предполагается использовать. Она должна задаваться в отдельном кадре.

Неверно  $X\#1 = \#3 + 100; \rightarrow$  Верно  $\#1 = \#3 + 100; X\#1;$

**(Примечание 2)** Может использоваться до пяти пар квадратных скобок [ ].

$$\#543 = - [ [ [ [ [ \#120 ] / 2 + 15 . ] * 3 - \#100 ] / \#520 + \#125 + \#128 ] * \#130 + \#132 ] ;$$

**(Примечание 3)** Не существует ограничений по количеству символов и по количеству переменных при определении переменных.

**(Примечание 4)** Значения переменных должны находиться в пределах диапазона от 0 по  $\pm 99999999$ .

При выходе за пределы данного диапазона возможно некорректное выполнение операций.

**(Примечание 5)** Значения переменных действительны с момента фактического задания переменных.

$$\begin{aligned} \#1 = 100; \dots \#1 = 100 \\ \#1 = 200 \#2 = \#1 + 200 ; \dots \#1 = 200, \#2 = 400 \\ \#3 = \#1 + 300; \dots \#3 = 500 \end{aligned}$$

**(Примечание 6)** Переменные выражения всегда рассматриваются как выражения, имеющие на конце десятичную точку.

Если  $\#100 = 10$ ,  
то  $X\#100$  ; рассматривается как  $X10$ .

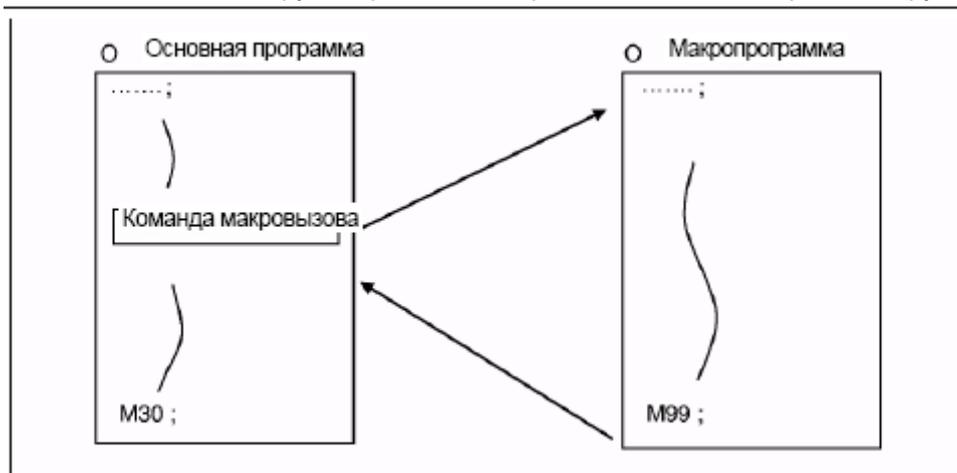
## 13.9. Макрокоманды пользователя

## 13.9.1. Макрокоманды пользователя; G65, G66, G66.1, G67



## Функция и назначение

Комбинируя макросы пользователя с переменными, можно использовать макропрограммы, операции, входные / выходные данные PLC, параметры управления, логические операции, ветвления и многих другие средства для решения задач измерения и других целей.



Макропрограммы используют переменные, операнды и команды управления для создания подпрограмм реализации специальных функций управления.

Данные функции специального управления (макропрограммы) вызываются командами макровызова из основной программы в тот момент, когда это необходимо.

G код	Функция
G65	Простой макровывоз пользователя
G66	Модальный вызов макроса пользователя А (вызов с командой перемещения)
G66.1	Модальный вызов макроса пользователя В (вызов для каждого кадра)
G67	Отмена модального вызова макроса пользователя



## Детальное описание

- При задании команд G66 или G66.1 производится вызов определенной макропрограммы пользователя после выполнения каждого кадра либо сразу, либо после выполнения перемещения (в кадре с командами перемещения) до тех пор, пока не будет задана команда G67 (отмена).
- Команды G66 (G66.1) и G67 должны задаваться парами в одной и той же программе.

## 13.9.2. Команды макровывоза

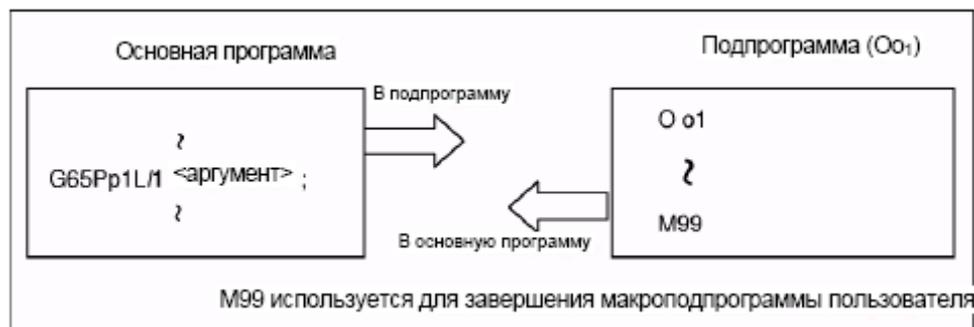


## Функция и назначение

Среди команд макровывоза существуют простые вызовы, которые действуют только по отношению к текущему кадру, а также модальные вызовы (тип А и В), которые действуют по отношению к каждому кадру в модальном режиме вызова.



## Простые макровывозы



## Формат

**G65 P\_\_ L\_\_ аргумент ;**  
**Или G65 <имя файла> L\_\_ аргумент ;**

P\_                    № программы

<имя файла>        Имя файла

Имя файла может быть указано вместо номера программы.

В этом случае следует заключить имя файла в скобки <>.

(Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)

L\_                    Количество повторов

Если необходимо передать аргумент в качестве локальной переменной в макрподпрограмму пользователя, фактическое значение должно быть задано после адреса.

Независимо от адреса в аргументе может использоваться знак и десятичная точка. Существует два способа задания аргументов.

## (1) Задание аргумента I

Формат: A\_ B\_ C\_ ... X\_ Y\_ Z\_

## Подробное описание

(a) Аргументы могут задаваться с использованием любого адреса за исключением G, L, N, O и P.

(b) За исключением I, J и K нет необходимости задавать аргументы в алфавитном порядке.

(c) I, J и K должны задаваться в алфавитном порядке.

I\_ J\_ K\_ .....Верно

J\_ I\_ K\_ .....Неверно

(d) Адреса, в которых нет необходимости, могут быть опущены.

(e) В следующей таблице показано соответствие между адресами, которые могут быть определены при задании аргумента I и номерами переменных в основном теле макроса пользователя.

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

Соответствие адреса и номера переменной		Команды вызова и возможный для применения адрес	
Адрес задания аргумента I	Переменная макроса	G65, G66	G66.1
A	#1	○	○
B	#2	○	○
C	#3	○	○
D	#7	○	○
E	#8	○	○
F	#9	○	○
G	#10	×	×*
H	#11	○	○
I	#4	○	○
J	#5	○	○
K	#6	○	○
L	#12	×	×*
M	#13	○	○
N	#14	×	×*
O	#15	×	×
P	#16	×	×*
Q	#17	○	○
R	#18	○	○
S	#19	○	○
T	#20	○	○
U	#21	○	○
V	#22	○	○
W	#23	○	○
X	#24	○	○
Y	#25	○	○
Z	#26	○	○

○ : Может применяться.

× : Не может применяться.

\* : Может применяться, если команда G66.1 модальная.

(2) Задание аргумента II

Формат: A\_ B\_ C\_ I\_ J\_ K\_ I\_ J\_ K\_ ...

**Подробное описание**

- (a) В дополнение к адресам A, B и C могут задаваться до 10 групп аргументов с I, J, K в качестве 1-ой группы аргументов.
- (b) При дублировании одного и того же адреса следует задавать адреса в определенном порядке.
- (c) Адреса, в которых нет необходимости, могут быть опущены.
- (d) В следующей таблице показано соответствие между адресами, которые могут быть определены при задании аргумента II и номерами переменных в основном теле макроса пользователя.

Адрес задания аргумента II	Переменная макроса
A	#1
B	#2
C	#3
I1	#4
J1	#5
K1	#6
I2	#7
J2	#8
K2	#9
I3	#10
J3	#11
K3	#12
I4	#13
J4	#14
K4	#15
I5	#16

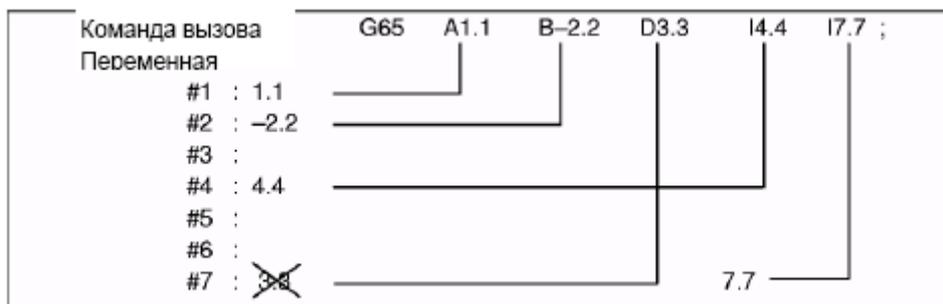
Адрес задания аргумента II	Переменная макроса
J5	#17
K5	#18
I6	#19
J6	#20
K6	#21
I7	#22
J7	#23
K7	#24
I8	#25
J8	#26
K8	#27
I9	#28
J9	#29
K9	#30
I10	#31
J10	#32
K10	#33

(Примечание 1) Номера от 1 до 10, сопровождающие I, J и K, указывают на последовательность заданных групп и не требуются для конкретных инструкций.

(3) Совместное использование задания аргументов I и II

Если заданы адреса, соответствующие одной и той же переменной при использовании обоих типов I и II для задания аргументов, действительным будет последний адрес.

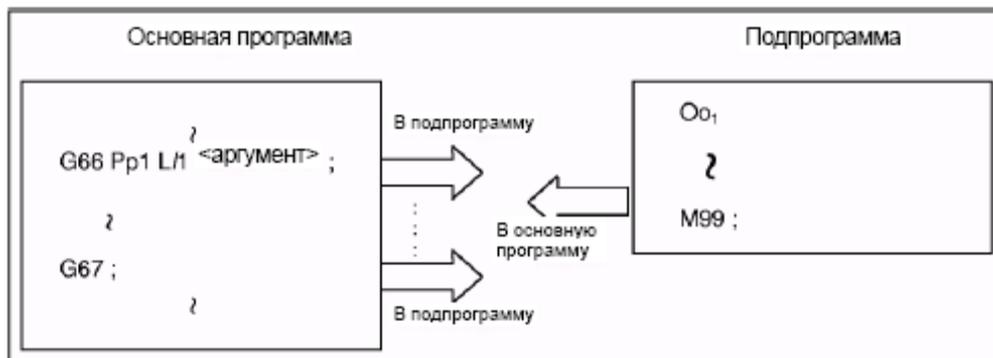
(Пример 1)



В указанном выше примере действительным является последний I7.7 аргумент, если оба аргумента D3.3 и I7.7 заданы для переменной #7.



### Модальный вызов А (вызов с командой перемещения)



Если кадр с командой перемещения задан между G66 и G67, сначала будет выполнено перемещение, а затем заданная макроподпрограмма пользователя. Подпрограмма выполняется заданное количество раз для каждого вызова.

<Аргумент> трактуется также, как и для простого вызова.

#### Формат

**G66 P\_\_ L\_\_ <аргумент> ;**  
**Или G66 <имя файла> L\_\_ <аргумент> ;**

P_	№ программы
<имя файла>	Имя файла
	Имя файла может быть указано вместо номера программы.
	В этом случае следует заключить имя файла в скобки <>.
	(Имя файла может быть до 32 символов длиной, включая разрешение.)
L_	Количество повторений

#### Подробное описание

- (1) При активации команды G66 производится вызов заданной макропрограммы пользователя после выполнения перемещения в кадрах с командами движения до тех пор, пока не будет выдана команда G67 (отмена).
- (2) Команды G66 и G67 должны задаваться парами в той же программе. Выдается ошибка программирования, если команда G67 задана без команды G66.



### Модальный вызов В (для каждого кадра)

Заданная макроподпрограмма пользователя, безусловно вызывается в каждом кадре, заданном между G66.1 и G67, и выполняется заданное количество раз. <Аргумент> трактуется также, как и для простого вызова.

#### Формат

G66.1 P__ L__ <аргумент> ;	
P_	№ программы
L_	Количество повторений

#### Подробное описание

- (1) В режиме G66.1 все знаки в различных считываемых кадрах, кроме кодов O, N и G, рассматриваются как аргумент и не выполняются. Следует учитывать, что если G стоит на последней позиции, либо N задана после кодов, отличных от O и N, то это будет считаться аргументом.
- (2) То же самое справедливо, если G65 P\_ задан в начале одного из кадров, выполняющихся в режиме G66.1.

#### (Пример 1)

N100 G01 G90 X100. Z200. F400 R1000 ;  
 в режиме G66.1 P1000 ; то же самое как:  
 N100 G65 P1000 G01 G90 X100. Z200. F400 R1000 ;

**(Примечание 1)** Вызов производится даже в кадре задания G66.1 в режиме G66.1, а соответствие между адресом аргумента и номером переменной будет таким, как для режима G65 (простой вызов).

- (3) На диапазон задания значений G и N, которые могут быть использованы как новые переменные в режиме G66.1, распространяются ограничения, действующие для диапазона задания стандартных значений NC.
- (4) № программы O, номера последовательности N и модальные G-функции поддерживаются как модальная информация.



## G -функция макровывоза

Макроподпрограммы пользователя с указанными номерами программ могут быть вызваны просто через G-функцию.

## Формат

G** <аргумент>
G**                   G-команда для макровывоза

## Подробное описание

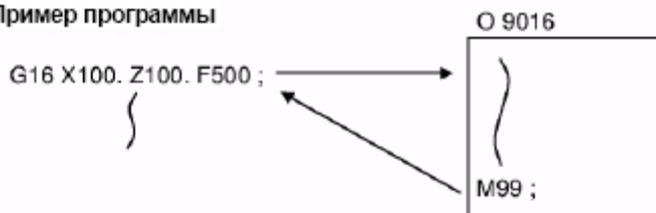
(1) Данная G-функция будет действовать точно так же, как и команды вызовов, перечисленные внизу. Параметры CNC задают для каждого номера G-функции соответствие с этими командами вызовов.

- a: M98 PΔΔΔΔ ;
- b: G65 PΔΔΔΔΔ <аргумент> ;
- c: G66 PΔΔΔΔΔ <аргумент> ;
- d: G66.1 PΔΔΔΔΔ <аргумент> ;

Если задаются G -функции, соответствующие пунктам с и d выше, следует задать команду отмены (G67) либо в макропрограмме пользователя, либо после задания команды вызова для отмены модального режима вызова.

- (2) Соответствие между "\*\*\*", определяющим выполнение конкретного макровывоза, и номером программы PΔΔΔΔ вызываемого макроса задается через параметры CNC.
- (3) До 10 G-функций с номерами от G00 до G255 могут быть использованы для задания этой команды. (Функции G, используемые системой, могут задаваться в этой команде после соответствующей настройки параметра #1081 Gmac\_P).
- (4) Данные команды нельзя задавать в макроподпрограмме пользователя, которая была вызвана при помощи G -функции.

## Пример программы





### Макровывоз через технологическую функцию (M, S, T, B макровывозов)

Макроподпрограммы пользователя с заданными номерами программ могут вызываться просто через M (или S, T, B) -функцию. (Номера используемых M-функций задаются параметрами CNC. Функции S, T и B можно использовать все.)

#### Формат

**M\*\* ; (or S\*\* ;, T\*\* ;, B\*\* ;)**  
M\*\* M-команда макровывоза (или S, T, B)

#### Подробное описание

(1) Данная M-функция будет действовать точно так же, как и команды вызовов, перечисленные внизу. Параметры CNC задают для каждого номера M-функции соответствие с этими командами вызовов. (То же самое для S, T и B функций)

- а: M98 PΔΔΔΔ ;
  - б: G65 PΔΔΔΔ M\*\* ;
  - в: G66 PΔΔΔΔ M\*\* ;
  - г: G66.1 PΔΔΔΔ M\*\* ;
- } M98, M\*\* не выводятся

Если задаются функции, соответствующие в и г, следует задать команду отмены (G67) либо в макропрограмме пользователя, либо после задания команды вызова для отмены модального режима вызова.

(2) Соответствие между "Mm", определяющим выполнение конкретного макровывоза, и номером программы PΔΔΔΔ вызываемого макроса задается через параметры CNC. До 10 M-функций в диапазоне от M00 по M95 могут быть использованы для задания этой команды.

Любые M-функции, за исключением M-функций, используемых в логике станка, и M0, M1, M2, M30 и M96 ~ M99, могут быть заданы для макровывоза.

(3) Как и при M98, процесс будет отображаться на дисплее, однако коды M и MF не выдаются.

(4) Если M-функция макровывоза задается во время выполнения макроподпрограммы пользователя, вызванной через M-функцию, макровывоз не производится, и эта функция будет распознана как обычная вспомогательная функция.

(5) Все S, T и B функции вызывают подпрограммы с номерами, которые в параметрах CNC поставлены в соответствие этим S, T и B функциям.

(6) До 10 M-функций могут использоваться, но если не все номера функций будут использоваться, установить параметры необходимо следующим образом.

[MACRO FILE (1)]			
<CODE>	<TYPE>	<PROGRAM-No.>	
M[01]	20	0	8000
M[02]	21	0	8001
M[03]	9999	0	19999999
M[04]	9999	0	19999999
M[05]	9999	0	19999999
:	:	:	:
:	:	:	:
M[10]	9999	0	19999999

-для M20, задать для вызова O8000 тип 0 (M98 тип)  
-для M21 задать для вызова O8001 тип 0 (M98 тип)

-Задать параметры для неиспользуемых, как показано .



#### Различия между командами M98 и G65

- (1) Аргумент может быть задан для G65, но не для M98.
- (2) Номер последовательности может быть задан для M98, но не для G65, G66 и G66.1.
- (3) M98 вызывает подпрограмму после выполнения всех (за исключением M, P, H и L) команд в кадре с M98, а G65 производит ветвление в подпрограмму без выполнения других операций.
- (4) Если любой другой адрес, кроме O, N, P, H или L, задан с M98, то производится останов по концу кадра.  
Это не происходит для команды G65.
- (5) Уровень локальных переменных при M98 является фиксированным, но он может варьироваться в зависимости от глубины вложений для G65. (например, #1 имеет одинаковое значение до или после M98, но может иметь разное значение в каждом конкретном случае при G65.)
- (6) Глубина вложений M98 может быть расширена до 8 уровней в комбинации с G65, G66 и G66.1. Глубина вложений G65 может быть расширена только до 4 уровней в комбинации с G66 и G66.1.



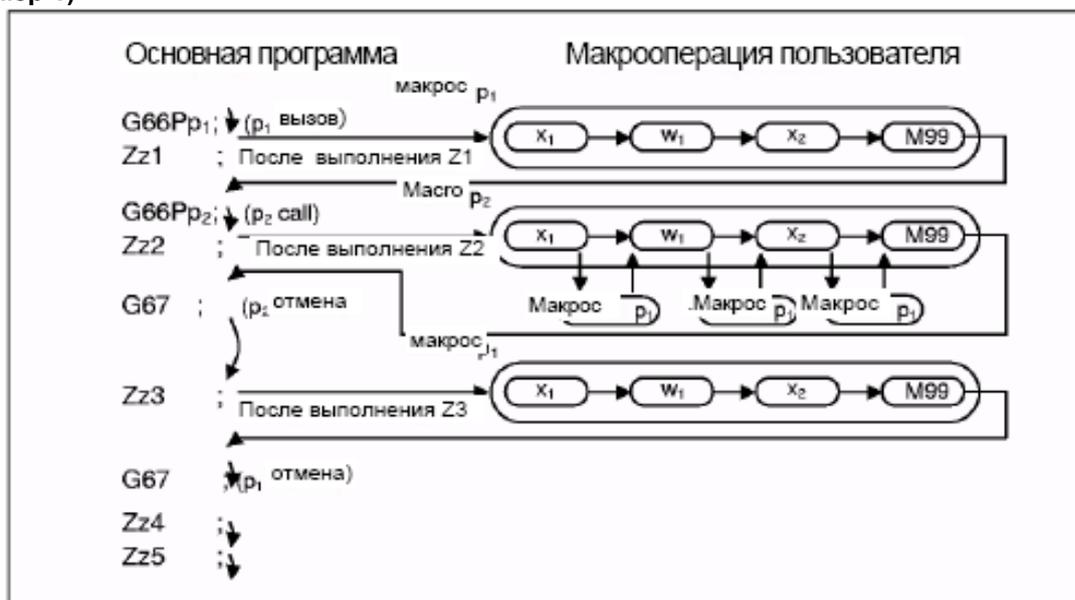
#### Глубина вложений команды макровывоза

До 4 уровней вложений возможны при простом или модальном вызове макроподпрограмм. Аргумент команды макровывоза действует только на вызванном макроуровне. Так как глубина вложений для макровывозов может быть до 4 уровней, аргумент может использоваться как локальная переменная для программы соответствующего макровывоза.

**(Примечание 1)** Если заданы команды G65, G66, G66.1, G-функция или M-команда макровывоза, то это рассматривается как уровень вложения 1, при этом уровень локальных переменных тоже наращивается на единицу.

**(Примечание 2)** Заданная макроподпрограмма пользователя при модальном вызове A вызывается каждый раз, когда выполняется команда движения. Но в случае повторного задания команды G66, макроподпрограмма пользователя вызывается каждый раз, когда происходит перемещение оси, даже при задании движения в макросе. Макроподпрограммы пользователя вызываются по очереди от последней заданной.

**(Пример 1)**



#### 13.9.3. Вызов макрокоманд с помощью кодов ASCII.



#### Функция и назначение

Существует возможность задать соответствие подпрограмм (макроподпрограмм) кодам ASCII при помощи параметров, и затем выполнять вызов макроподпрограмм путем задания кода ASCII в программе обработки.

Эта функция может использоваться в дополнение к G-, M-, S-, T- и V-функциям макровывода.

#### (Пример 1) тип вызова M98

Главная программа	Подпрограмма
O0002 ; : D2000 ; : M30 ;	O200 : : : M99 ;

После присвоения значения 2000 общей переменной #146, программа №200 вызывается в качестве подпрограммы с помощью M98.

Параметры

#7401 (ASCII [01] Действ./Недейств.)	1 (Действ.)
#7402 (ASCII [01] Код)	D
#7403 (ASCII [01] Тип)	0 (тип M98)
#7404 (ASCII [01] № программы)	200
#7405 (ASCII [01] Переменная)	146

#### (Пример 2) тип вызова G65

Главная программа	Подпрограмма
O0003 ; : A500 ; : M30 ;	O3000 : : : M99 ;

После присвоения значения 500 локальной переменной #1, программа №3000 вызывается в качестве подпрограммы с помощью G65.

Параметры

#7411 (ASCII [02] Действ./Недейств.)	1 (Действ.)
#7412 (ASCII [02] Код)	A
#7413 (ASCII [02] Тип)	1 (тип G65)
#7414 (ASCII [02] № программы)	3000
#7415 (ASCII [02] Переменная)	100 (не используется)



## Формат команды

<input type="checkbox"/> ****;	<b>Задаёт адрес и код</b>
<input type="checkbox"/>	Код ASCII для вызова макрокоманды (один символ)
****;	Значение или выражение, присваиваемое переменной (Диапазон задания: ±999999.9999)



## Детальное описание

- (1) Команда выше работает точно так же, как и приведенные команды ниже. Соответствие каждой команды и символа ASCII устанавливается в параметрах.

0: M98 PΔΔΔΔ ;  
 1: G65 PΔΔΔΔ <Аргумент> ;  
 2: G66 PΔΔΔΔ < Аргумент > ;  
 3: G66.1 PΔΔΔΔ < Аргумент > ;

Если параметры заданы для 2 или 3, то выполняется отмена модального вызова. Задавайте команду отмены (G67) после команды макровывода или в макрокоманде пользователя.

- (2) Код ASCII для вызова макрокоманд и № программы PΔΔΔΔ, которая будет вызвана, задается в параметрах.  
 Может быть задано до двух кодов ASCII.
- (3) Код ASCII присваивается разным переменным, в зависимости от типа вызова и адреса.

- (а) Тип M98

Код присваивается общей переменной, № которой задан в параметрах.

Если действителен первый адрес (параметр #7401), то код присваивается общей переменной, номер которой указан в параметре #7405.

- (б) Тип G65/G66/G66.1

Код присваивается локальной переменной. Номер переменной различается, в зависимости от адреса, и соответствует следующей таблице.

Адрес	#	Адрес	#	Адрес	#
A	1	K	6	U	21
B	2	L	12	V	22
C	3	M	13	W	23
D	7	N	14	X	24
E	8	O	15	Y	25
F	9	P	16	Z	26
G	10	Q	17		
H	11	R	18		
I	4	S	19		
J	5	T	20		

**(Примечание)** Могут быть использованы следующие адреса.

A, B, D, F, H, I, J, K, M, Q, R, S, T



### Пример программы

Ниже представлена программа, управляющая задней бабкой с помощью адреса А и обрабатывающая длинную тонкую деталь.

Параметры	
#7411 (ASCII [02] Действ./Недейств.)	1 (Действ.)
#7412 (ASCII [02] Код)	A
#7413 (ASCII [02] Тип)	1 (тип G65)
#7414 (ASCII [02] № программы)	500
#7415 (ASCII [02] Переменная)	100 (не используется)

Главная программа	Подпрограмма
<pre>G28 XZ ; A1 ; G00 X20. Z0. ; G01 X15. F100 ; G01 Z100. F200 ; X50 Z120. ; A0 ; M30 ;</pre>	<pre>O500 ; IF [#1 EQ 0] GOTO 10 ; G53 G00 A-205. ; G53 G01 A-200. F100 ; GOTO N20 ; N10 M26 ; G53 G0 A-400. ; N20 M99 ;</pre>

Подвод задней бабки  
Отвод задней бабки

Адрес А преобразуется в G65 P500.

(Единицы: мм)



## Ограничения

- (1) Вызов макрокоманды с помощью ASCII кода из макропрограммы, вызванной с помощью ASCII кода.

Макрокоманда не может быть вызвана с помощью ASCII кода из макропрограммы, вызванной с помощью ASCII кода.

Другие ситуации показаны ниже.

Если определяется, что макрокоманда не может быть вызвана, то она обрабатывается, как обычная команда.

		Вызываемая сторона			
		ASCII	GMSTB macro	G65/66/66.1	M98
Вызывающая сторона	ASCII	x	x	O	O
	GMSTB macro	x	x	O	O
	G65/66/66.1	O	O	O	O
	M98	O	O	O	O

- (2) Уровень вложения команды макровывоза

Макроподпрограммы допускают до четырёх уровней вложения при использовании простого вызова (G65) и модального вызова (G66/G66.1).

Аргументы команды макровывоза действительны только в вызываемом уровне.

Аргументы для каждого макровывоза могут использоваться в программе как локальные переменные.

- (3) Уровень вложения вызова подпрограмм

Если принять главную программу за уровень 0, то подпрограммы могут вызываться (M98) до восьми уровней глубины.

Следующие команды используются для вложенных вызовов подпрограмм.

- (a) M98
- (б) G65 G66 G66.1
- (в) Вызов при помощи G-кода, вспомогательной функции (M/S/T/B)
- (г) Прерывание MDI
- (д) Автоматическое измерение длины инструмента
- (е) Комбинационная функция измерения

Следующие функции могут быть заданы вне зависимости от глубины вложения.

- (a) Постоянные циклы
- (б) Макропрерывание

- (4) Порядок приоритета команд  
Если задано «M» в качестве кода ASCII, то соответствующие вспомогательные функции данного станка будут переопределены. В этом случае команды с цифрами будут распознаваться в следующем порядке приоритета.
- (a) M98, M99 (команда вызова подпрограммы)  
M00 (останов программы), M01 (команда опционального стопа)  
M02, M30, M198, M199 (команды завершения)  
M96, M97 (команда макропрерывания)
  - (б) При совпадении с кодом ASCII - макрокоманды
  - (в) Используются как обычные команды

Вспомогательные функции «S», «T» и «B» также переназначаются на вызов макрокоманды. Если эти команды отсутствуют в системе, будет выполнен макрокоманда с кодом ASCII.

Если остальные адреса не соответствуют кодам ASCII, они будут обработаны как обычные команды. Если команда переназначена на макрокоманду с кодом ASCII, она должна быть задана в этой макрокоманде.

Следует отметить, что существуют случаи, когда команда безусловно рассматривается как обычная команда, как описано в (5) ниже.

- (5) Условия, при которых адрес макрокоманды с кодом ASCII интерпретируется как обычная команда.
- (a) Если в том же кадре задаются данные командой G10.
  - (б) Если вызывается макрокоманда по коду ASCII после G-команды макровызова в том же кадре (также применимо к M, S, T, B и ASCII).

**(Пример)** Если адрес «D» (тип G65) задан в коде ASCII для макровызова, а M50 вызывает макрокоманду (тип G65).

M50 D200 ; Выполняется макровызов по M-коду с аргументом (200 записывается в #7)
--

- (в) При вводе параметров
- (г) Если перед адресом стоит запятая (,). **(Пример)** ,D ,R и т.д.
- (д) При задании в программе постоянного цикла
- (е) При задании макровызова в макрокоманде, вызванной с помощью кода G (Аналогично, если макрокоманда вызывается с помощью M, S, T, B и ASCII кода)

#### 13.9.4. Переменные



##### Функция и назначение

Необходимо производить определения переменных и макрокоманд, используемых в макрокомандах пользователя.

Состояния общих, локальных, и системных переменных NC сохраняются после выключения электропитания. (Общим переменным также может быть присвоено значение <пусто> по включению питания при соответствующей установке параметра #1129PwrVC1)



##### Косвенное использование переменных

В макропараметрах пользователя номера переменных могут быть преобразованы в переменные (косвенное использование переменных) либо замещены на <формулы>. Только одна из арифметических операций (+, -, x, /) может выполняться в <формуле>.

**(Пример 1)** Косвенное использование переменных

```
#1 = 10 #10 = 20 #20 = 30 ;
#5 = # [# [#1]] ;
```

```
} # [# [#1]] = # [#10] ,т.к. #1 = 10.
} # [#10] = #20 ,т.к. #10 = 20.
} Таким образом, #5 = #20 или #5 = 30.
```

```
#1 = 10 #10 = 20 #20 = 30 #5 = 1000 ;
# [# [#1]] = #5 ;
```

```
} # [# [#1]] = # [#10] ,т.к. #1 = 10.
} # [#10] = #20 ,т.к. #10 = 20.
} Таким образом, #20 = #5 или #20 = 1000.
```

**(Пример 2)** Замещение номеров переменных на <формулы>

```
#10 = 5 ;
# [#10 + 1] = 1000 ;
# [#10 - 1] = -1000 ;
# [#10*3] = 100 ;
# [#10/2] = -100 ;
```

```
В этом случае, #6 = 1000.
В этом случае, #4 = -1000.
В этом случае, #15 = 100.
В этом случае, #3 = -100. (округление до целого)
```



Неопределенные переменные

Переменные, используемые с макропараметрами пользователя, которые не были ни разу использованы после включения электропитания, либо локальные переменные, не заданные командами G65, G66 или G66.1, могут быть использованы как <Пусто>. Кроме того, для переменных может быть принудительно задано значение <Пусто>. Переменная #0 всегда трактуется как <Пусто>, при этом с левой стороны нельзя задавать никаких присвоений.

(1) Арифметические выражения

#1 = #0 ; .....#1 = <пусто>  
 #2 = #0 + 1 ; .....#2 = 1  
 #3 = 1 + #0 ; .....#3 = 1  
 #4 = #0 \* 10 ; .....#4 = 0  
 #5 = #0 + #0 ; .....#5 = 0

Следует учитывать, что <Пусто> в арифметическом выражении эквивалентно значению 0.  
 <Пусто> + <Пусто> = 0  
 <Пусто> + <Постоянная> = Постоянная  
 <Постоянная> + <Пусто> = Постоянная

(2) Использование переменных

Если неопределенная переменная заключена в кавычки, она игнорируется до адреса.

При #1 = <Пусто>  
 G0 X#1 Z1000 ; эквивалентно G0 Z1000 ;  
 G0 X#1 + 10 Z1000 ; эквивалентно G0 X10 Z1000 ;

(3) Условные выражения

<Пусто> не равно "0" только для EQ и NE. (#0 равно <Пусто>.)

При #101 = <Пусто>	При #101 = 0
#101 EQ#0 <Пусто> = <Пусто> истинно	#101 EQ#0 0 = <Пусто> ложно
#101 NE 0 <Пусто> ≠ 0 истинно	#101 NE 0 0 ≠ 0 ложно
#101 GE#0 <Пусто> ≥ 0 истинно	#101 GE#0 0 ≥ <Пусто> истинно
#101 GT 0 <Пусто> > 0 ложно	#101 GT 0 0 > 0 ложно
#101 LE#0 <Пусто> ≤ <Пусто> истинно	#101 LE#0 0 ≤ <Пусто> истинно
#101 LT 0 <Пусто> < 0 ложно	#101 LT 0 0 < 0 ложно

(Примечание 1) Сравнение EQ и NE возможно только для целых чисел. Используйте GE, GT, LE и LT для сравнения десятичных дробей.

#### 13.9.5. Типы переменных



##### Общие переменные

Эти переменные используются произвольно для любых целей. Количество общих переменных зависит от установки параметров. Сммотри пояснения к Переменным для получения более подробной информации.



##### Локальные переменные (#1 - #33)

Они могут задаваться в качестве <аргумента>, при вызове макроподпрограммы или использоваться локально в пределах основных программ и подпрограмм. Они могут использоваться многократно независимо от взаимосвязи макросов (до 4 уровней).

```
G65 P__ L_ <аргумент> ;
P          Номер программы
I          Количество повторений
<Аргумент> может быть Aa1 Bb1 Cc1..... Zz1.
```

В следующей таблице показано соответствие между адресами, которые могут быть определены при задании аргумента и номерами локальных переменных в основном теле макроса пользователя.

#### [Задание аргумента I ]

Команда		Адрес аргумента	Номер локальной переменной
G65, G66	G66.1		
О	О	A	#1
О	О	B	#2
О	О	C	#3
О	О	D	#7
О	О	E	#8
О	О	F	#9
x	x*	G	#10
О	О	H	#11
О	О	I	#4
О	О	J	#5
О	О	K	#6
x	x*	L	#12
О	О	M	#13
x	x*	N	#14
x	x*	O	#15
x	x*	P	#16

Команда		Адрес аргумента	Номер локальной переменной
G65, G66	G66.1		
О	О	Q	#17
О	О	R	#18
О	О	S	#19
О	О	T	#20
О	О	U	#21
О	О	V	#22
О	О	W	#23
О	О	X	#24
О	О	Y	#25
О	О	Z	#26
		—	#27
		—	#28
		—	#29
		—	#30
		—	#31
		—	#32
		—	#33

"x" в приведенной выше таблице указывает на адрес аргумента, который не может быть использован. Однако адрес аргумента, отмеченный как (\*), может использоваться в режиме G66.1.

Прочерк (-) указывает на то, что соответствующий адрес отсутствует.

[Задание аргумента II]

Адрес задания аргумента II	Переменная макроса
A	#1
B	#2
C	#3
I1	#4
J1	#5
K1	#6
I2	#7
J2	#8
K2	#9
I3	#10
J3	#11
K3	#12
I4	#13
J4	#14
K4	#15
I5	#16

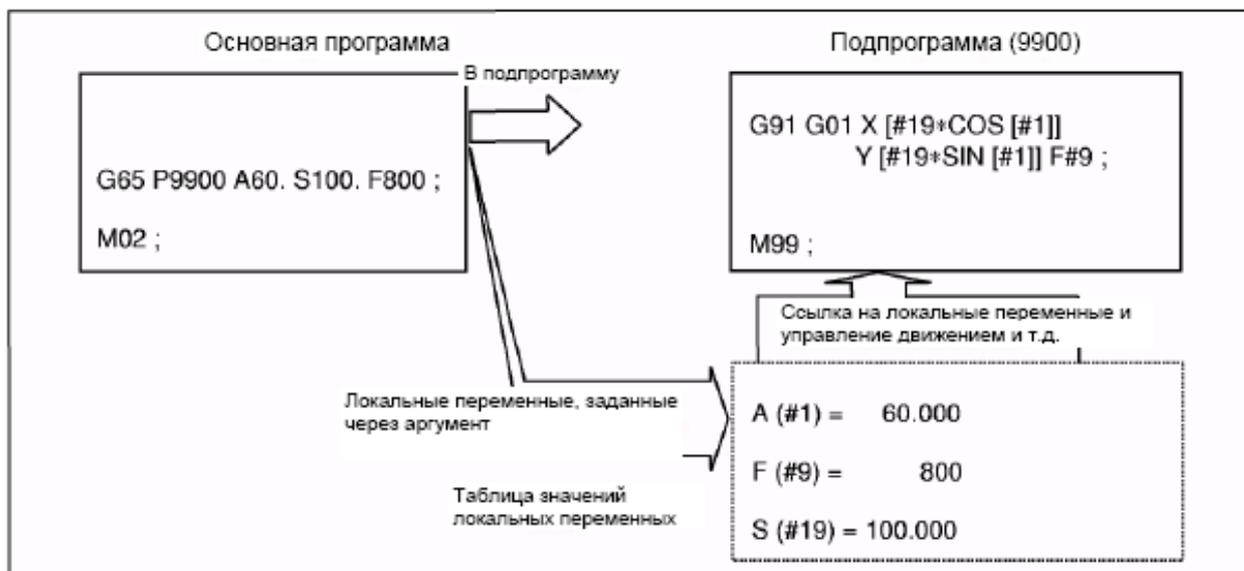
Адрес задания аргумента II	Переменная макроса
J5	#17
K5	#18
I5	#19
J6	#20
K6	#21
I7	#22
J7	#23
K7	#24
I8	#25
J8	#26
K8	#27
I9	#28
J9	#29
K9	#30
I10	#31
J10	#32
K10	#33

**(Примечание 1)** Номера от 1 до 10, сопровождающие I, J и K, указывают на последовательность заданных групп и не требуются для конкретных инструкций.

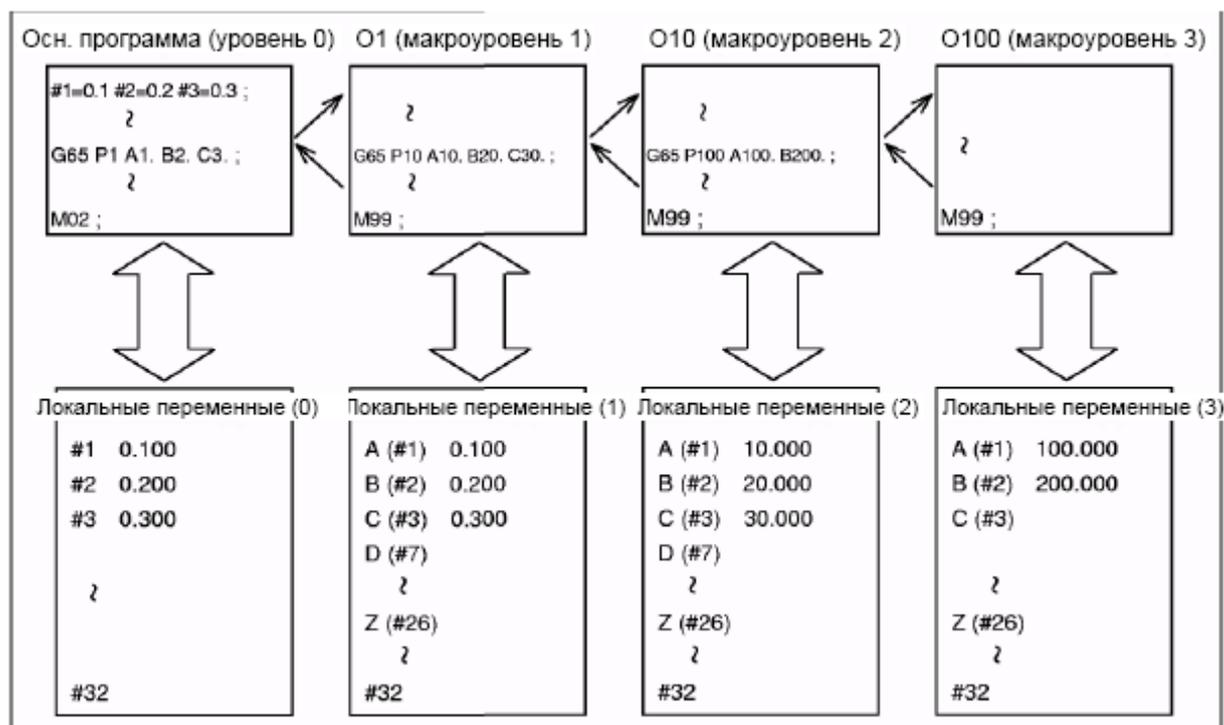
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя

- (1) Локальные переменные в подпрограммах могут быть определены с помощью задания <аргумента> при макровывозе. (Локальные переменные могут свободно применяться в этих подпрограммах.)



- (2) Локальные переменные могут использоваться независимо на каждом из уровней макровывозов (4 уровня). Локальные переменные также можно использовать в основной программе (макроуровень 0). Но задание через аргумент не применяется для локальных переменных нулевого уровня .



Состояния и величины локальных переменных отображаются на дисплее. Смори инструкцию по эксплуатации для получения более подробной информации.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Входные интерфейсные сигналы (#1000 ~ #1035, #1200 ~ #1295)

Состояние входных (в CNC из PLC) интерфейсных сигналов можно определить, считывая переменные #1000 - #1035, #1200 - #1295. Считанное значение может быть только 1 или 0 (1: контакт замкнут, 0: контакт разомнут). Все входные сигналы от #1000 по #1031 могут быть считаны одновременно, при обращении к переменной #1032. Таким же образом, обратившись к переменным #1033 – #1035, можно считать входные сигналы из #1200 - #1231, #1232 - #1263 и #1264 - #1295.

Переменные #1000 - #1035, #1200 - #1295 предназначены только для чтения, так что для них нельзя задавать никаких присвоений.

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал
#1000	1	регистр R6436 bit 0	#1016	1	регистр R6437 bit 0
#1001	1	регистр R6436 bit 1	#1017	1	регистр R6437 bit 1
#1002	1	регистр R6436 bit 2	#1018	1	регистр R6437 bit 2
#1003	1	регистр R6436 bit 3	#1019	1	регистр R R6437 bit
#1004	1	регистр R6436 bit 4	#1020	1	регистр R6437 bit 4
#1005	1	регистр R6436 bit 5	#1021	1	регистр R6437 bit 5
#1006	1	регистр R6436 bit 6	#1022	1	регистр R6437 bit 6
#1007	1	регистр R6436 bit 7	#1023	1	регистр R6437 bit 7
#1008	1	регистр R6436 bit 8	#1024	1	регистр R6437 bit 8
#1009	1	регистр R6436 bit 9	#1025	1	регистр R6437 bit 9
#1010	1	регистр R6436 bit 10	#1026	1	регистр R6437 bit 10
#1011	1	регистр R6436 bit 11	#1027	1	регистр R6437 bit 11
#1012	1	регистр R6436 bit 12	#1028	1	регистр R6437 bit 12
#1013	1	регистр R6436 bit 13	#1029	1	регистр R6437 bit 13
#1014	1	регистр R6436 bit 14	#1030	1	регистр R6437 bit 14
#1015	1	регистр R6436 bit 15	#1031	1	регистр R6437 bit 15

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал
#1032	32	регистр R6436, R6437
#1033	32	регистр R6438, R6439
#1034	32	регистр R6440, R6441
#1035	32	регистр R6442, R6443

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал
#1200	1	регистр R6438 bit 0	#1216	1	регистр R6439 bit 0
#1201	1	регистр R6438 bit 1	#1217	1	регистр R6439 bit 1
#1202	1	регистр R6438 bit 2	#1218	1	регистр R6439 bit 2
#1203	1	регистр R6438 bit 3	#1219	1	регистр R6439 bit 3
#1204	1	регистр R6438 bit 4	#1220	1	регистр R6439 bit 4
#1205	1	регистр R6438 bit 5	#1221	1	регистр R6439 bit 5
#1206	1	регистр R6438 bit 6	#1222	1	регистр R6439 bit 6
#1207	1	регистр R6438 bit 7	#1223	1	регистр R6439 bit 7
#1208	1	регистр R6438 bit 8	#1224	1	регистр R6439 bit 8
#1209	1	регистр R6438 bit 9	#1225	1	регистр R6439 bit 9
#1210	1	регистр R6438 bit 10	#1226	1	регистр R6439 bit 10
#1211	1	регистр R6438 bit 11	#1227	1	регистр R6439 bit 11
#1212	1	регистр R6438 bit 12	#1228	1	регистр R6439 bit 12
#1213	1	регистр R6438 bit 13	#1229	1	регистр R6439 bit 13
#1214	1	регистр R6438 bit 14	#1230	1	регистр R6439 bit 14
#1215	1	регистр R6438 bit 15	#1231	1	регистр R6439 bit 15

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный входной сигнал
#1232	1	регистр R6440 bit 0	#1248	1	регистр R6441 bit 0
#1233	1	регистр R6440 bit 1	#1249	1	регистр R6441 bit 1
#1234	1	регистр R6440 bit 2	#1250	1	регистр R6441 bit 2
#1235	1	регистр R6440 bit 3	#1251	1	регистр R6441 bit 3
#1236	1	регистр R6440 bit 4	#1252	1	регистр R6441 bit 4
#1237	1	регистр R6440 bit 5	#1253	1	регистр R6441 bit 5
#1238	1	регистр R6440 bit 6	#1254	1	регистр R6441 bit 6
#1239	1	регистр R6440 bit 7	#1255	1	регистр R6441 bit 7
#1240	1	регистр R6440 bit 8	#1256	1	регистр R6441 bit 8
#1241	1	регистр R6440 bit 9	#1257	1	регистр R6441 bit 9
#1242	1	регистр R6440 bit 10	#1258	1	регистр R6441 bit 10
#1243	1	регистр R6440 bit 11	#1259	1	регистр R6441 bit 11
#1244	1	регистр R6440 bit 12	#1260	1	регистр R6441 bit 12
#1245	1	регистр R6440 bit 13	#1261	1	регистр R6441 bit 13
#1246	1	регистр R6440 bit 14	#1262	1	регистр R6441 bit 14
#1247	1	регистр R6440 bit 15	#1263	1	регистр R6441 bit 15

**13. Вспомогательные программные функции****13.9. Макрокоманды пользователя**

<b>Системная переменная</b>	<b>Кол-во разрядов</b>	<b>Интерфейсный входной сигнал</b>	<b>Системная переменная</b>	<b>Кол-во разрядов</b>	<b>Интерфейсный входной сигнал</b>
#1264	1	регистр R6442 bit 0	#1280	1	регистр R6443 bit 0
#1265	1	регистр R6442 bit 1	#1281	1	регистр R6443 bit 1
#1266	1	регистр R6442 bit 2	#1282	1	регистр R6443 bit 2
#1267	1	регистр R6442 bit 3	#1283	1	регистр R6443 bit 3
#1268	1	регистр R6442 bit 4	#1284	1	регистр R6443 bit 4
#1269	1	регистр R6442 bit 5	#1285	1	регистр R6443 bit 5
#1270	1	регистр R6442 bit 6	#1286	1	регистр R6443 bit 6
#1271	1	регистр R6442 bit 7	#1287	1	регистр R6443 bit 7
#1272	1	регистр R6442 bit 8	#1288	1	регистр R6443 bit 8
#1273	1	регистр R6442 bit 9	#1289	1	регистр R6443 bit 9
#1274	1	регистр R6442 bit 10	#1290	1	регистр R6443 bit 10
#1275	1	регистр R6442 bit 11	#1291	1	регистр R6443 bit 11
#1276	1	регистр R6442 bit 12	#1292	1	регистр R6443 bit 12
#1277	1	регистр R6442 bit 13	#1293	1	регистр R6443 bit 13
#1278	1	регистр R6442 bit 14	#1294	1	регистр R6443 bit 14
#1279	1	регистр R6442 bit 15	#1295	1	регистр R6443 bit 15

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Выходные интерфейсные сигналы (#1100 ~ #1135, #1300 ~ #1395)

Выходные (из CNC в PLC) интерфейсные сигналы можно изменять, меняя значения переменных с номерами #1100 - #1135, #1300 - #1395. Выходной сигнал может принимать значение 0 или 1.

Выходные сигналы от #1100 до #1131 могут устанавливаться одновременно при записи переменной #1132. Таким же образом, записывая данные в переменные #1133 - #1135, можно устанавливать выходные сигналы для #1300 - #1331, #1332 - #1363 и #1364 - #1395. Состояние выходных сигналов может быть считано из переменных #1100 - #1135, #1300 - #1395. Понятие "выход" здесь трактуется относительно CNC.

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал
#1100	1	регистр R6372 bit 0	#1116	1	регистр R6373 bit 0
#1101	1	регистр R6372 bit 1	#1117	1	регистр R6373 bit 1
#1102	1	регистр R6372 bit 2	#1118	1	регистр R6373 bit 2
#1103	1	регистр R6372 bit 3	#1119	1	регистр R6373 bit 3
#1104	1	регистр R6372 bit 4	#1120	1	регистр R6373 bit 4
#1105	1	регистр R6372 bit 5	#1121	1	регистр R6373 bit 5
#1106	1	регистр R6372 bit 6	#1122	1	регистр R6373 bit 6
#1107	1	регистр R6372 bit 7	#1123	1	регистр R6373 bit 7
#1108	1	регистр R6372 bit 8	#1124	1	регистр R6373 bit 8
#1109	1	регистр R6372 bit 9	#1125	1	регистр R6373 bit 9
#1110	1	регистр R6372 bit 10	#1126	1	регистр R6373 bit 10
#1111	1	регистр R6372 bit 11	#1127	1	регистр R6373 bit 11
#1112	1	регистр R6372 bit 12	#1128	1	регистр R6373 bit 12
#1113	1	регистр R6372 bit 13	#1129	1	регистр R6373 bit 13
#1114	1	регистр R6372 bit 14	#1130	1	регистр R6373 bit 14
#1115	1	регистр R6372 bit 15	#1131	1	регистр R6373 bit 15

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал
#1132	32	регистр R6372, R6373
#1133	32	регистр R6374, R6375
#1134	32	регистр R6376, R6377
#1135	32	регистр R6378, R6379

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал
#1300	1	регистр R6374 bit 0	#1316	1	регистр R6375 bit 0
#1301	1	регистр R6374 bit 1	#1317	1	регистр R6375 bit 1
#1302	1	регистр R6374 bit 2	#1318	1	регистр R6375 bit 2
#1303	1	регистр R6374 bit 3	#1319	1	регистр R6375 bit 3
#1304	1	регистр R6374 bit 4	#1320	1	регистр R6375 bit 4
#1305	1	регистр R6374 bit 5	#1321	1	регистр R6375 bit 5
#1306	1	регистр R6374 bit 6	#1322	1	регистр R6375 bit 6
#1307	1	регистр R6374 bit 7	#1323	1	регистр R6375 bit 7
#1308	1	регистр R6374 bit 8	#1324	1	регистр R6375 bit 8
#1309	1	регистр R6374 bit 9	#1325	1	регистр R6375 bit 9
#1310	1	регистр R6374 bit 10	#1326	1	регистр R6375 bit 10
#1311	1	регистр R6374 bit 11	#1327	1	регистр R6375 bit 11
#1312	1	регистр R6374 bit 12	#1328	1	регистр R6375 bit 12
#1313	1	регистр R6374 bit 13	#1329	1	регистр R6375 bit 13
#1314	1	регистр R6374 bit 14	#1330	1	регистр R6375 bit 14
#1315	1	регистр R6374 bit 15	#1331	1	регистр R6375 bit 15

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал
#1332	1	регистр R6376 bit 0	#1348	1	регистр R6377 bit 0
#1333	1	регистр R6376 bit 1	#1349	1	регистр R6377 bit 1
#1334	1	регистр R6376 bit 2	#1350	1	регистр R6377 bit 2
#1335	1	регистр R6376 bit 3	#1351	1	регистр R6377 bit 3
#1336	1	регистр R6376 bit 4	#1352	1	регистр R6377 bit 4
#1337	1	регистр R6376 bit 5	#1353	1	регистр R6377 bit 5
#1338	1	регистр R6376 bit 6	#1354	1	регистр R6377 bit 6
#1339	1	регистр R6376 bit 7	#1355	1	регистр R6377 bit 7
#1340	1	регистр R6376 bit 8	#1356	1	регистр R6377 bit 8
#1341	1	регистр R6376 bit 9	#1357	1	регистр R6377 bit 9
#1342	1	регистр R6376 bit 10	#1358	1	регистр R6377 bit 10
#1343	1	регистр R6376 bit 11	#1359	1	регистр R6377 bit 11
#1344	1	регистр R6376 bit 12	#1360	1	регистр R6377 bit 12
#1345	1	регистр R6376 bit 13	#1361	1	регистр R6377 bit 13
#1346	1	регистр R6376 bit 14	#1362	1	регистр R6377 bit 14
#1347	1	регистр R6376 bit 15	#1363	1	регистр R6377 bit 15

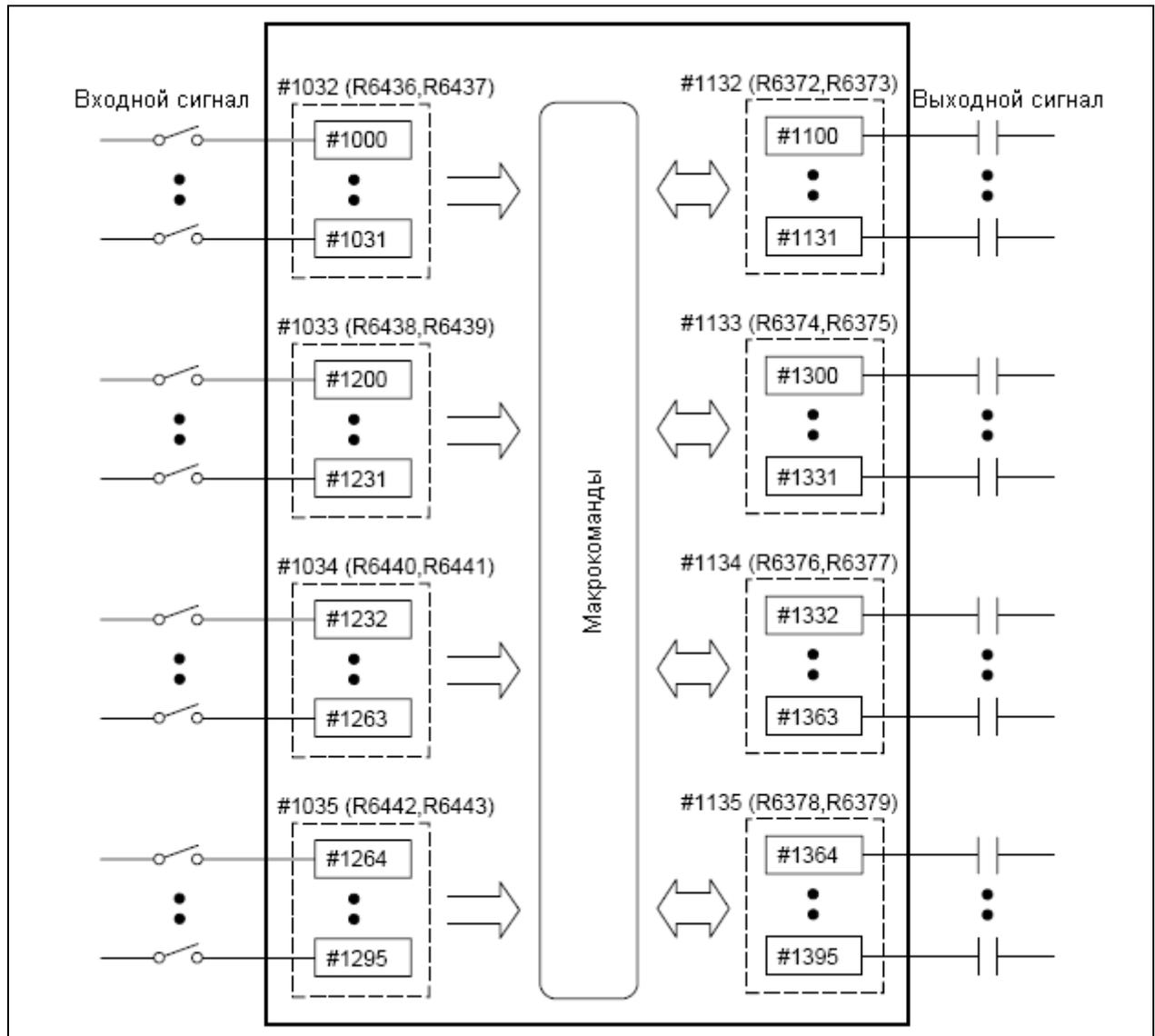
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал	Системная переменная	Кол-во разрядов	Интерфейсный выходной сигнал
#1364	1	регистр R6378 bit 0	#1380	1	регистр R6379 bit 0
#1365	1	регистр R6378 bit 1	#1381	1	регистр R6379 bit 1
#1366	1	регистр R6378 bit 2	#1382	1	регистр R6379 bit 2
#1367	1	регистр R6378 bit 3	#1383	1	регистр R6379 bit 3
#1368	1	регистр R6378 bit 4	#1384	1	регистр R6379 bit 4
#1369	1	регистр R6378 bit 5	#1385	1	регистр R6379 bit 5
#1370	1	регистр R6378 bit 6	#1386	1	регистр R6379 bit 6
#1371	1	регистр R6378 bit 7	#1387	1	регистр R6379 bit 7
#1372	1	регистр R6378 bit 8	#1388	1	регистр R6379 bit 8
#1373	1	регистр R6378 bit 9	#1389	1	регистр R6379 bit 9
#1374	1	регистр R6378 bit 10	#1390	1	регистр R6379 bit 10
#1375	1	регистр R6378 bit 11	#1391	1	регистр R6379 bit 11
#1376	1	регистр R6378 bit 12	#1392	1	регистр R6379 bit 12
#1377	1	регистр R6378 bit 13	#1393	1	регистр R6379 bit 13
#1378	1	регистр R6378 bit 14	#1394	1	регистр R6379 bit 14
#1379	1	регистр R6378 bit 15	#1395	1	регистр R6379 bit 15

**(Примечание 1)** Последние установленные значения системных переменных #1100 - #1135, #1300 - #1395 сохраняются (в 1 или в 0).  
(Они не изменяются даже при выполнении сброса системы.

**(Примечание 2)** Действует следующее правило, если любая другая цифра, кроме 1 или 0, задана в переменных #1100 - #1131, #1300 - #1395 :  
<Пусто> распознается как 0.  
Любая цифра кроме 0 и <Пусто> считается 1.  
Любое значение, меньше 0.00000001, считается неопределенным.





#### Коррекция инструмента

Данные по инструменту могут быть считаны и заданы с помощью переменных.

	Диапазон номеров переменных		Подробное описание
	#1120 TofVal=0	#1120 TofVal=1	
#10001 по #10000+n	#2001 по #2000+n	#2701 по #2700+n	Величина коррекции по оси X
#11001 по #11000+n	#2701 по #2700+n	#2001 по #2000+n	Величина коррекции износа по оси X
#12001 по #12000+n	-		Величина коррекции по дополнительной оси
#13001 по #13000+n	-		Величина коррекции износа по дополнительной оси
#14001 по #14000+n	#2101 по #2100+n	#2801 по #2800+n	Величина коррекции по оси Z
#15001 по #15000+n	#2801 по #2800+n	#2101 по #2100+n	Величина коррекции износа по оси Z
#16001 по #16000+n	#2201 по #2200+n	#2901 по #2900+n	Величина коррекции радиуса
#17001 по #17000+n	#2901 по #2900+n	#2201 по #2200+n	Величина коррекции износа радиуса
#18001 по #18000+n	#2301 по #2300+n		Величина коррекции вершины

n в таблице обозначает номер инструмента. Максимальное значение n равно количеству наборов коррекций инструмента.

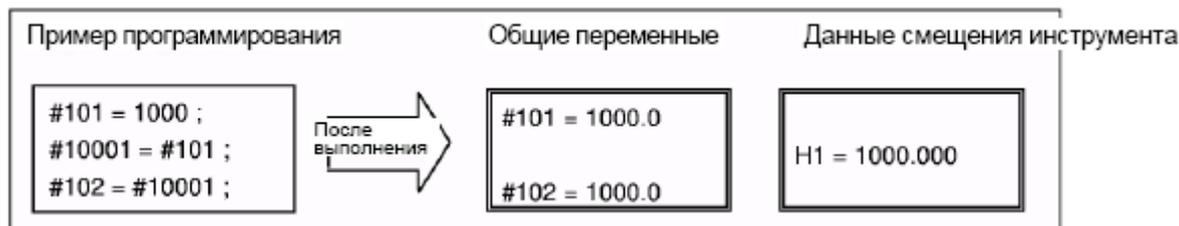
Могут использоваться номера из диапазона #10000 либо из диапазона #2000.

Данные по инструменту представляются как данные с десятичной точкой, точно так же, как и другие переменные.

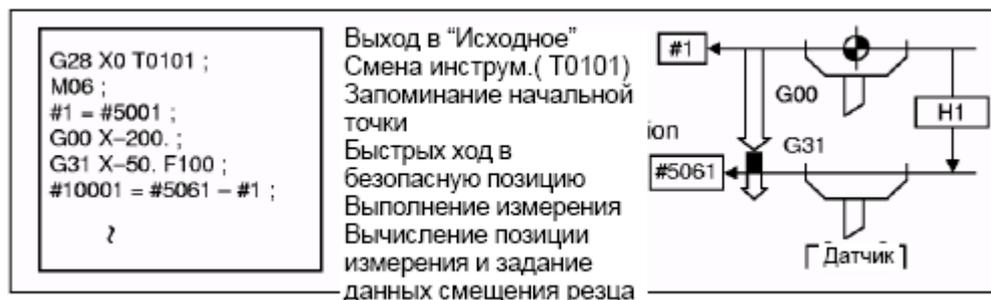
Если в программе задано "# 10001=1000;", то данным присвоится значение 1000.000.

Коррекция инструмента по дополнительной оси может быть выполнена только для 3-ей или 4-ой оси, что выбирается параметром "#1520 TchG34".

Соответствие переменных с адресом, большим #2000, данным по той или иной коррекции инструмента может быть изменено с помощью параметра "#1122 TofVal".



(Пример 1) Расчет и задание данных смещения инструмента



**(Примечание 1)** В примере 1 не учитывается задержка при получении сигнала касания. #5001 – это координата начальной точки по оси X, а #5061 – координата точки касания по оси X. При этом производится индикация позиции, в которой принимается сигнал касания при выполнении G31.

**(Примечание 2)** Для многоканальных систем

Каждый канал системы может иметь свои собственные данные инструментов, или каналы могут совместно использовать общие данные инструментов. Это определяется параметром (#1051 MemTol).

Параметр #1051 MemTol    0 : Данные инструментов свои для каналов системы.  
                                  1 : Данные инструментов общие для каналов системы.

Если каналы системы используют общие данные инструментов, то прочитанные и записанные значения для переменных смещений инструментов всех каналов системы будут одинаковы (при задании той же переменной).

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Смещение системы координат детали

Используя переменные с номерами #5201 по #532n, возможно считывать данные о смещении системы координат детали и менять эти значения.

**(Примечание)** Количество управляемых осей может быть разным в зависимости от установки параметров. Последний знак в номере переменной соответствует номеру оси управления.

Название	№ оси						Примечания
	1-я ось	2-я ось	3-я ось	4-я ось	...	n-ная ось	
Внешнее смещение системы координат детали	#5201	#5202	#5203	#5204	...	#520n	Величины внешнего смещения системы координат детали.
G54	#5221	#5222	#5223	#5224	...	#522n	Величины смещения системы координат детали.
G55	#5241	#5242	#5243	#5244	...	#524n	
G56	#5261	#5262	#5263	#5264	...	#526n	
G57	#5281	#5282	#5283	#5284	...	#528n	
G58	#5301	#5302	#5303	#5304	...	#530n	
G59	#5321	#5322	#5323	#5324	...	#532n	

#### (Пример 1)

```

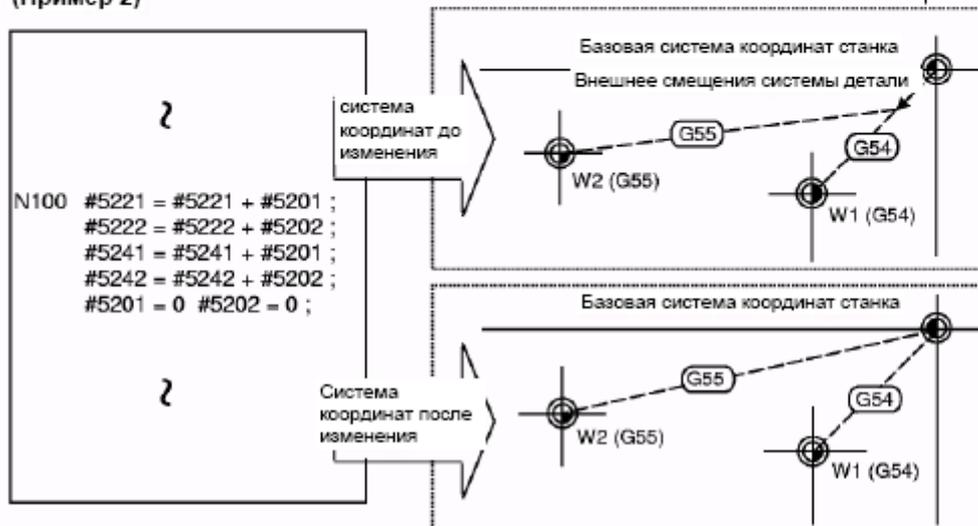
N1 G28 X0 Z0 ;
N2 #5221 = -20. #5223 = -20. ;
N3 G00 G54 X0 Z0 ;
?
N10 #5221 = -10. #5223 = -90. ;
N11 G00 G54 X0 Z0 ;
?
M02 ;
    
```



#### (Пример 2)

```

N100 #5221 = #5221 + #5201 ;
#5222 = #5222 + #5202 ;
#5241 = #5241 + #5201 ;
#5242 = #5242 + #5202 ;
#5201 = 0 #5202 = 0 ;
    
```



Это пример, когда величина внешнего смещения системы координат детали добавляется к значениям смещения системы координат детали (G54, G55) без изменения позиции системы координат детали.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Истекшее время (#3001, #3002)

Время, истекшее с момента включения питания, или время, прошедшее после пуска в автоматическом режиме, может быть считано в переменных 3001 и 3002. Содержимое этих переменных можно изменять.

Тип	Номер переменной	Единицы	Значение при включении питания	Инициализация значения	Условия для счета
Питание ВКЛ	3001	1мс	То же, что и при выключении питания	Значение, установленное в переменной	Все время при включенном питании
Автоматический пуск	3002				При автоматическом пуске

Величина накопленного времени автоматически обнуляется после  $2.44 \times 10^{11}$  мс (примерно 7.7 лет).



#### Отмена стопа в покадровом режиме и отмена ожидания сигнала окончания вспомогательной функции

При задании указанных ниже значений для переменной 3003 возможно отменить останов по концу кадра в последующих кадрах либо перейти к следующему кадру без ожидания сигнала окончания (FIN) вспомогательной функции (M, S, T, B).

#3003	Останов по концу кадра	Сигнал окончания вспомогательной функции
0	Не отменен	Ожидание
1	Отменен	Ожидание
2	Не отменен	Нет ожидания
3	Отменен	Нет ожидания

(Примечание 1) #3003 обнуляется при сбросе системы.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Блокировка подачи, коррекция скорости подачи и G09. Действительны/недействительны

При задании указанных ниже значений для переменной 3004 можно управлять блокировкой подачи, коррекцией скорости подачи и делать функцию G09 действительной или недействительной в последующих кадрах.

#3004 данные (значение)	Бит 0	Бит 1	Бит 2
	Блокировка подачи	Ручная коррекция скорости подачи	G09 контроль
0	Действительна	Действительна	Действительна
1	Недействительна	Действительна	Действительна
2	Действительна	Недействительна	Действительна
3	Недействительна	Недействительна	Действительна
4	Действительна	Действительна	Недействительна
5	Недействительна	Действительна	Недействительна
6	Действительна	Недействительна	Недействительна
7	Недействительна	Недействительна	Недействительна

**(Примечание 1)** #3004 обнуляется при сбросе системы.

**(Примечание 2)** Функции действительны, если значение указанных выше битов равно 0 и недействительны, если равно 1.

**(Примечание 3)** Если в #3004 задано, что останов подачи недействителен, то при нажатии кнопки останова подачи возникнет следующее.

- При нарезании резьбы останов произойдет в конце кадра, следующего за кадром завершения нарезания резьбы.
- В цикле нарезания метчиком останов произойдет после возврата в точку R.
- В остальных случаях останов происходит после завершения выполняемого в данный момент кадра.



#### Стоп с сообщением на дисплей

При использовании переменной 3006 программа может быть остановлена после выполнения предыдущего кадра и на экран может быть выведено заданное сообщение.

##### Формат

**#3006=1 (TAKE FIVE) ;**

1	Фиксированное значение (Если задать другое, на экране ничего не отображается.)
TAKE FIVE	Сообщение

Максимальная длина сообщения не должна превышать 31 символ и сообщение должно быть заключено в круглые скобки.



#### Отображение зеркальности

Считывая значение переменной #3007, можно определить статус зеркальности для каждой оси в данный момент времени.

Оси соответствуют битам #3007. Если бит равен 0, это означает, что отображение в зеркальности недействительно; если бит равен 1, значит зеркальность действительна.

Бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
№ оси													4	3	2	1



## Модальные G - функции

При использовании переменных 4001 - 4021 можно считывать модальные G -команды, заданные в следующем кадре.

Аналогичным образом можно считывать модальные функции в выполняемом кадре при использовании переменных #4201 - #4221.

Номер переменной		Функция
Предварительно считанный кадр	Кадр текущий	
#4001	#4201	Режим интерполяции: G00:0, G01:1, G02:2, G03:3, G33:33
#4002	#4202	Выбор плоскости: G1 7:1 7, G18:18, G19:19
#4003	#4203	Абсолютное/инкрементное задание: G90:90, G91:91
#4004	#4204	Контроль ограничений: G22:22, G23:23
#4005	#4205	Задание подачи: G94:94, G95:95
#4006	#4206	Дюйм/метр: G20:20, G21 :21
#4007	#4207	Коррекция на радиус вершины G40:40, G41 :41, G42:42, G46:46
#4008	#4208	Нет переменной
#4009	#4209	Постоянный цикл: G80:80, G70~79:70~79, G83~G85:83~85, G83.2:83.2, G87~G89:87~89
#4010	#4210	Уровень возврата: G98:98, G99:99
#4011	#4211	
#4012	#4212	Система координат детали: G54~G59:54~59
#4013	#4213	Ускорение/замедление :G61 ~G64:61 -64, G61 .1 :61 .1
#4014	#4214	Модальный вызов макроса: G66:66, G66.1 :66.1 , G67:67
#4015	#4215	
#4016	#4216	Нет переменной
#4017	#4217	Постоянная скорость резания: G96:96, G97:97
#4018	#4218	Сбалансированная резка: G14:14, G15:15
#4019	#4219	
#4020	#4220	
#4021	#4221	

**(Пример)**

```
G29 X0 Z0 ;
G00 X150. Z200;
G65 P300 G02 W-30. K-15. F1000 ;
M02 ;
O300
#1 = #4001 ; → G-функция группы 01 (предварительное чтение) #1 = 2.0
#2 = #4201 ; → G-функция группы 01 (текущий кадр) #2 = 0.0
G#1 W#24 ;
M99;
%
```

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Прочие модальные функции

При использовании переменных #4101 - #4120 можно считывать модальные команды, заданные в предыдущем кадре.

Аналогичным образом можно считывать модальные команды в текущем кадре при использовании номеров переменных #4301 - #4320.

№ переменной		Модальная информация	№ переменной		Модальная информация
Предв. чтение	Текущий кадр		Предв. чтение	Текущий кадр	
#4101	#4301		#4111	#4311	
#4102	#4302		#4112	#4312	
#4103	#4303		#4113	#4313	Вспомогат. функция М
#4104	#4304		#4114	#4314	№ кадра
#4105	#4305		#4115	#4315	№ программы О
#4106	#4306		#4116	#4316	
#4107	#4307		#4117	#4317	
#4108	#4308		#4118	#4318	
#4109	#4309	Величина подачи F	#4119	#4319	Функция шпинделя S
#4110	#4310		#4120	#4320	Функция инструмента Т



#### Информация о позиции

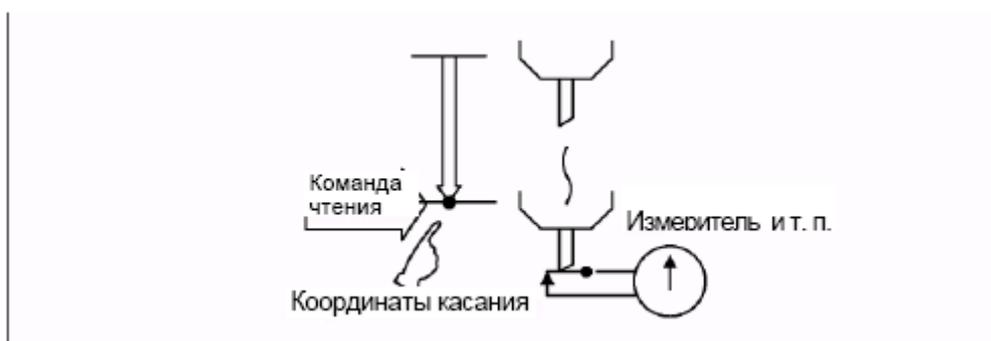
При использовании переменных #5001 - #5104 можно считывать величины рассогласования сервосистемы, величины смещений инструмента, координаты касания, координаты в системах координат станка и детали, координаты конечной точки в непосредственно предшествующем кадре.

№ оси	Данные позиции	координаты конечной точки в непосредственно предшествующем кадре	Координаты в системе координат станка	Координаты в системе координат детали	Координаты касания (измерения)	величины смещений инструмента	Величина рассогласования сервосистемы
1		#5001	#5021	#5041	#5061	#5081	#5101
2		#5002	#5022	#5042	#5062	#5082	#5102
3		#5003	#5023	#5043	#5063	#5083	#5103
4		#5004	#5024	#5044	#5064	#5084	#5104
:		:	:	:	:	:	:
n		#5000+n	#5020+n	#5040+n	#5060+n	#5080+n	#5100+n
Примечание (чтение во время движения)		Да	Нет	Нет	Да	Нет	Да

**(Примечание)** Количество управляемых осей определяется параметрами NC. Последний знак в номере переменной соответствует номеру управляемой оси.



- (1) Координаты конечной точки и точки касания это координаты в системе координат детали.
- (2) Координаты конечной точки и точки касания, величины рассогласования сервосистемы могут быть считаны во время движения. Однако, предварительно необходимо убедиться, что движение остановлено перед считыванием текущей позиции в системах координат станка и детали.
- (3) При получении сигнала касания в кадре с G31 индицируются координаты точки касания. Координаты конечной точки индицируются, если сигнал касания не был получен. (Для получения более подробной информации смотри раздел по измерению длины инструмента.)



- (4) Позиция вершины инструмента без учета смещения инструмента и других аналогичных данных индицируется как позиция конечной точки. Позиция инструмента для точек в системах координат станка и детали и точки касания индицируется с учетом смещения инструмента.



Для ●, проверить останов и выполнить чтение.  
 Для ○, чтение возможно во время движения.

Координаты точки, в которой получен сигнал касания, являются координатами в системе координат детали. Значения координат фиксируются в переменных #5061 - #5064 в момент получения сигнала касания при движении, и они могут быть считаны позже в любое удобное время.

Для получения более подробной информации смотри раздел с описанием функции измерения.



## Задание имени переменной

Любое имя (имя переменной) может быть задано для общих переменных #500 - #519. Оно должно состоять не более чем из 7 буквенно-цифровых символов и должно начинаться с буквы. Нельзя использовать "#" в имени переменной. Если данный символ используется, будет выдан аварийный сигнал во время выполнения.

## Формат

```
SETVn [NAME1, NAME2, ...];
```

n	Начальный номер переменных, для которых задается имя
NAME1	#n имя (имя переменной)
NAME2	#n + 1 имя (имя переменной)

Имена переменных всегда разделяются запятой (,).

## Подробное описание

- (1) После задания имени переменной, данное имя сохраняется даже после выключения электропитания.
- (2) Переменные в программе вызываются по именам переменных. В таких случаях переменные должны быть заключены в квадратные скобки.  
(Пример 1) G01X [#POINT1];
- (3) Номера, имена и данные переменных отображаются на дисплее.  
(Пример 2)

Программа... SETVN500 [A234567, DIST, TOOL25];

[общие переменные]		
#500	-12345.678	A234567
#501	5670.000	DIST
#502	-156.500	TOOL25
~~~~~		
#518	10.000	NUMBER
Общая переменная	#(502) DATA (-156.5) NAME (TOOL25)	

(Примечание) Нельзя использовать в начале имени переменной наборы символов (SIN, COS, и т.д.) заданные в устройстве NC для использования в качестве операторов.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.9. Макрокоманды пользователя



#### Величина смещения системы координат детали

Величина внешнего смещения системы координат детали может быть считана из переменных #2501 - #2601.

Изменяя значения данных переменных, можно менять величину смещения системы координат детали.

№ оси	Величина смещения системы координат детали
1	#2501
2	#2601



#### Количество циклов обработки детали

Количество циклов обработки детали можно считать из переменных #3901 и #3902.

Изменяя значения этих переменных, можно менять количество рабочих циклов обработки детали.

Тип	№ переменной	Диапазон командных значений
Количество рабочих циклов	#3901	0 - 999999
Максимальное количество рабочих циклов	#3902	

**(Примечание)** Для ввода количества рабочих циклов следует использовать положительные значения.



#### Контроль за ресурсом стойкости инструмента

##### (1) Задание номеров переменных

(a) Задание номера группы.

#60000

Номер группы данных ресурса стойкости инструмента, которые считываются из #60001 - #64700, задается данной переменной. Если номер группы не задан, будут считываться данные группы, которая была зарегистрирована первой. Данные остаются действительными до сброса.

(b) Номер системной переменной контроля ресурса стойкости инструмента.

(Чтение) #60001 - #64700

# [?] [?] [?] [?] [?]



№ переменной или тип данных

Класс данных

Управление ресурсом стойкости инструмента

(c) Подробное описание классификации данных

Класс	система М	система L	Примечания
00	Для управления	Для управления	Смотри следующие типы
05	№ группы	№ группы	Смотри регистрационный №
10	№ инструмента	№ инструмента	Смотри регистрационный №
15	Флаг данных инструмента	Метод	Смотри регистрационный №
20	Статус инструмента	Статус	Смотри регистрационный №
25	Данные ресурса стойкости	Время стойкости /Количество раз	Смотри регистрационный №
30	Данные использования	Время использования/ Кол-во применений	Смотри регистрационный №
35	Данные коррекции по длине инструмента	-	Смотри регистрационный №
40	Данные коррекции на радиус инструмента	-	Смотри регистрационный №
45	Дополнительные данные	-	Смотри регистрационный №

№ группы, метод системы L и данные ресурса стойкости являются общими для группы.

(d) № регистрации.

Система М	1 - 200
Система L	1 - 16

(e) Тип данных

Тип	Система М	Система L	Примечания
1	Кол-во зарегистрированных резцов	Кол-во зарегистрированных резцов	
2	Текущее значение ресурса	Текущее значение ресурса	
3	№ выбранного инструмента	№ выбранного инструмента	
4	Кол-во оставшихся зарегистрированных резцов	Кол-во оставшихся зарегистрированных резцов	
5	Сигнал выбора (работы)	Сигнал выбора (работы)	
6	Совокупное значение времени обработки (минут)	Совокупное значение времени обработки (минут)	
7	Сигнал окончания ресурса стойкости	Сигнал окончания ресурса стойкости	
8	Сигнал прогноза ресурса стойкости	Сигнал прогноза ресурса стойкости	

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

№ перемен	Элемент	Тип	Подробное описание	Диапазон данных
60001	Кол-во зарегистрированных резцов	Общие для систем	Общее количество резцов, зарегистрированных в каждой группе.	0 - 80
60002	Текущее значение ресурса стойкости	для каждой группы (задать номер группы. #60000)	Время использования/количество применений используемого инструмента. Данные использования применяемого инструмента (если резец использует несколько корректоров, общее значение данных использования для каждого корректора).	0 - 999999 мин 0 - 999999 раз
60003	№ выбранного инструмента		Регистрационный № используемого инструмента. № регистрации выбранного инструмента заданной группы (Если резец не выбран, первый резец ST:1, либо если ST:1 не используется, первый резец ST:0. Если все резцы достигли предела ресурса стойкости, последний резец).	0 - 16
60004	Кол-во оставшихся зарегистрированных резцов		Общее количество "пригодных для использования" резцов в группе. Количество резцов, зарегистрированных в заданной группе, для которой ST равно 0: Не используется.	0 - 16
60005	Сигнал выбора (работы)		"1 " если данная группа используется в выполняемой программе. "1 " если выбран резец в заданной группе.	0/1
60006	Совокупное значение времени резки (мин.)		Обозначает время, в течение которого данная группа использовалась при выполнении программы.	
60007	Сигнал окончания ресурса стойкости		"1 " если все резцы в данной группе достигли предела ресурса стойкости. "1" если все резцы, зарегистрированные в данной группе, достигли предела ресурса стойкости.	0/1
60008	Сигнал прогноза ресурса стойкости		"1 " если новый резец выбирается следующей командой в данной группе. "1 "если присутствует резец, для которого ST равно 0: не используется среди резцов, зарегистрированных в данной группе, и нет резцов, для которых ST равно 1: Резцы используются.	0/1

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

№ переменной	Элемент	Тип	Подробное описание	Диапазон данных
60500 +***	№ группы	Каждая группа/ № регистрации. (№ группы. #60000/ № регистрации. *** задан.)  Примечание: № группы, метод и ресурс стойкости являются общими для групп.	№ данной группы.	1 - 9999
61000 +***	№ инструмента		№ инструмента и № коррекции № инструмента + № коррекции. (Если № инструмента = 22, а № коррекции = 01, то 2201=899H)	0 - 9999
61500 +***	Метод		Будет ли выполняться управление ресурсом стойкости данной группы как время или количество применений. 0: Время, 1 : Количество применений	0/1
62000 +***	Статус		Состояние использования инструмента 0: Неиспользуемый резец 1 : Используемый резец 2: Резец со стандартным ресурсом стойкости 3: Измерительный инструмент	0 - 3
62500 +***	Время ресурса / Количес		Значение ресурса стойкости инструмента данной группы	0 - 999999 мин 0 - 999999 раз
63000 +***	Время использования/ Кол-во раз			0 - 999999 мин 0 - 999999 раз
63500 +***	—			
64000 +***	—			
64500 +***	—			



## Пример программы

**(1) Стандартные команды**

#101 = #60001 ; Считывает количество зарегистрированных резцов.  
 #102 = #60002 ; Считывает текущее значение ресурса стойкости.  
 #103 = #60003 ; Считывает номер выбранного инструмента.  
 #60000 = 10 ; Задаёт номер группы данных ресурса стойкости инструмента.  
 #104 = #60004 ; Считывает остаточное количество зарегистрированных резцов в группе 10.  
 #105 = #60005 ; Считывает сигнал работы в группе 10.  
 #111 = #61001 ; Считывает номер инструмента группы 10, #1.  
 #112 = #62001 ; Считывает статус инструмента группы 10, #1.  
 #113 = #61002 ; Считывает номер инструмента группы 10, #2  
 %

Заданный № программы действует до сброса.

**(2) Если № группы не задан**

#104 = #60004 ; Считывает оставшееся количество зарегистрированных резцов, в первой зарегистрированной группе.  
 #111 = #61001 ; Считывает № инструмента #1 в группе, зарегистрированной первой.  
 %

**(3) Если задан № незарегистрированной группы (Группа 9999 не существует.)**

#60000 = 9999 ; Задаёт № группы.  
 #104 = #60004; #104 = -1.

**(4) Если задан неиспользуемый № регистрации (Группа 10 имеет 15 резцов)**

#60000 = 10 ; ..... Задаёт № группы  
 #111 = #61016; ..... #101 = -1.

**(5) Если задан № регистрации вне допустимых пределов**

#6000 = 10;  
 #111 = #61017; "P241 NO VARI NUMBER"

**(6) Если данные управления ресурсом стойкости инструмента заданы командой G10, после того как задан № группы**

#60000 = 10 ; ..... Задаёт № группы  
 G10 L3 ; ..... Начинает регистрацию данных управления ресурсом стойкости  
 P10 LLn NNn ; ..... 10 - № группы., Ln – ресурс стойкости инструмента,  
 Nn - метод.  
 TTn ; ..... Tn - № инструмента  
 :

Данные ресурса стойкости группы 10 зарегистрированы.

G11 ; ..... Регистрирует данные группы 10 при помощи команды G10  
 #111 = #61001 ; .... Считывает № инструмента группы 10, #1.  
 G10 L3 ; ..... Начинает регистрацию данных управления ресурсом стойкости.  
 P1 LLn NNn ; ..... 1 - № группы., Ln – ресурс стойкости инструмента,  
 ..... Nn - метод.  
 TTn ; ..... Tn - № инструмента.  
 G11 ; ..... Регистрирует данные ресурса стойкости при помощи команды G10.

Данные ресурса стойкости группы, отличной от 10, зарегистрированы.

(Зарегистрированные данные удаляются.)  
 #111 = #61001 ; ..... Группа 10 не существует. #111 = -1.



#### Меры предосторожности

- (1) Если переменная системы управления ресурсом стойкости инструмента задана без назначения номера группы, считываются данные группы, зарегистрированной первой.
- (2) Если задан номер незарегистрированной группы и задана переменная системы управления ресурсом стойкости инструмента, то "-1" будет считано в качестве данных.
- (3) Если задана переменная системы управления ресурсом стойкости инструмента с неиспользуемым номером регистрации, то "-1" будет считано в качестве данных .
- (4) После задания номер группы остается действительным до выполнения сброса устройства NC.
- (5) Если параметры управления ресурсом стойкости инструмента I заданы в системе L, параметры переменной системы управления ресурсом стойкости инструмента не будут задаваться. Если они заданы, выводится ошибка программирования (P241).



## Считывание параметров

Системные данные могут быть считаны только через системные переменные.

**(Примечание)** Это возможно только для некоторых моделей.

№ переменной.	Применение
#100000	Задание № параметра
#100001	Задание № канала системы
#100002	Задание № оси/№ шпинделя
#100010	Считываемое значение параметра

Значения параметра считываются при помощи следующих четырех системных переменных.

#100000 = 1001 ;      Задаёт # параметра.  
 #100001 = 1 ;         Задаёт № системы .  
 #100002 = 1 ;         Задаёт № оси./№ шпинделя  
 #100 = #100010 ;     Считывает значение параметра.

**(1) Задание № параметра (#100000)**

Номер считываемого параметра задается в этой системной переменной.

Если номер не задан, то будет считываться параметр с минимальным номером (#1).  
 Однажды заданный номер параметра сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание номера, либо пока не будет выполнен сброс системы.  
 Выдается ошибка программирования (P39), если задан не существующий № параметра.

**(2) Задание номера канала системы (#100001)**

(a) Системная переменная для задания номера канала системы.

Номер системы, в которой находится считываемый параметр, задается индексным значением этой системной переменной. Задание будет игнорироваться, если считываемый параметр находится не в заданном канале системы.

Если номер системы не задан, считывание параметров будет производиться так, как будто задано значение 0 (текущий канал системы). Номер системы сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание номера, либо пока не будет выполнен сброс системы.

Выдается ошибка программирования (P39), если задан номер несуществующего канала системы.

(b) Индексные значения

Индексное значение	Выбираемый канал системы
0	Текущий канал системы
1	1-й канал системы
2	2-й канал системы
3	-
:	-
9	-
10	Ось PLC

**(3) Задание номера оси / шпинделя (#100002)**

- (a) Системная переменная для задания номера оси / номера шпинделя.  
 Номер оси / номер шпинделя, к которым относится считываемый параметр, задается индексным значением этой системной переменной. Задание будет игнорироваться, если считываемый параметр не существует для заданной оси или шпинделя.  
 Индексное значение параметра оси является значением, заданным в канале системы, номер которой записан в переменной #100001.  
 Таким образом при чтении параметров другого канала системы следует повторно задать номер канала системы.  
 Индексные значения параметров шпинделя не зависят от номера канала системы.  
 Если этот номер не задан, то параметры будут считаны так же, как если бы индексное значение равнялось «1» (1-я ось / 1-й шпиндель в заданном канале системы). Однажды заданное индексное значение действительно до следующего задания или сброса системы.  
 Выдается ошибка программирования (P39), если задан номер несуществующей оси / шпинделя.

**(b) Индексные значения**

Индексные значения	Параметр оси	Параметр шпинделя
1	1-я ось	1-й шпиндель
2	2-я ось	2-й шпиндель
3	3-я ось	3-й шпиндель
4	4-я ось	4-й шпиндель
5	5-я ось	-
6	6-я ось	-

**(4) Считываемое значение параметра (#100010)**

Значение параметра считывается из этой системной переменной.  
 Следующие данные считываются в зависимости от типа параметра.

Тип	Считываемые данные
Значение	Выводятся значения, отображаемые в меню параметров
Текст	ASCII коды преобразуются в десятичные величины.



## Пример программ для чтения параметров

## (1) Для чтения параметра в каналах системы [#1002 axisno Количество осей]

```
#100000 = 1002 ;      Задает [#1002].
#100001 = 1 ;        Задает [1-й канал системы]
#101 = #100010 ;     Считывает количество осей в канале 1 системы.
#100000 = 1002 ;     Задает [#1002].
                    (может быть опущено, т.к. параметр # тот же)
#100001 = 2 ;        Задает [2-й канал системы]
#102 = #100010 ;     Считывает количество осей в канале 2 системы.
#100001 = 5 ;        Задает [5-й канал системы]. (Возникает ошибка
                    программирования P39)
#100001 = 10 ;       Задает [Ось PLC].
#110 = #100010 ;     Считывает количество осей PLC.
```

## (2) Для чтения параметра оси [#2037 G53ofs #1 референтная точка]

[Условия]	[1-й канал системы]		[2-й канал системы]	
	<1-я ось>	<2-я ось>	<1-я ось>	<2-я ось>
#2037G53ofs	100.000	200.000	300.000	400.000

[Программа 1-го канала системы]

```
#100002 = 1 ; ..... Задает [1-ю ось].
#100000 = 2037 ; ..... Задает [#2037].
#101 = #100010 ; ..... Считывает [#1 исходная точка] для 1-й оси.
                    (#101 = 100.000.)
#100002 = 2 ; ..... Задает [2-ю ось].
#102 = #100010 ; ..... Считывает [#1 исходная точка] для 2-й оси.
                    (#102 = 200.000.)
#100001 = 2 ; ..... Задает [2-й канал системы].
#100002 = 1 ; ..... Задает [1-ю ось].
#201 = #100010 ; ..... Считывает [#1 исходная точка] для 1-й оси во 2-ом
                    канале системы. (#201 = 300.000.)
```

[Программа 2-го канала системы]

```
#100002 = 1 ; ..... Задает [1-ю ось].
#100000 = 2037 ; ..... Задает [#2037].
#101 = #100010 ; ..... Считывает [#1 исходная точка] для 1-й оси.
                    (#101 = 300.000.)
#100002 = 2 ; ..... Задает [2-ю ось].
#102 = #100010 ; ..... Считывает [#1 исходная точка] для 2-й оси.
                    (#102 = 400.000.)
#100001 = 1 ; ..... Задает [1-й канал системы].
#100002 = 1 ; ..... Задает [1-ю ось].
#201 = #100010 ; ..... Считывает [#1 исходная точка] для 1-й оси во 2-ом
                    канале системы. (#201 = 100.000.)
```

**(3) Чтение конкретного параметра в конкретной системе, оси и шпинделе**

#100002 = 1 ; .....Задаёт [1-й шпиндель].  
 #100000 = 3001 ; .....Задаёт [#3001].  
 #101 = #100010 ; .....Считывает [#3001 slimt1 Предельная скорость вращения для передачи 00] для 1-го шпинделя.  
 #100000 = 3002 ; .....Задаёт [#3002].  
 #102 = #100010 ; .....Считывает [#3002 slimt2 Предельная скорость вращения для передачи 01] для 1-го шпинделя.  
 #100002 = 2 ; .....Задаёт [2-й шпиндель].  
 #100000 = 3001 ; .....Задаёт [#3001].  
 #201 = #100010 ; .....Считывает [#3001 slimt1 Предельная скорость вращения для передачи 00] для 2-го шпинделя.  
 #100000 = 3002 ; .....Задаёт [#3002].  
 #202 = #100010 ; .....Считывает [#3002 slimt2 Предельная скорость вращения для передачи 01] для 2-го шпинделя.

**(4) Чтение параметра текстового типа [#1169 system name (Название канала системы)]**

[Условия]	[1-канал системы]	[1-канал системы]
#1169 system name	SYS1	SYS2
#100000 = 1169 ;	Задаёт #1169.	
#100001 = 1 ;	Задаёт 1-й канал системы.	
#101 = #100010 ;	Получается #101 = 1398362929(0x53595331).	

**Пример макропрограммы чтения параметра****<Определение макрокоманды>**

Q341 A\_ Q\_ . ;  
 A\_   Задание общей переменной   Задаёт № общей переменной для хранения считываемых данных  
 Q\_   Задание параметра           Для параметра оси/шпинделя задаёт № оси/шпинделя с одним знаком после десятичной точки.

**< Тело макрокоманды>**

#100000 = FIX [#17] ;                   Задаёт № параметра  
 #100002 = FIX [#17\*10] MOD 10 ;    Задаёт № оси/шпинделя  
 #[#1] = #100010 ;                   Считывает данные параметра.  
 M99 ;

**Меры предосторожности для чтения параметров**

- (1) Количество каналов системы, осей и шпинделей определяется конфигурацией системы.
- (2) Функция переключения метр/дюйм для настройки и индикации действительна также и для считываемых данных.



## Чтение данных PLC

Данные PLC могут считываться через системные переменные.

**(Примечание 1)** Это возможно только для некоторых моделей.

**(Примечание 2)** Чтение данных PLC ограничено.

№ переменной	Применение
#100100	Задание типа данных
#100101	Задание номера операнда
#100102	Задание количества байтов для чтения
#100103	Задание бита для чтения
#100110	Данные от PLC

Данные PLC считываются при помощи следующих пяти системных переменных.

#100100 = 1 ; ..... Задается тип данных.

#100101 = 0 ; ..... Задается номер операнда.

#100102 = 1 ; ..... Задается количество байт.

#100103 = 2 ; ..... Задается бит. (Действительно только при чтении данных со словной размерностью.)

#100 = #100110; ..... Считываются данные от PLC

**(1) Задание типа данных (#100100)**

(а) Системная переменная для задания типа данных

Тип считываемых данных задается в этой системной переменной.

Если тип не задан, то будут считываться данные, соответствующие минимальному заданию (0: M). Однажды заданный, тип данных сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание типа, либо пока не будет выполнен сброс системы.

Выдается ошибка программирования (P39), если задан несуществующий тип данных.

(b) Значения задания типа данных

Значение задания	Устройство (операнд)		Значение задания	Устройство (операнд)			
	Ед-цы	Номера операндов		Ед-цы	Номера операндов		
0	M	Бит	M0 – M10239	10	F	Бит	F0 – F1023
1	D	Слово	D0 – D2047	13	L	Бит	L0 – L511
2	C	Бит	C0 – C255	18	V	Бит	V0 – V255
4	X*	Бит	X0 – X1FFF	19	ST	Бит	ST0 – ST63
5	Y*	Бит	Y0 – Y1FFF	20	SD	Слово	SD0 – SD127
6	R	Слово	R0 – R13311	21	SB*	Бит	SB0 – SB1FF
7	T	Бит	T0 – T703	22	SW*	Слово	SW0 – SW1FF
9	SM	Бит	SM0 - SM127	23	B*	Бит	B0 – B1FFF
				24	W*	Слово	W0 - W1 FFF

"Слово" - 16 двоичных разрядов, а "Бит" – один двоичный разряд.

\* - тип операндов, адреса которых имеют шестнадцатеричный вид.

**(2) Задание номера операнда (#100101)**

Номер считываемого операнда задается в этой системной переменной.

При задании операнда, чей номер имеет шестнадцатеричный вид, преобразуйте номер в десятичный вид.

Если номер операнда не задан, то будут считываться данные, соответствующие минимальному номеру ("0"). Однажды заданный, номер операнда сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание номера, либо пока не будет выполнен сброс системы.

Выдается ошибка программирования (P39), если задан несуществующий номер операнда.

**(3) Задание количества байт (#100102)**

(а) Системная переменная для задания количество байт для чтения.

Объем считываемых данных определяется заданием количества байт в этой системной переменной.

Если эта переменная не задана, то данные будут считываться так, как если бы было задано минимальное значение количества байт(0 : задание бита). Однажды заданное количество байт, сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание количество, либо пока не будет выполнен сброс системы.

Выдается ошибка программирования (P39), если в задано несуществующее для данного типа данных количество байт.

(b) Значение задания количества байт

Значение задания кол-ва байтов	Данные чтения			Операция	
	Размер	Знак	Диапазон	Данные со словной организацией	Данные с битовой организацией
0	1 бит	-	0 - 1	Считывается заданное количество	Считываются биты из операнда с заданным номером
1	1 байт	Нет	0 - 255	Считывается младший байт	8 бит считываются, начиная от операнда с заданным номером
101		Да	-128 - 127		
2	2 байт	Нет	0 - 65535	Считываются два байта	16 бит считываются, начиная от операнда с заданным номером
102		Да	-32768 - 32767		
4	4 байта	Нет	0 - 4294967295	Считывается заданный операнд (L) и следующий операнд (H)	32 бита считываются, начиная от операнда с заданным номером
104		Да	-2147483648 - 2147483647		

0 - 4 задание без знака, а 101 - 104 задание со знаком.

**(4) Задание бита (#100103)****(a) Системная переменная задания бита для чтения**

Номер считываемого бита задается в данной системной переменной.

Задание является действительным только при считывании битов из 16-битного операнда, и является не действительным во всех остальных случаях.

Если эта переменная не задана, то данные будут считываться так, как если бы было задано минимальное значение при задании бита (0 : бит 0). Однажды заданный номер бита, сохраняется до тех пор, пока не будет произведено повторное задание номера, либо пока не будет выполнен сброс системы.

Выдается ошибка программирования (P39), если задан несуществующий бит.

**(b) Значения задания бита**

<b>Значение задания бита</b>	<b>Бит для чтения</b>
0	бит 0
1	бит 1
:	:
15	бит 15

**(5) Чтение данных PLC (#100110)**

Данные заданного операнда считываются из этой системной переменной.

Смотри таблицу для задания количества байт для получения подробной информации по диапазону считываемых данных.



## Примеры программ чтения данных PLC

**(1) Чтение битового операнда**

#100100 = 0 ; ..... Задается тип данных M.  
#100101 = 0 ; ..... Задается номер операнда 0.  
#100102 = 0 ; ..... Задается бит.  
#100 = #100110 ; ..... Считывает M0 (один бит).  
#100102 = 1 ; ..... Задается 1 байт.  
#101 = #100110 ; ..... Считывается с M0 по M7 (восемь бит).  
(если с M7 по M0 равно 0001 0010, будет #102 = 18 (0x12).)  
#100102 = 102 ; ..... Задается два байта со знаком.  
#102 = #100110 ; ..... Считывается с M0 по M15 (16 бит).  
(если с M15 по M0 равно 1111 11101101 1100, будет  
#102 = -292(0xFEDC).)  
#100102 = 4 ; ..... Задается 4 байта.  
#104 = #100110 ; ..... Считывается с M0 по M31 (32 бита).  
(Если с M31 по M0 равно 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000, будет  
#104 = 305419896 (0x12345678).)

**(2) Чтение операнда со словной разрядностью**

#100100 = 1 ; ..... Задается тип данных D .  
#100101 = 0 ; ..... Задается номер операнда 0.  
#100102 = 0 ; ..... Задается бит.  
#100103 = 1 ; ..... Задается бит 1.  
#100 = #100110 ; ..... Считывается D0 бит 1.  
(если D0 = 0x0102, будет #101 =1.)  
#100102 = 1 ; ..... Задается 1 байт.  
#101 = #100110 ; ..... Считывается байт младшего разряда D0.  
(если D0 = 0x0102, будет #101 =2.)  
#100102 = 2 ; ..... Задается 2 байта.  
#102 = #100110 ; ..... Считывается D0. (если D0 = 0x0102, будет #102 =258.)  
#100102 = 104 ; ..... Задается [четыре байта со знаком].  
#104 = #100110 ; ..... Считывается D0 и D1.  
(Если D0 = 0xFFFFE, а D1 = 0xFFFF, будет #104 =-2.)



## Примеры использования макропрограммы для чтения данных PLC

## &lt;Определение макрокоманды&gt;

G340 F\_ A\_ Q\_ H\_ ;

F\_      Задание количества байт

A\_      Задание типа данных

Q\_      Задание номера операнда

H\_      Общая переменная

F0...    Задается бит

F1...    Задается один байт

F2...    Задается два байта

A0...    Задается M.

A1...    Задается D.

A2      Задается C.

A3      Задается G.

A4      Задается X.

A5      Задается Y.

A6      Задается R.

A7      Задается T.

Для бита номер задается с двумя знаками  
после десятичной точки .

Для байта десятичная точка не задается

Задается номер общей переменной для хранения  
данных чтения.

## &lt;Тело макрокоманды&gt;

#100100 = #1 ;

#100101 = FIX [#17] ;

#100102 = #9 ;

#100103 = FIX [#17 \* 100] MOD 100 ;

#[#11] = #100110 ;

M99 ;

Задается тип данных.

Задается номер операнда.

Задается количество байт.

Задается бит.

Считываются данные PLC.



## Меры предосторожности при чтении PLC данных

- (1) Так как данные PLC считываются асинхронно относительно выполнения программы логики PLC (программы пользователя PLC), то считанные величины могут не соответствовать реальным значениям. Следует обращать на это внимание при считывании данных, изменяющихся в процессе выполнения программы PLC.
- (2) Если при задании номера операнда и количества байт в этот диапазон попадут несуществующие операнды, то значение 0 будет считано только для несуществующих операндов.



## Считывание переменных времени

Следующие операции могут выполняться в макрокомандах пользователя с использованием системных переменных времени.

- (1) Системные переменные данных времени #3011 и #3012 (текущая дата #3011 и текущее время #3012) могут быть считаны и перезаписаны.
- (2) Через параметр #1273/bit1, можно изменять единицы измерения (миллисекунды / часы) истекшего времени с момента автоматического пуска (системная переменная #3002).

№ переменной	Подробное описание
#3001	Величина истекшего времени с момента включения питания может считываться и перезаписываться. Единицы измерения - миллисекунды.
#3002	Величина истекшего времени с момента пуска в автоматическом режиме может считываться и перезаписываться. Единицы измерения (миллисекунды / часы) можно менять через параметр #1273/bit1.
#3011	Может производиться чтение и запись текущей даты. YYYY/MM/DD считывается как значение YYYYMMDD. Если произведена запись значения YYYYMMDD, оно будет задано как YY/MM/DD (на экран выводятся две последние цифры года). Диапазон командных значений для настройки года/месяца/даты Год (YYYY) : 2000 - 2099 Месяц (MM) : 1 - 12 Дата (DD) : 1 – максимальное количество дней в месяце
#3012	Может производиться чтение и запись текущего времени. HH/MM/SS считывается как значение HHMMSS. Если произведена запись значения HHMMSS, оно будет задано как HH/MM/SS. Диапазон командных значений для настройки часа/минуты/секунды Час(HH) : 0 - 23 (24-часовая система) Минута (MM) : 0 - 59 Секунда (SS) : 0 - 59

- (3) Совокупное время обнуляется по истечении  $2.44 \times 10^{11}$  миллисекунд (примерно 7.7 лет).
- (4) Если для совокупного времени задано отрицательное значение либо значение, превышающее 244335917226 миллисекунд (67871.08811851 часов для задания времени #3002), выдается ошибка программирования (P35).
- (5) Если значение, выходящее за пределы возможного диапазона значений, задано для даты или времени, выдается ошибка программирования (P35)
- (6) Всегда следует задавать месяц/дату/час/минуты/секунды в виде двухзначных величин во время настройки даты и времени.  
Если значение состоит из одной цифры, следует всегда добавлять 0. (Февраль 14,2001 => #3001= 20010214 ;, и т.д.)



#### Примеры использования переменной времени

- (Пример 1) Для считывания текущей даты (Февраль, 14-е число, 2001 г) в общую переменную #100.  
#100 = #3011 ; (20010214 помещается в #100)
- (Пример 2) Для записи текущего времени (18 часов, 13 минут, 6 секунд) в системную переменную #3012.  
#3012 = 181306 ; (заданное значение текущего времени ; время задано как 18:13:06.)
- (Пример 3) При использовании следующей программы можно просмотреть начальное / конечное время цикла обработки детали (год/месяц/дата/час/минута/секунда).  
#100=#3011 ; => Начало обработки год/месяц/дата  
#101=#3012; => Начало обработки час/минута/секунда  
G28 X0 Y0 Z0 ;  
G92;  
G0 X50. ;  
:  
:  
#102=#3011 ; => Конец обработки год/месяц/дата  
#103=#3012 ; => Конец обработки час/минута/секунда  
M30 ;



#### Ограничения и меры предосторожности при использовании переменных времени

- (1) #3011 считывает дату как восьмизначное число, поэтому разница между двумя датами не будет измеряться в днях.
- (2) #3012 считывает время как шестизначное число, поэтому разница между двумя величинами времени не будет измеряться в часах.

### 13.9.6. Операционные команды.

Различные операции можно выполнять с переменными.



#### Формат команды

# i = <формула> ;

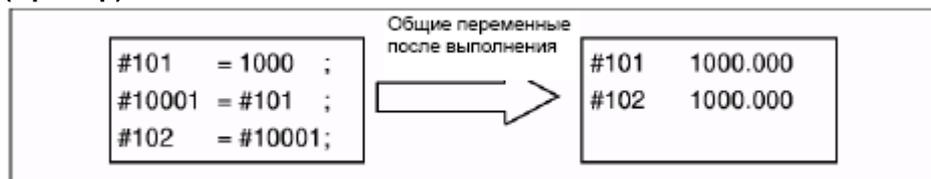
<Формула> является комбинацией констант, переменных, функций и операторов. Вместо # i и # k ниже могут использоваться константы.

(1) Задание и изменение переменных	#i = #j	определение, изменение
(2) Операция сложения	#i = #j + #k	Сложение
	#i = #j - #k	Вычитание
	#i = #j OR #k	Логическая сумма (для каждого бита из 32 бит)
	#i = #j XOR #k	Исключающее OR (для каждого бита из 32 бит)
(3) Операция умножения	#i = #j * #k	Умножение
	#i = #j / #k	Деление
	#i = #j MOD #k	Остаток
	#i = #j AND #k	Логическое произведение (для каждого бита из 32бит)
(4) Функции	#i = SIN [#k]	Синус
	#i = COS [#k]	Косинус
	#i = TAN [#k]	Тангенс $\tan \theta$ использует $\sin \theta / \cos \theta$ .
	#i = AS IN [#k]	Арксинус
	#i = ATAN [#k]	Арктангенс (можно использовать ATAN или ATN)
	#i = ACOS [#k]	Арккосинус
	#i = SORT [#k]	Квадратный корень (можно использовать SORT или SQR)
	#i = ABS [#k]	Абсолютное значение
	#i = BIN [#k]	Преобразование BCD в BIN
	#i = BCD [#k]	Преобразование BIN в BCD
	#i = ROUND [#k]	Округление (можно использовать ROUND или RND)
	#i = FIX [#k]	Сброс дробей менее 1
	#i = FUP[#k]	Округление дробей с добавлением до 1
#i = LN [#k]	Натуральный логарифм	
#i = EXP [#k]	Экспонента (степень с основанием $e=2.718\dots$ )	

**(Примечание 1)** Значение без десятичной точки, как правило, трактуется как значение с десятичной точкой на конце (1 =1.000).

**(Примечание 2)** Величины смещения инструмента, начиная от #10001, и величины смещения системы координат детали, начиная от #5201, рассматриваются как данные с десятичной точкой. Поэтому результаты получаются с десятичной точкой, даже если в переменных были заданы данные без десятичной точки.

**(Пример)**



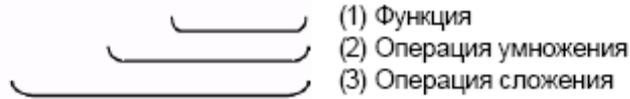
**(Примечание 3)** <Формула> после функции должна быть заключена в квадратные скобки.



## Последовательность операций

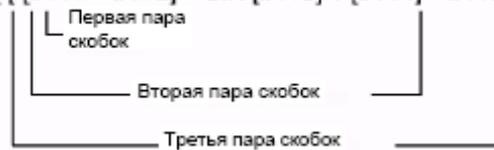
- (1) Последовательность операций (1) - (3) является следующей : за функциями следует операция умножения, за которой по очереди следуют операции сложения.

$$\#101 = \#111 + \#112 * \text{SIN} [\#113]$$



- (2) Часть, которая должна иметь приоритет при выполнении, должна заключаться в скобки. Можно использовать до 5 пар таких скобок, включая скобки для функций.

$$\#101 = \text{SQRT} [ [ [\#111 - \#112] * \text{SIN} [\#113] + [\#114] * \#115] ;$$





## Примеры операций

(1) Основная программа и задание аргумента	G65P100 A10B20. ; #101=100.000 #102=200.000;	#1 10.000 #2 20.000 #101 100.000 #102 200.000	
(2) Назначение и изменение (=)	#1=1000 #2=1000. #3=#101 #4=#102 #5=#5041	#1 1000.000 #2 1000.000 #3 100.000 #4 200.000 #5 -10.000	От общих переменных От уровня смещения
(3) Сложение и вычитание (+,-)	#11=#1+1000 #12=#2-50. #13=#101+#1 #14=#5041-3. #15=#5041+#102	#11 2000.000 #12 950.000 #13 1100.000 #14 -13.000 #15 190.000	
(4) Умножение и деление (*, /)	#21=100*100 #22=100.*100 #23=100*100 #24=100.*100. #25=100/100 #26=100/100 #27=100/100. #28=100/100. #29=#10001*#101 (#10001=-10.) #30=#10001/#102	#21 10000.000 #22 10000.000 #23 10000.000 #24 10000.000 #25 1.000 #26 1.000 #27 1.000 #28 1.000 #29 -1000.000 #30 -0.050	
(5) Остаток (MOD)	#19=48 #20=9 #31=#19 MOD #20	#19/#20 = 48/9 = 5 целых и 3 в периоде #31=3	
(6) Логическая сумма (OR)	#3=100 #4=#3OR14	#3 = 01100100 14 = 00001110 #4 = 01101110 = 110	
(7) Исключающее OR (XOR)	#3=100 #4=#3XOR14	#3 = 01100100 14 = 00001110 #4 = 01101010 = 106	
(8) Логическое произведение (AND)	#9=100 #10=#9 AND 15	#9 = 01100100 15 = 00001111 #10 = 00000100 = 4	

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

(9) Синус (SIN)	#501 = SIN [60] #502 = SIN [60.] #503 = 1000*SIN[60] #504 = 1000*SIN[60.] #505 = 1000.*SIN[60] #506 = 1000.*SIN[60.] (Примечание) SIN [60] эквивалентно SIN [60.]	#501 0.860 #502 0.860 #503 866.025 #504 866.025 #505 866.025 #506 866.025
(10) Косинус (COS)	#541 = COS [45] #542 = COS [45.] #543 = 1 000*COS [45] #544 = 1 000*COS [45.] #545 = 1000.*COS[45] #546 = 1000.*COS[45.] (Примечание) COS [45] эквивалентно COS [45.]	#541 0.707 #542 0.707 #543 707.107 #544 707.107 #545 707.107 #546 707.107
(11) Тангенс (TAN)	#551 = TAN [60] #552 = TAN [60.] #553 = 1 000*TAN [60] #554 = 1000*TAN[60.] #555 = 1000.*TAN[60] #556 = 1000.*TAN[60.] (Примечание) TAN [60] эквивалентно TAN [60.]	#551 1.732 #552 1.732 #553 1732.051 #554 1732.051 #555 1732.051 #556 1732.051
(12) Арксинус ASIN	#531 = ASIN [100.500/201.]; #532 = ASIN [100.500/201]; #533 = ASIN [0.500] ; #534 = ASIN [-0.500] ;	#531 30.000 #432 30.000 #533 30.000 #534 -30.000 (Примечание) Если для #1273/bit0 задано 1 , #534 будет равно 330 .
(13) Арктангенс (ATAN или ATN)	#561 = ATAN [173205/100000] #562 = ATAN [173205/100.] #563 = ATAN [173.205/100000] #564 = ATAN [173.205/100.] #565 = ATAN [1.732]	#561 60.000 #562 60.000 #563 60.000 #564 60.000 #565 59.999
(14) Арккосинус (ACOS)	#521 =ACOS[100./141.421] #522 = ACOS [100./141.421 ]	#521 45.000 #522 45.000
(15) Квадратный корень(SQR или SORT)	#571 = SORT [1000] #572 = SORT [1000.] #573 = SORT [10. *10. +20. *20.] (Примечание) Для увеличения точности использовать внутренние операционные скобки.	#571 31.623 #572 31.623 #573 22.360
(16) Абсолютное значение (ABS)	#576 = -1000 #577 = ABS [#576] #3 = 70. #4 = -50. #580 = ABS [#4 - #3]	#576 -1000.000 #577 1000.000 #580 120.000
(17) BIN, BCD	#1 =100 #11 = BIN [#1] #12 = BCD [#1]	#11 64 #12 256

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

(18) Округление (ROUND или RND)	#21 = ROUND [14/3] #22 = ROUND [1 4./3] #23 = ROUND [14/3.] #24 = ROUND [14./3.] #25 = ROUND [-14/3] #26 = ROUND [-14./3] #27 = ROUND [-14/3.] #28 = ROUND [-14./3.]	#21 #22 5 #23 #24 5 #25 #26 5 #27 #28 5 -5 -5 -5 -5
(19) Сброс дроби после десятичной точки (FIX)	#21 = FIX [14/3] #22 = FIX [14./3] #23 = FIX [14/3.] #24 = FIX [14./3.] #25 = FIX [-14/3] #26 = FIX [-14./3] #27 = FIX [-14/3.] #28 = FIX [-14./3.]	#21 #22 4.000 #23 #24 4.000 #25 #26 4.000 #27 #28 4.000 -4.000 -4.000 -4.000 -4.000
(20) Округление дробей с добавлением до 1 (FUP)	#21 = FUP [14/3] #22 = FUP [14./3] #23 = FUP [14/3.] #24 = FUP [14./3.] #25 = FUP [-14/3] #26 = FUP [-14./3] #27 = FUP [-14/3.] #28 = FUP [-14./3.]	#21 #22 5.000 #23 #24 5.000 #25 #26 5.000 #27 #28 5.000 -5.000 -5.000 -5.000 -5.000
(21) Натуральные логарифмы (LN)	#101 = LN[5] #102 = LN[0.5] #103 = LN [-5]	#101 1.609 #102 -0.693 Ошибка "P282"
(22) Экспоненты (EXP)	#104 = EXP [2] #105 = EXP[1] #106 = EXP [-2]	#104 7.389 #105 2.718 #106 0.135



## Точность операции

Как показано в следующей таблице, ошибки, возникающие при однократном выполнении операции, будут накапливаться при повторении операций.

Формат операции	Средняя ошибка	Макс. ошибка	Тип ошибки
a = b + c a = b - c	$2.33 \times 10^{-10}$	$5.32 \times 10^{-10}$	Min. $ \epsilon/b ,  \epsilon/c $
a = b * c	$1.55 \times 10^{-10}$	$4.66 \times 10^{-10}$	Относительная ошибка $ \epsilon/a $
a = b / c	$4.66 \times 10^{-10}$	$1.86 \times 10^{-9}$	
a = b	$1.24 \times 10^{-9}$	$3.73 \times 10^{-9}$	
a = SIN[b] a = COS [b]	$5.0 \times 10^{-9}$	$1.0 \times 10^{-8}$	Абсолютная ошибка $ \epsilon ^0$
a = ATAN [b/c]	$1.8 \times 10^{-6}$	$3.6 \times 10^{-6}$	

(Примечание) Для функции TAN рассчитывается SIN / COS.



## Замечания по погрешностям

## (1) Сложение и вычитание

Необходимо учитывать, что если абсолютные значения получаются при сложении или вычитании, относительная ошибка не может быть менее 10.

Например, предположим, что реальное значение, являющееся результатом операции с #10 и #20, равно следующему значению ( т. е. данное значение не может быть задано напрямую):

#10 = 2345678988888.888

#20 = 2345678901234.567

При выполнении #10 - #20 результатом не будет #10 - #20 = 87654.321. У переменных есть 8 десятичных знаков, поэтому значения #10 и #20 будут следующими (строго говоря, внутренние значения в некоторой степени отличаются от указанного ниже значения, так как являются двоичными числами):

#10 = 2345679000000.000

#20 = 2345678900000.000

Поэтому #10 - #20 = 100000.000 будет иметь большую погрешность.

## (2) Логическое соотношение

EQ, NE, GT, LT, GE и LE являются в принципе тем же, что и сложение и вычитание, поэтому следует обратить внимание на погрешность. Например, для определения, будут ли равны #10 и #20 в следующем примере:

IF[#10 EQ #20]

Не всегда можно производить корректную оценку по причине указанной выше погрешности. Поэтому если погрешность будет оценена, как в следующем выражении:

IF [ABS [#10 - #20] LT 200000]

а разница между #10 и #20 попадет в заданный диапазон погрешности, оба значения будут считаться равными.

## (3) Тригонометрические функции

Абсолютные ошибки гарантированы при использовании тригонометрических функций, но так как относительная ошибка не будет менее 10, следует обратить особое внимание при делении или умножении после использования тригонометрической функции.

#### 13.9.7. Команды управления

Ходом выполнения программы можно управлять при помощи IF [условное выражение] GOTO n ; и WHILE [условное выражение] DO m.



#### Ветвление

##### Формат

**IF [условное выражение] GOTO n ; (где n = номер последовательности в программе)**

Если условие выполняется, управление передается на "n", а если не выполняется, обрабатывается следующий кадр.

IF [условное выражение] может быть пропущено, в этом случае, управление передается в кадр с номером "n" безусловно.

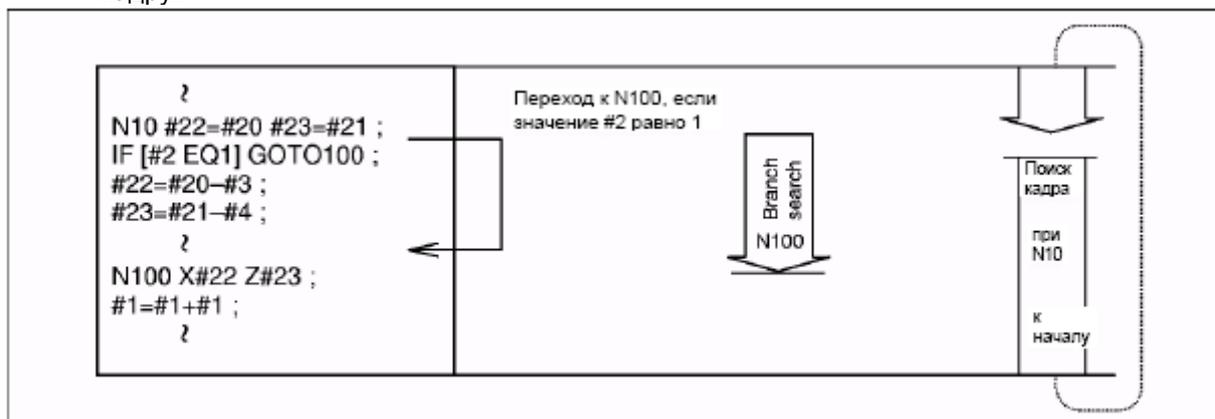
Возможны следующие типы условных выражений.

#i EQ #j	= Если #i и #j равны
#i NE #j	≠ Если #i и #j не равны
#i GT #j	> Если #i больше #j
#i LT #j	< Если #i меньше #j
#i GE #j	≥ Если #i больше или равно #j
#i LE #j	≤ Если #i меньше или равно #j

"n" для "GOTO n" должно всегда находиться в той же программе. В противном случае выдается ошибка программирования (P231). Формула или переменная могут использоваться вместо #i, #j и "n".

В кадре с номером "n", который будет выполняться после команды "GOTO n", номер Nn должен всегда располагаться в начале кадра. В противном случае выдается ошибка программирования (P231).

Если "/" находится в начале кадра, а далее следует Nn, управление будет передано этому кадру.



**(Примечание 1)** Когда производится поиск кадра перехода, поиск выполняется до конца программы (% код), начиная с кадра, следующего за "IF;...;". Если заданный кадр не найден, поиск переносится в начало программы, вплоть до кадра перед "IF;...;". Поэтому поиски заданного кадра при обратном (к последовательности выполнения программы) направлении будут занимать больше времени, чем поиск в направлении выполнения программы.

**(Примечание 2)** Сравнение EQ и NE возможно только для целых чисел. Используйте GE, GT, LE и LT для сравнения значений с десятичной точкой.



### Повторение

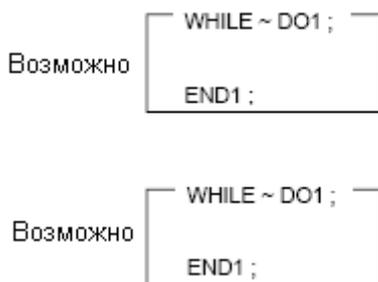
#### Формат

```
WHILE [условное выражение] DOm ; (m=1, 2, 3, ..... 127)
:
END m ;
```

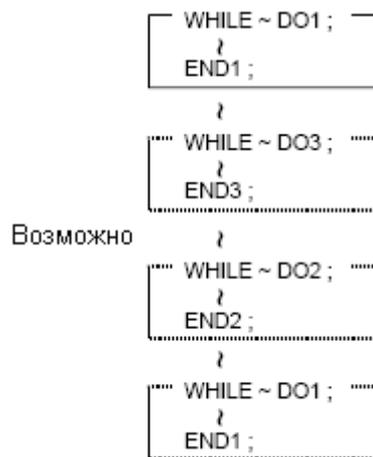
Если условие выражение истинно, кадры, начиная со следующего и до ENDm, обрабатываются повторно; если условие не выполнено, управление передается к кадру после ENDm. DOm может находиться перед WHILE.

"WHILE [условное выражение] DOm" и "ENDm" должны использоваться в паре. Если "WHILE [условное выражение]" опущено, данные кадры будут выполняться бесконечное количество раз. Диапазон количества повторения от 1 до 127 (DO1, DO2, DO3, ...DO127). Может использоваться до 27 уровней вложения.

(1) Один и тот же номер идентификатора может использоваться какое угодно количество раз

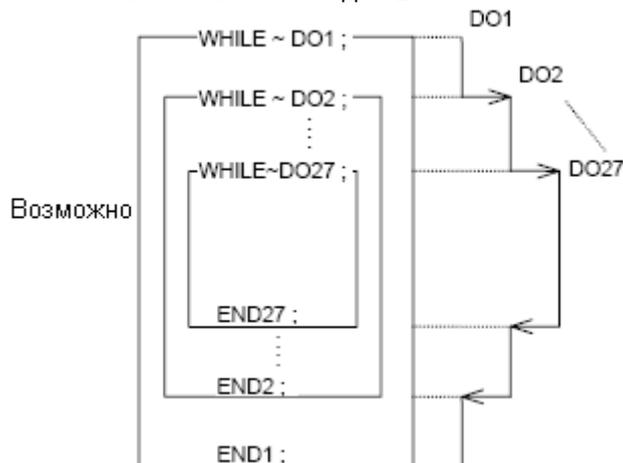


(2) Номер идентификатора для цикла WHILE – Dom может быть любым числом.



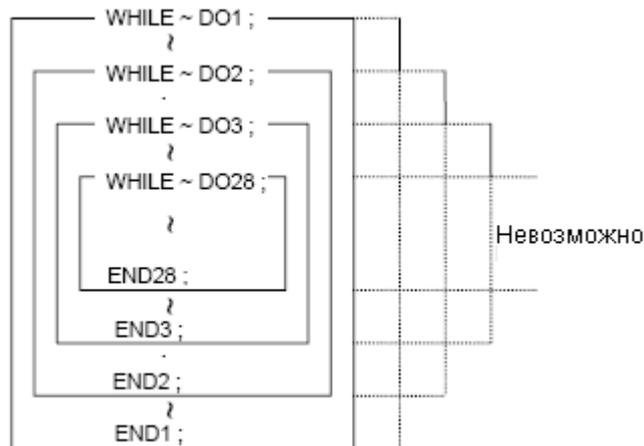
(3) Возможны вложения до 27 уровней для цикла WHILE – Dom.

«m» - любое число от 1 до 127.



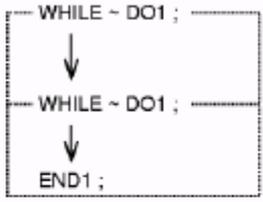
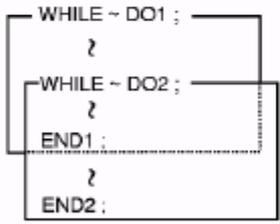
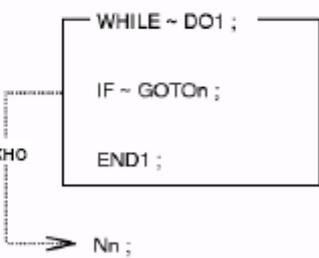
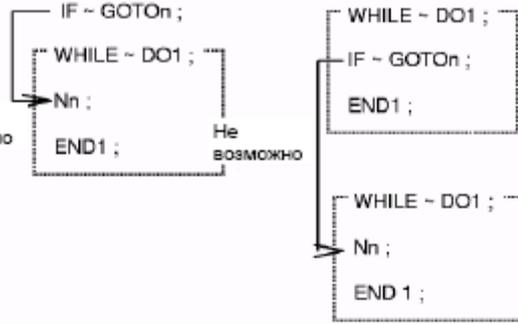
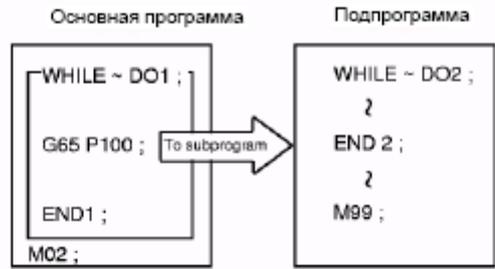
**(Примечание)** При вложении циклов использованная однажды «m» не может быть использована повторно.

(4) Количество уровней вложения циклов WHILE – Dom не может превышать 27.



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.9. Макрокоманды пользователя

<p>(5) WHILE ~ DOn должно задаваться сначала, ENDn в конце.</p> <p>Не возможно</p> 	<p>(6) WHILE ~ DOn и ENDn должны соответствовать соотношению 1:1 (пара) в одной и той же программе.</p> <p>Не возможно</p> 
<p>(7) Два WHILE ~ DOn не должны накладываться друг на друга.</p> <p>Не возможно</p> 	<p>(8) Возможен переход к операции за пределами диапазона WHILE ~ DOn.</p> <p>Возможно</p> 
<p>(9) Ветвление не возможно внутри WHILE ~ DOn.</p> <p>Возможно</p> 	<p>(10) Подпрограммы могут вызываться при помощи M98, G65 или G66 между WHILE ~ DOn.</p> <p>Возможно</p> 
<p>(11) Вызовы могут производиться при помощи G65 или G66 между WHILE ~ DOn, и команды могут повторно задаваться. До 27 уровней вложений возможно для основной программы и подпрограмм.</p> <p>Возможно</p> 	<p>(12) Выдается ошибка программирования по M99, если WHILE и END не заданы в паре внутри подпрограммы (включая макропрограммы).</p> <p>Ошибка</p> 

**(Примечание)** Даже если задан постоянный цикл, содержащий WHILE, то уровень вложения учитывается.

## 13.9.8. Команды внешнего вывода



## Функция и назначение

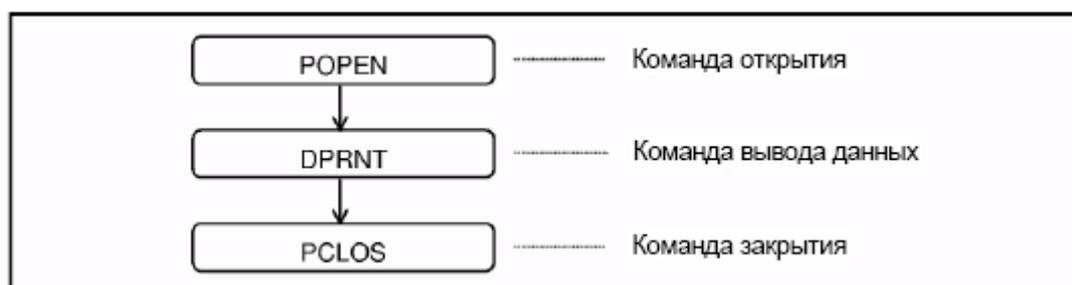
Помимо стандартных макрокоманд, пользователю также доступны макрокоманды внешнего вывода. Они предназначены для вывода значений переменных или символов по интерфейсу RS-232C.



## Формат команды

**POPEN** Подготовка процесса вывода данных  
**PCLOS** Прерывание процесса вывода данных  
**DPRNT** Посимвольный вывод данных

## Последовательность команд



## Открывающая команда : POPEN

- (1) Команда задается перед серией команд вывода данных.
- (2) Управляющий код DC2 и код % выдаются системой NC на устройство внешнего вывода.
- (3) После задания команды POPEN она остается действительной, пока не будет задана PCLOS .



## Закрывающая команда : PCLOS

- (1) Данная команда задается после завершения вывода всех данных.
- (2) Управляющий код DC4 и код % выводятся системой NC на устройство внешнего вывода.
- (3) Данная команда используется в комбинации с открывающей командой и не должна использоваться, если режим вывода не был открыт.
- (4) Следует задавать закрывающую команду в конце программы, даже если операция передачи была остановлена сбросом или другим действием во время вывода данных.



## Команда вывода данных : DPRNT

DPRNT [ /1 # v1 [ d1 c1 ] /2 # v2 [ d2 c2 ] ..... ]

/1	Строка символов	
v1	Номер переменной	
d1	Значимые цифры перед десятичной точкой	} c + d ≤ 8
c1	Значимые цифры после десятичной точки	

- (1) Вывод символов и вывод десятичных значений переменных выполняется в коде ISO.
  - (2) Заданная строка символов выводится в коде ISO.  
Могут использоваться буквенно-цифровые символы (A ~ Z, 0 ~ 9) и специальные символы (+, -, \*, /).
  - (3) Требуемые значимые цифры перед и после десятичной точки в значениях переменной задаются в квадратных скобках. В результате, значения переменной, в соответствии с заданным количеством символов, включая десятичную точку, выводятся в коде ISO в десятичной системе счисления, начиная со старшего разряда. Конечные нули не опускаются.
  - (4) Начальные нули опускаются.  
Начальные нули могут быть также заменены знаком пропуска при соответствующей установке параметра CNC. Таким образом можно выравнивать выводимые на печать данные по крайней колонке.
- (Примечание)** Команда вывода данных может задаваться даже в двухканальном режиме. Однако в данном случае следует учитывать, что канал вывода является общим для обоих каналов системы. Поэтому необходимо следить, чтобы вывод данных не выполнялся в обоих каналах системы одновременно.

## 13.9.9. Меры предосторожности



## Меры предосторожности

(1) При создании программ обработки в макрокомандах пользователя можно использовать команды M, S, T, а также другие команды управления вместе с операциями, командами выбора, перехода и другими макрокомандами. Если прежде при выполнении программы уже были заданы команды управления и затем задаются команды управления в макросах, то выполнение макрооператора должно быть завершено как можно скорее, чтобы минимизировать время выполнения программы, так как этот вид выполнения команд не характерен для работы системы.

Параметр (#8101 MACRO SINGLE) дает возможность выбрать режим параллельной обработки макрооператоров и выполнения команд программы.

(Данный параметр может быть выключен во время стандартной обработки для выполнения всех макрооператоров вместе, либо включен во время проверки программы для выполнения макрооператоров кадр за кадром. Это позволяет выбрать необходимый вариант в зависимости от заданной цели.)

Пример программы

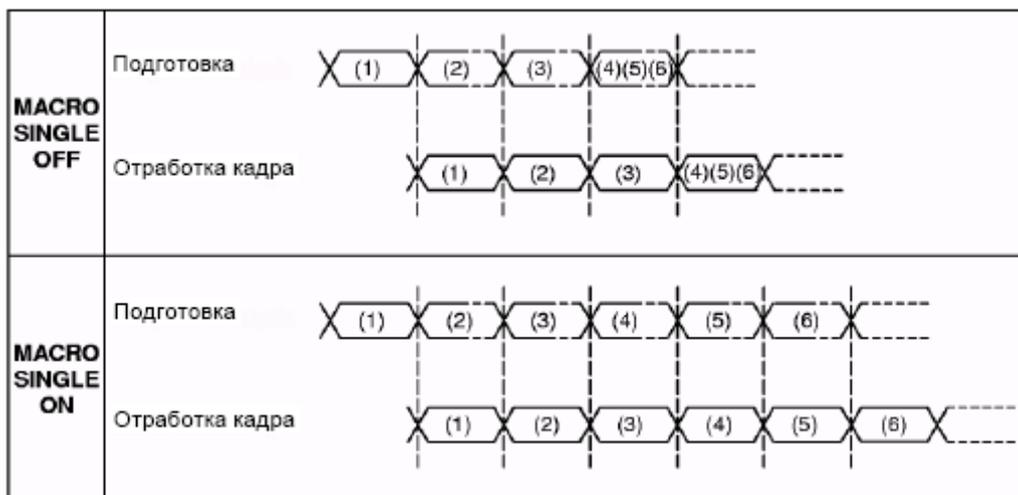
G91G28X0 Z0 ;	.....(1)	
G92X0 Z0 ;	.....(2)	
G00X-100. Z-100. ;	.....(3)	
#101=100.*COS [210.] ;	.....(4)	
#103=100.*SIN [210.] ;	.....(5)	← Макрооператор
G01 X#101 Z #103 F800 ;	.....(6)	

К макрооператорам относятся:

- (a) Операционные команды (блоки включая "=")
- (b) Команды управления (блоки включая GOTO, DO-END, и т.д.)
- (c) Команды макровывода (включая макровыводы, основанные на G -функциях, и команды отмены (G65. G66. G66.1.G67))

Операторами действия являются все те операторы, которые не являются макрооператорами.

Ход обработки



Отображение программы обработки

<b>MACRO SINGLE OFF</b>	<p>[Выполняется]          N3 G00 X-100. Z-100. ;          [Следующая команда]          N6 G01 X#101 Z#103 F800 ;</p>	<p>N4, N5 и N6 выполняются параллельно с процессом отработки N3. N6 является оператором действия, поэтому выводится на экран как следующий кадр. Если подготовка N4, N5 и N6 выполняется во время отработки N3, то движение станка будет непрерывным.</p>
<b>MACRO SINGLE ON</b>	<p>[Выполняется]          N3 G00 X-100. Z-100. ;          [Следующая команда]          N4 #101=100.*COS[210.] ;</p>	<p>N4 выполняется параллельно с выполнением оператора действия N3, и выводится на экран как следующий кадр. Производится подготовка N4 и N5, и N6 выполняется после завершения N3, поэтому управление обработкой будет ожидать окончания подготовки N5 и N6.</p>

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента

#### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента.



##### Функция и назначение

На станке с двумя суппортами (ведущий и ведомый), которые расположены напротив друг друга, эта функция используется для обработки детали резцом ведомого суппорта по программе, написанной для ведущего суппорта.  
Расстояние между резцедержками двух суппортов устанавливается в параметрах заранее.



##### Формат команды

G68	Задана зеркальность для ведомого инструмента
G69	Отменена зеркальность для ведомого инструмента

##### [Т-команда задания зеркальности ведомого инструмента]

Зеркальность ведомого инструмента может задана или отменена Т-командой.  
Т-команда для режима G68 и для режима G69 задается для каждого номера инструмента с помощью следующих базовых параметров.

#	Параметр	Подробности	Диапазон задания (единицы)
1119	Tmir0	Задание зеркальности каждого ведомого суппорта с помощью Т-команд	0: Недейств. 1: Действ.
1203	TmirS1	Задание резца в качестве ведомого с помощью Т-команды	0 - FFFFFFFF
1204	TmirS2	Задание резца в качестве ведомого с помощью Т-команды	0 - FFFFFFFF

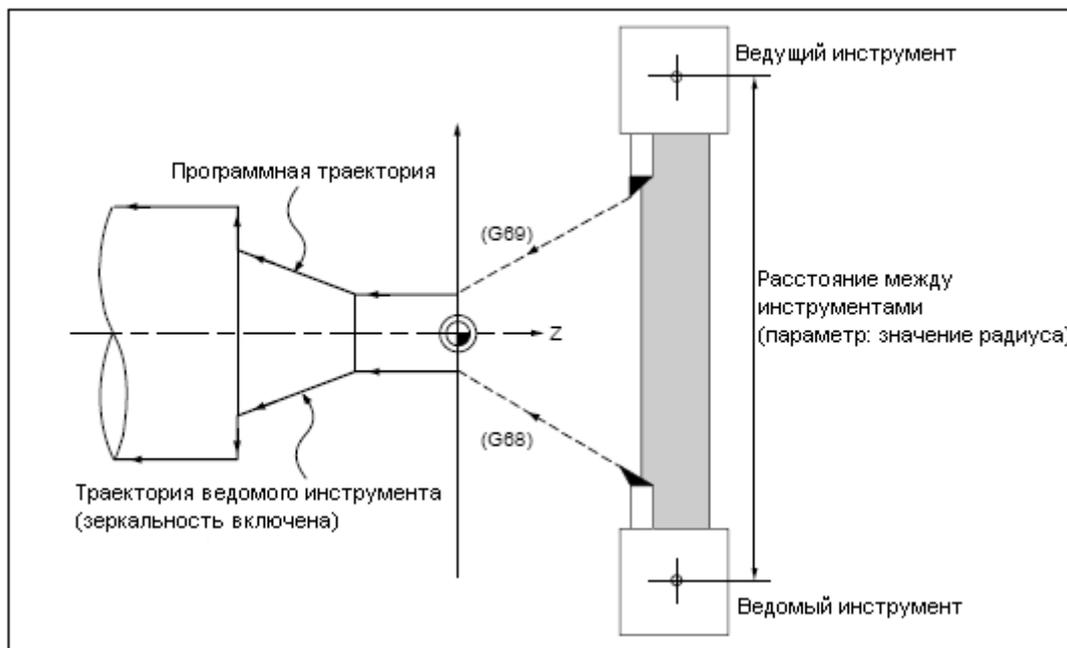
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента



#### Детальное описание

При задании G68 система координат следующей программы сдвигается в сторону ведомого инструмента по оси, в направлении которой действительна зеркальность (здесь и далее, если не оговаривается иное, то ось X считается осью, в направлении которой действительна зеркальность). Направление перемещения по оси будет обратным к заданному в программе. По заданию G69 система координат следующей программы возвращается в сторону ведущего инструмента.



Зеркальность ведомого инструмента действительна для следующих осей.

- (1) Если параметр #1273 ext09 BIT4=0  
Зеркальность действительна для 1-ой оси в канале системы.
- (2) Если параметр #1273 ext09 BIT4=1  
Зеркальность действительна для оси, определяемой следующим образом с помощью выбранной плоскости при задании зеркальности. Следует отметить, что если выбирается другая плоскость во время режима зеркальности, то ось зеркальности не изменяется.

Выбор плоскости	Ось, для которой действительна зеркальность
G17	J заданная ось (#1027 base_J или #1030 aux_J ось в конфигурации плоскости)
G18	I заданная ось (#1026 base_I или #1029 aux_I ось в конфигурации плоскости)
G19	K заданная ось (#1028 base_K или #1031 aux_K ось в конфигурации плоскости)

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента



#### Команда абсолютного/инкрементного задания

##### (1) Команда абсолютного значения

Задание позиции для оси Z смещается симметрично, и базовый инструмент перемещается на позицию, сдвинутую на расстояние между резцами.

	<p>T0101 ; G00 X0. ;  G68 ;  T0202 ;  G00 X10. Z0. ; G01 Z-50. F400 ; X20. ;</p>	<p>Включение зеркальности ведомого инструмента Выбор ведомого суппорта</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

##### (2) Команда инкрементного значения

Задание по оси X реверсируется, и резец перемещается.

	<p>T0101 ; G00 X0. ;  G68 ;  T0202 ;  G00 U10. W-30. ; G01 W-50. F400 ; U10. ;</p>	<p>Включение зеркальности ведомого инструмента Выбор ведомого суппорта</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

##### (3) Переход с инкрементного задания на абсолютное

После перехода на абсолютное задание операции идентичны (1).

	<p>T0101 ; G00 X0. ;  G68 ;  T0202 ;  G00 U10. W-30. ; G01 W-50. F400 ; X20. ; Z-80. ;</p>	<p>Включение зеркальности ведомого инструмента Выбор ведомого суппорта</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента



##### Индикация значений координат детали

Значения координат детали по оси, для которой действительна зеркальность, отображаются следующим образом.

	<b>#1273 ext09/bit3 = 0</b>	<b>#1273 ext09/bit3 = 1</b>
В режиме зеркальности ведомого инструмента	Значения координат детали соответствуют позиции, в которой был изменен знак задания, и увеличиваются / уменьшаются в соответствии с реальным перемещением, т.е. перемещением в системе координат станка. (Индیکیруются координаты ведущего инструмента.)	Значения координат детали соответствуют программному заданию, и увеличиваются / уменьшаются противоположно реальному перемещению, т.е. перемещению в системе координат станка.
При включении	Координаты детали = Координаты детали перед заданием зеркальности – расстояние между резцами	Координаты детали = { Координаты детали перед заданием зеркальности – расстояние между резцами } × (-1)
При задании перемещения, пока действительно	Координаты детали = Координаты детали перед перемещением + величина перемещения	Координаты детали = Координаты детали перед перемещением - величина перемещения
При отмене	Координаты детали = Координаты детали перед отменой зеркальности + расстояние между резцами	Координаты детали = { Координаты детали перед отменой зеркальности × (-1) } + расстояние между резцами

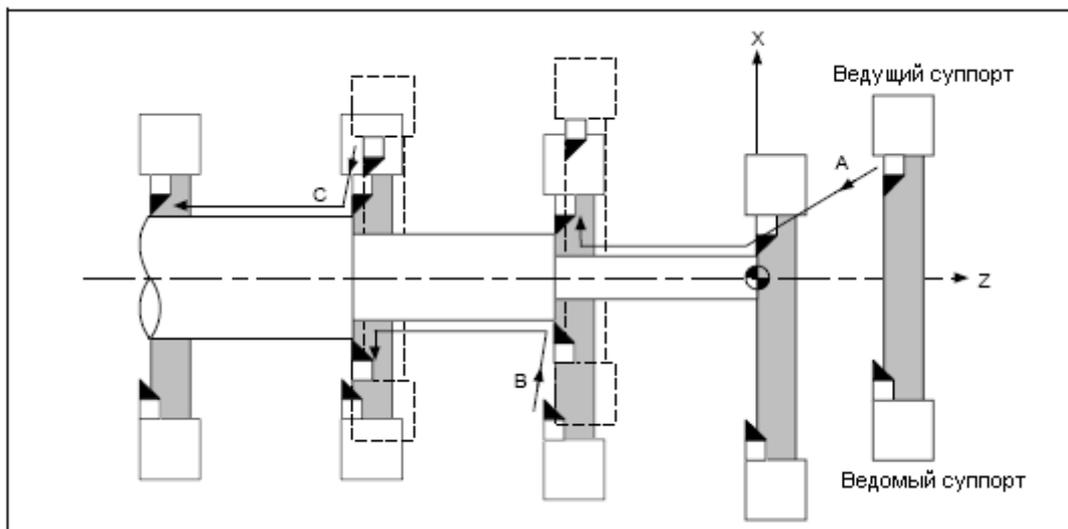
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента



#### Пример программы

<pre>T0101 ;      Выбор ведущего суппорта G00 X10. Z0. ; G01 Z-40. F400 ;       X20. ;</pre>	} Обработка ведущим резцом.....А
<pre>G68 ;      Задание зеркальности ведущего резца T0202 ; G00 X20. Z-40. ;      Выбор ведомого суппорта G01 Z-80. F200 ;       X30. ;</pre>	} Обработка ведомым резцом.....В
<pre>G69 ;      Отмена зеркальности ведущего резца T0101 ; G00 X30. Z-80. ;      Выбор ведущего суппорта G01 Z-120. F400 ;</pre>	} Обработка ведущим резцом.....С

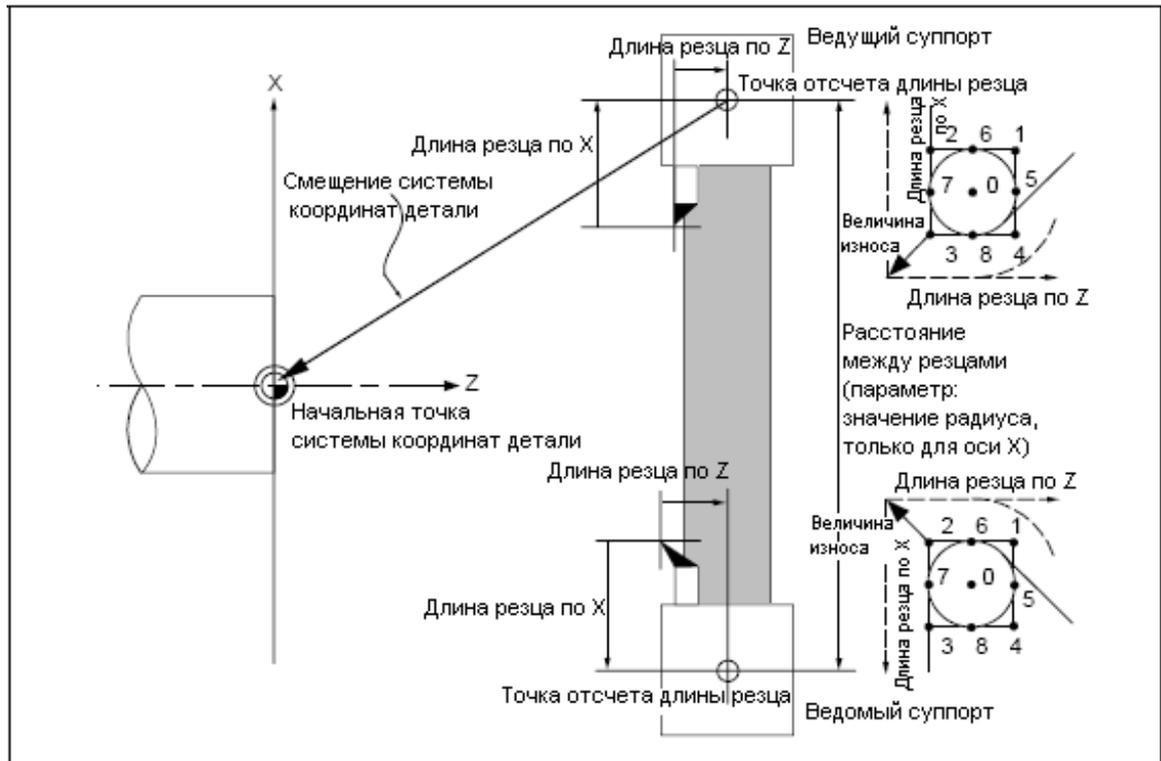


## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента



#### Смещения инструмента при двух суппортах



Исходное направление инструмента ведомого суппорта показано на рисунке.

Для задания ведомому резцу того же направления, как и ведущего (базового) резца установите базовый параметр "#1118 mirr\_A" в "1".

### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента

##### (1) Смещение по длине инструмента

Величина смещения по длине инструмента – это расстояние от вершины инструмента до его базовой точки. То же самое и для ведомого инструмента. Следует отметить, что значения смещений по длине инструмента могут отличаться в зависимости от базовой точки, как показано ниже.

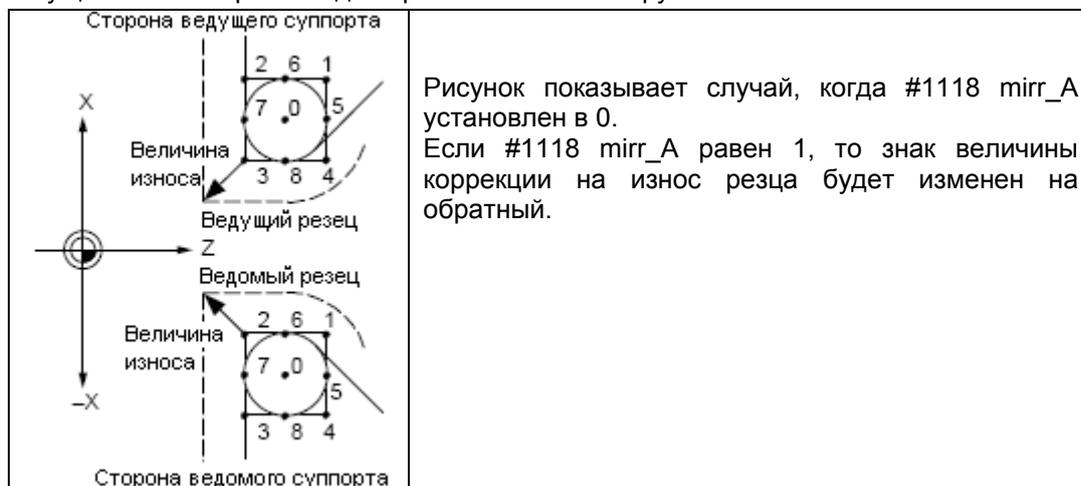
**Базовая точка инструмента и смещение по длине инструмента**

	Тип А	Тип В	Тип С
Базовая точка инструмента	Базовая точка для каждого суппорта	Базовая точка ведущего суппорта	Центр торца детали
Нулевая точка системы координат детали	Центр торца детали	Центр торца детали	Центр торца детали
Расстояние между суппортами	Расстояние между базовыми точками обоих суппортов (значение радиуса)	0	0
Смещение детали	Нулевая точка системы координат детали – базовая точка резца ведущего суппорта	Нулевая точка системы координат – базовая точка резца ведущего суппорта	0
Длина инструмента	Базовая точка инструмента – позиция вершины инструмента	Базовая точка инструмента – позиция вершины инструмента	Базовая точка инструмента – позиция вершины инструмента
Рисунок			

Рисунки выше показывают случай, когда #1118 mirr\_A установлен в 0. Если #1118 mirr\_A равен 1, то знак величины смещения по длине резца для двух суппортов будет изменен на обратный.

##### (2) Коррекция на величину износа инструмента

Величина коррекции на износ инструмента – это расстояние от вершины инструмента на текущий момент времени до вершины нового инструмента.



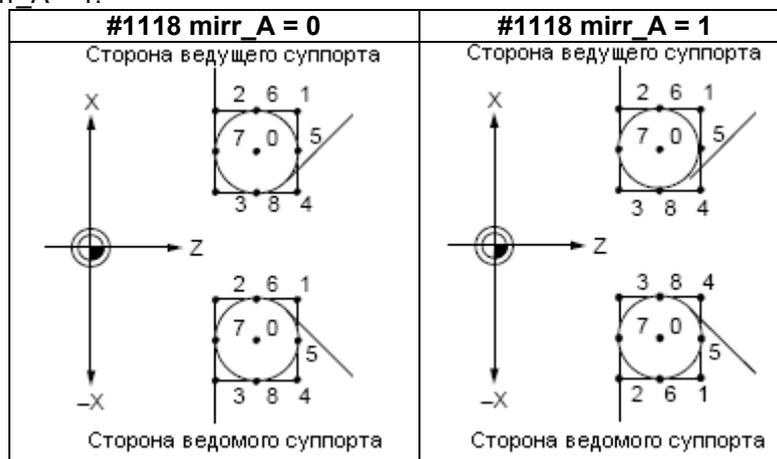
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента

##### (3) Коррекция на радиус вершины резца

Положение условной точки вершины резца с учетом коррекции на радиус вершины резца показано ниже.

Следует отметить, что если в режиме зеркальности ведомого инструмента была выбрана другая плоскость, то считается, что #1118 mirr\_A = 0, даже если #1118 mirr\_A = 1.



##### (4) Примеры задания коррекции инструмента

	Тип А				Тип В				Тип С			
	mirr_A = 0		mirr_A = 1		mirr_A = 0		mirr_A = 1		mirr_A = 0		mirr_A = 1	
	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z
Смещение детали	-100.	-150.	-100.	-150.	-100.	-150.	-100.	-150.	0.	0.	0.	0.
Расстояние между суппортами (Заданное значение)	100.		100.		0.		0.		0.		0.	
Длина ведущего инструмента	40.	20.	40.	20.	40.	20.	40.	20.	40.	20.	40.	20.
Величина износа ведущего инструмента	-4.	-2.	-4.	-2.	-4.	-2.	-4.	-2.	-4.	-2.	-4.	-2.
Вершина ведущего инструмента	3		3		3		3		3		3	
Длина ведомого инструмента	-30.	10.	30.	10.	170.	10.	-170.	10.	70.	-140.	-70.	-140.
Величина износа ведомого инструмента	2.	-1.	-2.	-1.	2.	-1.	-2.	-1.	2.	-1.	-2.	-1.
Вершина ведомого инструмента	2		3		2		3		2		3	

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.10. Зеркальность ведомого инструмента



#### Меры предосторожности и ограничения

- (1) Команда сбалансированной резки (G68, G69) не может быть задана, если опция зеркальности для ведомого инструмента действительна в списках кодов 6, 7 (#1037 cmdtyp = 7, 8).
- (2) Если зеркальность ведомого инструмента включена для оси в канале системы, имеющем оси комплексного управления, или в канале, которому передано управление этой осью, то возникнет ошибка оператора "M01 operation error 1035". Следует отметить, что зеркальность ведомого инструмента может быть задана после переключения оси комплексного управления.
- (3) Ошибка программирования (P486) возникнет, если задана интерполяция полярных координат, цилиндрическая или фрезерная интерполяция в режиме зеркальности.
- (4) Ошибка программирования (P612) возникнет, если задана зеркальность ведомого инструмента при движении оси в режиме экспоненциальной интерполяции.
- (5) Ошибка программирования (P371) возникнет, если ось, для которой задается зеркальность ведомого инструмента, является осью вращения.



#### Взаимосвязь с другими функциями

- (1) **Возврат в исходную точку (G28, G30)**  
Зеркальность ведомого инструмента остается действительной при движении к промежуточной точке.  
Зеркальность ведомого инструмента недействительна после прохождения промежуточной точки или во время движения, при котором игнорируется промежуточная точка.  
Зеркальность ведомого инструмента будет действительна со следующего кадра.
- (2) **Выбор системы координат станка (G53)**  
Зеркальность ведомого инструмента недействительна во время перемещения.  
Зеркальность ведомого инструмента будет действительна со следующего кадра.
- (3) **Задание системы координат (G92)**  
Для оси, для которой задана зеркальность, действует следующее.

Параметр		Подробности
#1273 ext09/bit3	0	Система координат "заданное значение × (-1)" будет установлена как система координат со стороны ведомого суппорта.
	1	Заданная система координат будет установлена как система координат со стороны ведомого суппорта.

- (4) **Считывание значений координат с помощью переменных**  
Для оси, для которой задана зеркальность, действует следующее.
  - (а) Если предыдущий блок является конечной точкой системы координат (#5001 и т.д.) Будет считано «значения координат конечной точки на стороне ведущего суппорта в системе координат детали».
  - (б) Для системы координат станка (#5021 и т.д.) Будут считаны «значения координат на стороне ведущего суппорта в системе координат станка».
  - (в) Для системы координат детали (#5041 и т.д.) Будут считаны «значения координат детали в режиме зеркальности для ведомого суппорта».
  - (г) Для значений координат функции измерения (#5021 и т.д.) Если действительна зеркальность для ведомого инструмента при выполнении измерения, то «значения координат детали в режиме зеркальности для ведомого суппорта» будут считаны.

#### (5) Сброс

- (a) Если параметр #1210 RstGmd/bit14 = 0  
Зеркальность ведомого инструмента будет отменена при сбросе.
- (б) Если параметр #1210 RstGmd/bit14 = 1  
Состояние зеркальности будет сохранено даже после сброса.

#### (6) Внешнее задание зеркальности и её параметров

- (a) Возникнет ошибка программирования (P371), если зеркальность ведомого инструмента применяется к оси во время внешнего задания зеркальности или её параметров.
- (б) Возникнет аварийный сигнал "M01 operation error 1036", если внешнее задание зеркальности или задание параметров зеркальности применяется к оси в режиме зеркальности.

#### (7) Ручное прерывание

- (a) Если абсолютное ручное задание ВЫКЛ  
Если ручное прерывание применяется для оси, для которой действует зеркальность ведомого инструмента, то зеркальность не будет применяться к величине ручного перемещения. Величина ручного перемещения не будет добавлена к значениям координат детали.
- (б) Если абсолютное ручное задание ВКЛ  
Если ручное прерывание применяется для оси, для которой действует зеркальность ведомого инструмента, то зеркальность не будет применяться к величине ручного перемещения. Величина ручного перемещения будет добавлена к значениям координат детали.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.11. Снятие фасок / скругление углов I

#### 13.11. Снятие фасок / скругление углов I

Снятие фасок под любым углом либо закругление углов выполняется автоматически при задании ",C\_" or ",R\_" в конце первого из кадров, при выполнении которых образуется угол. При соответствующей установке параметров для снятия фасок может задаваться "I\_", "K\_", "C\_" вместо ",C\_", и "R\_" может задаваться для скругления вместо ",R\_".

##### 13.11.1. Снятие фасок ",C" (или "I\_", "K\_", "C\_")



##### Функция и назначение

Угол срезается таким образом, чтобы соединить прямой линией точки, получаемые при вычитании длины, заданной через ",C\_" (или "I\_", "K\_", "C\_") и отложенной от вершины угла без фаски, от каждой из образующих угол линий.



##### Формат команды

```
N100 G01 X__ Z__,C__ (или I__ / K__ / C__);
```

```
N200 G01 X__ Z__;
```

,C/ I / K / C \_\_\_\_\_ Длина от точки начала или конца фаски до условной вершины угла

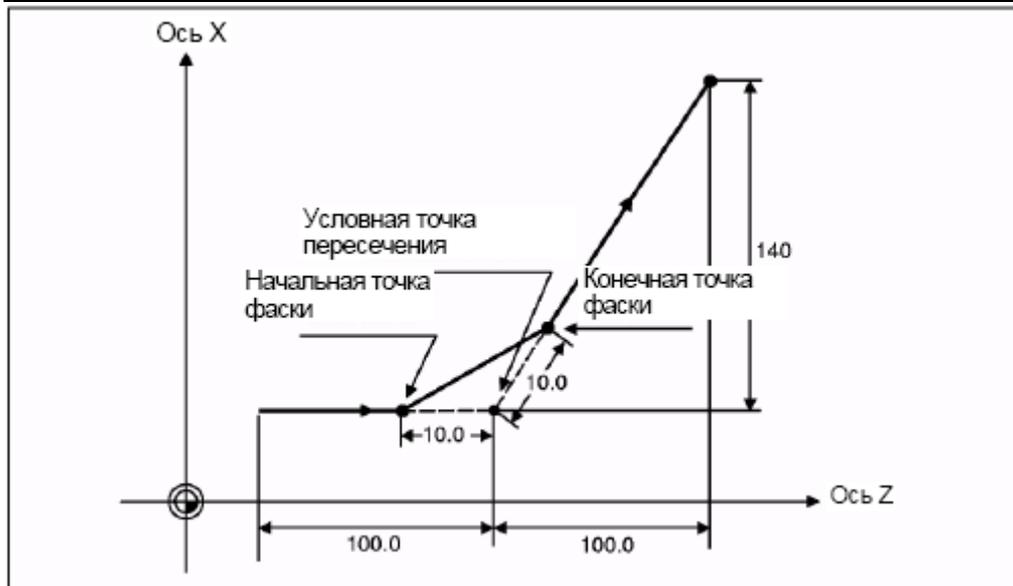
Снятие фаски производится в точке пересечения N100 и N200.



##### Пример программы

```
G01 W100.,C10. F100;
```

```
U280. W100.;
```





#### Детальное описание

- (1) Начальная точка кадра, следующего за кадром снятия фаски, будет условной точкой пересечения.
- (2) Если значение базового параметра "#1272 ext08/bit6" равно "0", команда ",C" будет рассматриваться как команда C при отсутствии ",," (запятой).
- (3) Если в одном кадре присутствуют несколько различных или одинаковых команд снятия фасок, действительной будет команда, заданная последней.
- (4) Если в одном кадре заданы снятия фаски и скругление углов, действительной будет последняя заданная команда.
- (5) Смещение резца рассчитывается для формы со снятой фаской.
- (6) Если кадр, следующий за командой снятия фаски, не содержит задания линейной интерполяции, активируется функция снятия фаски /скругления углов II.
- (7) Выдается ошибка программирования (P383), если величина перемещения в кадре, задающем фаску, будет меньше величины фаски.
- (8) Выдается ошибка программирования (P384), если величина перемещения в кадре, следующем за кадром с заданием фаски, будет меньше величины фаски.
- (9) Выдается ошибка программирования (P382), если команда перемещения не задана в кадре, следующем за командой снятия фаски I.
- (10) Если "C" используется в качестве названия оси или второй вспомогательной функции, снятие фаски не может задаваться при помощи "C".
- (11) Снятие фаски не может задаваться при помощи "I" или "K" в кадре с круговой интерполяцией. "I" и "K" являются командами центра круга.



#### Меры предосторожности

- (1) Снятие фаски и скругление углов могут задаваться при помощи "I", "K", "R", только если 1-й кадр команды снятия фаски / скругления углов является кадром с линейной интерполяцией.
- (2) Снятие фаски через "I", "K", и скругление углов через "R" могут задаваться, если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов является кадром с линейной интерполяцией, а второй кадр – с круговой. "I", "K" во 2-м кадре являются заданием центра круга.  
N100 G01 Xx Zz Ii;..... Ii величина фаски  
N200 G02 Xx Zz Ii Kk ;..... Ii, Kk задание центра круга
- (3) Если ",C\_", ",R\_" или "I\_", "K\_", "C\_", "R\_" заданы в одном и том же кадре, ",C\_", ",R\_" будут иметь приоритет.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.11. Снятие фасок / скругление углов I

#### 13.11.2. Скругление углов ",R\_" (или "R\_")



#### Функция и назначение

Скругление углов выполняется по дуге с радиусом, заданном в ",R\_" (или "R\_")



#### Формат команды

```
N100 G01 X__ Z__ ,R__ (или R__);
```

```
N200 G01 X__ Z__;
```

,R / R Радиус дуги скругления угла

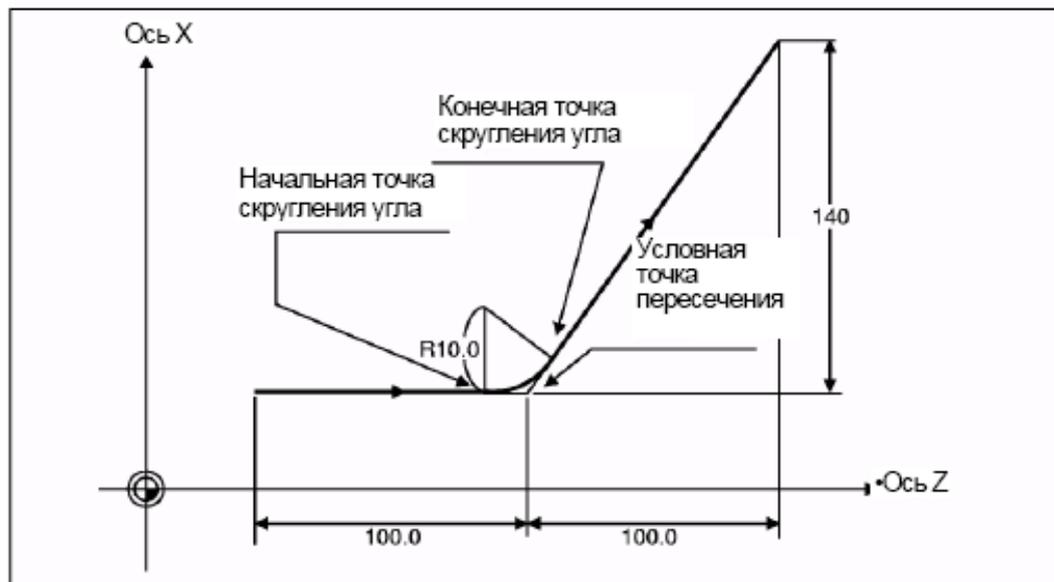
Скругление углов выполняется в точке пересечения N100 и N200.



#### Пример программы

```
G01 W100. ,R10. F100 ;
```

```
U280. W100. ;
```





#### Детальное описание

- (1) Начальная точка кадра, следующего за кадром задания скругления угла, будет точкой условной вершины угла.
- (2) Если значение параметра "#1272 ext08/bit6" равно "0", команда ",R" будет рассматриваться как команда R при отсутствии ",," (запятой).
- (3) Если в одном кадре задано снятие фаски и скругление угла, действительной будет последняя заданная команда.
- (4) Смещение резца рассчитывается для формы, которая уже имеет скругление угла.
- (5) Если кадр, следующий за командой скругления угла, не содержит задания линейной интерполяции, активируется функция снятия фаски / скругления углов II.
- (6) Выдается ошибка программирования (P383), если величина перемещения в кадре, задающем скругление угла, будет меньше значения R.
- (7) Выдается ошибка программирования (P384), если величина перемещения в кадре, следующем за кадром с заданием скругления угла, меньше значения R.
- (8) Выдается ошибка программирования (P382), если перемещение не задано в кадре, следующем за командой скругления угла.
- (9) Скругление углов не может задаваться при помощи "R" в кадре с заданием круговой интерполяции. "R" является заданием радиуса круга.



#### Меры предосторожности

- (1) Снятие фаски и скругление углов могут задаваться при помощи "I", "K", "R", только если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов имеет линейную интерполяцию.
- (2) Снятие фаски при помощи "I", "K", и скругление угла при помощи "R" могут задаваться, если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов является кадром с линейной интерполяцией, а второй кадр – с круговой. "I", "K" во 2-м кадре являются заданием центра круга.  
N100 G01 Xx Zz Ii;            Ii величина фаски  
N200 G02 Xx Zz Ii Kk ;        Ii, Kk задание центра круга
- (3) Если ",C\_", ",R\_" или "I\_", "K\_", "C\_", "R\_" заданы в одном кадре, то ",C\_", ",R\_" будут иметь приоритет.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.11. Снятие фасок / скругление углов I

#### 13.11.3. Расширенное задание снятия фаски / скругления углов

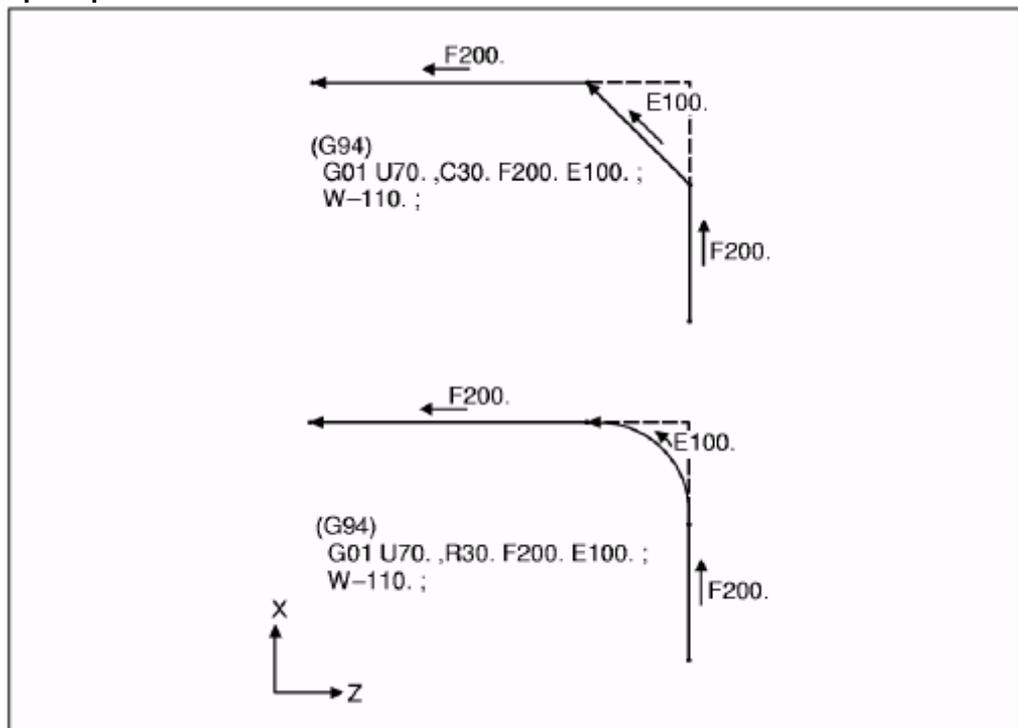


#### Функция и назначение

Используя команду E, можно задаваться величину рабочей подачи при выполнении снятия фаски и скругления угла.

Это позволяет получать правильную форму при обработке углов.

#### Пример

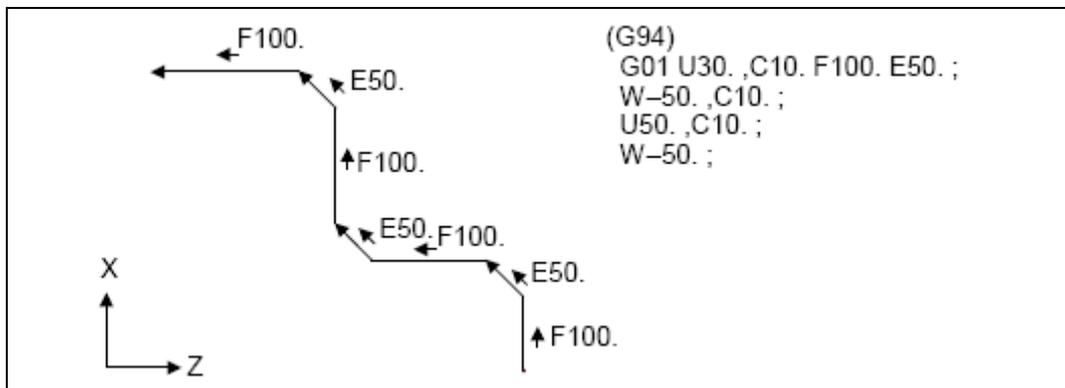




#### Детальное описание

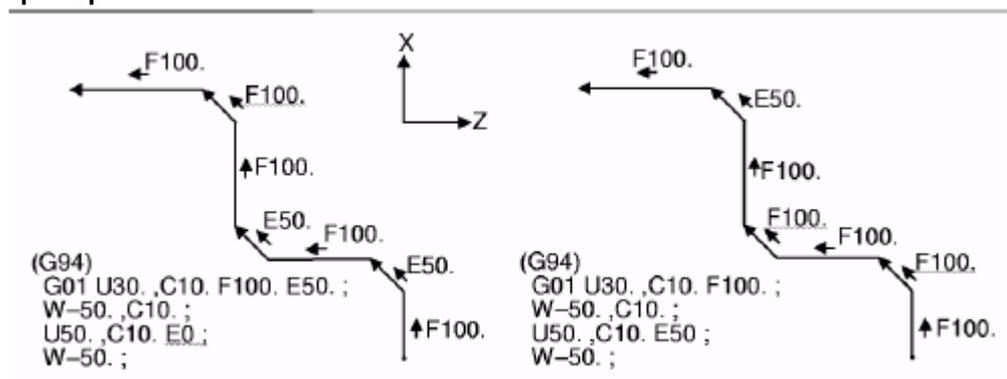
- (1) Команда E является модальной. Она задает величину подачи и при обработке следующей фаски / скруглении угла.

#### Пример



- (2) Команда E может задавать асинхронную или синхронную подачу. Какой из этих вариантов будет работать, определяется заданием G94/G95.
- (3) Если задание команды E равно 0 или до данного момента не задана команда E, то величина подачи при снятии фаски / скруглении угла будет равна подаче, заданной через команду F.

#### Пример



- (4) Модальное задание команды E не сбрасывается по нажатию кнопки сброса. Оно сбрасывается при отключении электропитания. (Аналогично, как и для команды F.)
- (5) Все команды E являются заданием величины подачи при снятии фасок / скруглении углов, за исключением указанных ниже:
- E команды во время модального режима нарезания резьбы
  - E команды во время модального цикла нарезания резьбы

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.11. Снятие фасок / скругление углов I

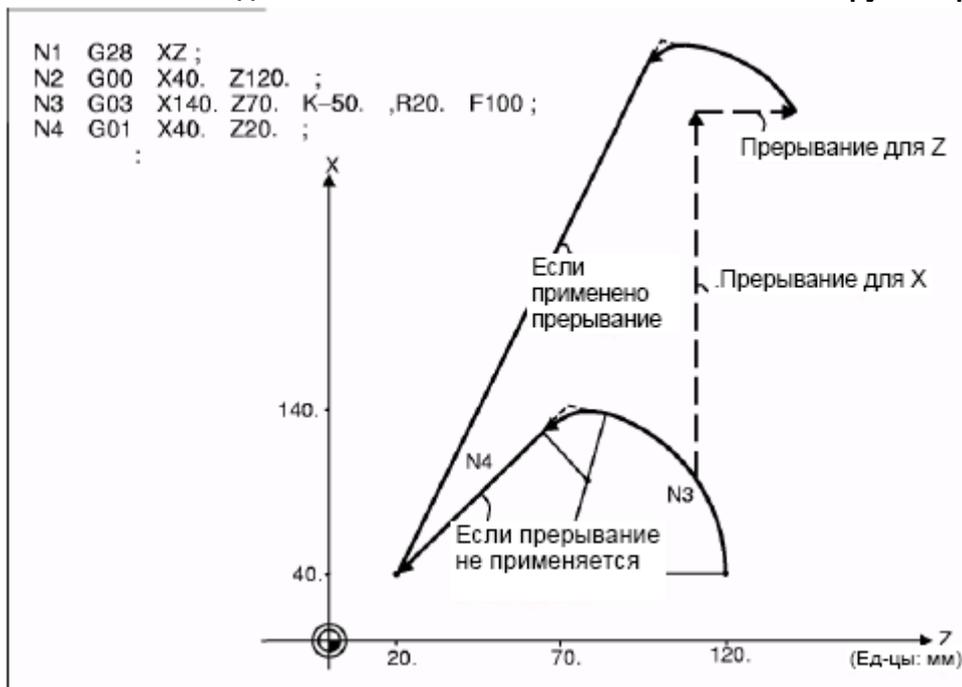
#### 13.11.4. Прерывание во время снятия фаски / скругления углов



#### Детальное описание

- (1) Ниже приведены действия при ручном прерывании во время снятия фаски / скругления углов.

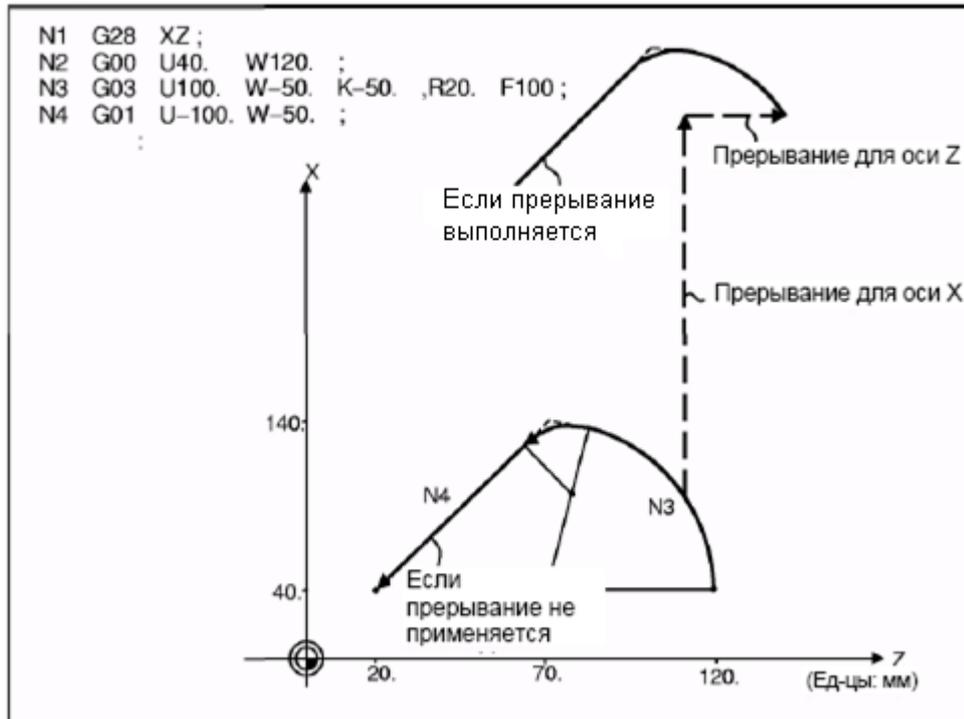
С абсолютным заданием величин и включенном абсолютном ручном режиме.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.11. Снятие фасок / скругление углов I

С инкрементным заданием величин и выключенном абсолютном ручном режиме.



- (2) В покадровом режиме при снятии фаски или скруглении углов останов выполняется после выполнения снятия фаски или скругления угла.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.12. Снятие фасок / скругление углов II

#### 13.12. Снятие фаски/скругление углов II

В кадрах, в которых угол образуется при пересечении дуги с прямой или другой дугой, снятие фаски или скругление углов может выполняться при задании ",C" или ",R" в конце первого кадра. При соответствующей установке параметров "I\_", "K\_", "C\_" могут быть заданы для фаски вместо ",C\_", и "R\_" может быть задано вместо ",R\_" для скругления. Задание снятия фаски и скругления углов может выполняться как в абсолютных, так и в инкрементных значениях.

##### 13.12.1. Снятие фаски ",C\_" (или "I\_", "K\_", "C\_")



#### Функция и назначение

Снятие фаски производится при задании ",C" (или "I\_", "K\_", "C\_") в первом из двух кадров, имеющих круговые движения. Для дуги это будет длина хорды.



#### Формат команды

N100 G03 X\_\_ Z\_\_ K\_\_,C\_\_ ; (или C\_\_);

N200 G01 X\_\_ Z\_\_ ;

,C / C          Длина от точки начала или конца фаски до условной вершины угла

Снятие фаски выполняется при точке пересечения N100 и N200.



#### Пример программы

##### (1) Прямая - дуга

##### Задание в абсолютных значениях

N1 G28 X Z ;

N2 G00 X50. Z100. ;

N3 G01 X150. Z50. ,C20. F100 ;

N4 G02 X50. Z0 I0 K-50. ;

:

##### Задание в инкрементных значениях

N1 G28 X Z ;

N2 G00 U25. W100. ;

N3 G01 U50. W-50. ,C20. F100 ;

N4 G02 U-50. W-50. I0 K-50. ;

:



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.12. Снятие фасок / скругление углов II

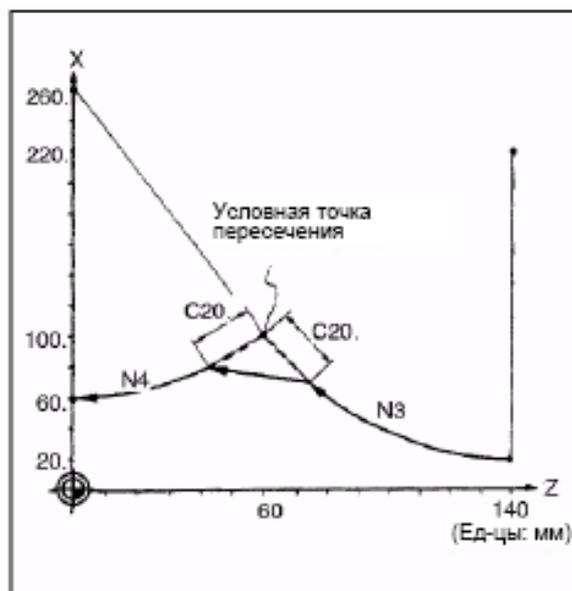
#### (2) Дуга-дуга

Задание в абсолютных значениях

N1 G28 X Z ;
N2 G00 X20. Z140. ;
N3 G02 X100. Z60. I100. K0. ,C20. F100 ;
N4 X60. Z0 I80. K-60. ;
:

Задание в инкрементных значениях

N1 G28 X Z ;
N2 G00 U105. W140. ;
N3 G02 U40. W-80. R100. ,C20. F100 ;
N4 U-20. W-60. I80 K-60. ;
:



#### Детальное описание

- (1) Для использования данной функции требуется установка опций снятия фасок / скругления углов. Выдается ошибка программирования (P381), если функция задана при отсутствии опции.
- (2) Начальная точка кадра, следующего за кадром задания снятия фаски, будет точкой условной вершины угла.
- (3) Если значение параметра "#1272 ext08/bit6" равно "0", команда ",C" будет рассматриваться как команда C при отсутствии ",", (запятой).
- (4) Если в одном кадре присутствуют несколько различных или одинаковых команд снятия фаски, действительной будет последняя заданная команда.
- (5) Если в одном кадре задано снятие фаски и скругление угла, действительной будет последняя заданная команда.
- (6) Смещение резца рассчитывается для формы, которая уже имеет фаску.
- (7) Выдается ошибка программирования (P385), если позиционирование или нарезание резьбы задано в кадре задания снятия фаски или следующем кадре.
- (8) Выдается ошибка программирования (P382), если в кадре, следующем за заданием снятия фаски, присутствует команда G не группы 01 или другая команда.
- (9) Выдается ошибка программирования (P383), если величина перемещения в кадре, задающем снятие фаски, будет меньше величины фаски.
- (10) Выдается ошибка программирования (P384), если величина перемещения в кадре, следующем за кадром с заданием снятия фаски, будет меньше величины фаски.
- (11) Даже если задан диаметр, он будет рассматриваться как значение радиуса во время снятия фаски.
- (12) Выдается ошибка программирования (P382), если перемещение не задано в кадре, следующем за командой снятия фаски II.
- (13) Если "C" используется в качестве названия оси или второй вспомогательной функции, снятие фаски не может задаваться при помощи "C".
- (14) Снятие фаски не может задаваться через "I" или "K" в кадре с круговой интерполяцией. "I" и "K" являются заданием центра круга.



#### Меры предосторожности

- (1) Снятие фаски и скругление углов могут задаваться при помощи "I", "K", "R", только если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов имеет линейную интерполяцию.
- (2) Снятие фаски при помощи "I", "K", и скругление угла при помощи "R" могут задаваться, если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов является кадром с линейной интерполяцией, а второй кадр – с круговой. "I", "K" во 2-м кадре являются заданием центра круга.  
N100 G01 Xx Zz Ii;            Ii величина фаски  
N200 G02 Xx Zz Ii Kk ;        Ii, Kk задание центра круга
- (3) Если ",C\_", ",R\_" или "I\_", "K\_", "C\_", "R\_" заданы в одном кадре, ",C\_", ",R\_" будут иметь приоритет.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.12. Снятие фасок / скругление углов II

#### 13.12.2. Скругление углов ",R\_" (или "R\_")



#### Функция и назначение

Скругление угла выполняется при задании ",R\_" (или "R\_") в первом из двух кадров, имеющих круговые движения.



#### Формат команды

N100 G03 X\_\_ Z\_\_ I\_\_ K\_\_ ,R\_\_ (или R\_\_) ;

N200 G01 X\_\_ Z\_\_ ;

,R / R Радиус дуги для скругления угла

Скругление угла выполняется в точке пересечения N100 и N200.



#### Пример программы

##### (1) Прямая - дуга

Задание в абсолютных значениях

N1 G28 X Z ;

N2 G00 X60. Z100. ;

N3 G01 X160. Z50. R10. F100 ;

N4 G02 X60. Z0 I0 K-50. ;

:

Задание в инкрементных значениях

N1 G28 X Z ;

N2 G00 U30. W100. ;

N3 G01 U50. W-50. R10. F100 ;

N4 G02 U-50. W-50. I0 K-50. ;

:

##### (2) Дуга-дуга

Задание в абсолютных значениях

N1 G28 X Z ;

N2 G00 X60. Z100. ;

N3 G02 X160. Z50. R60. ,R10. F100 ;

N4 X60. Z0 R50. ;

:

Задание в инкрементных значениях

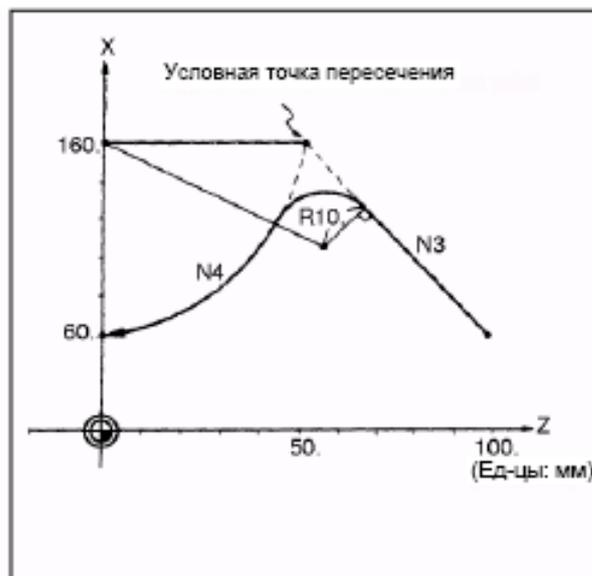
N1 G28 X Z ;

N2 G00 U30. W100. ;

N3 G02 U50. W-50. I50. K0 ,R10. F100 ;

N4 U-50. W-50. I0 K-50. ;

:



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.12. Снятие фасок / скругление углов II



#### Детальное описание

- (1) Для использования данной функции требуется установка опций снятия фасок и скругления углов. Выдается ошибка программирования (P381), если функция задана при отсутствии опций.
- (2) Начальная точка кадра, следующего за кадром задания скругления угла, будет точкой условной вершины угла.
- (3) Если значение базового параметра "#1272 ext08/bit6" равно "0", команда ",R" будет рассматриваться как команда R при отсутствии ",", (запятой).
- (4) Если в одном кадре задано снятие фаски и скругление угла, действительной будет последняя заданная команда.
- (5) Смещение резца рассчитывается для формы, которая уже имеет скругление угла.
- (6) Выдается ошибка программирования (P385), если позиционирование или нарезание резьбы задано в кадре задания скругления угла или следующем кадре.
- (7) Выдается ошибка программирования (P382), если в кадре, следующем за заданием скругления угла, присутствует команда G не группы 01 или другая команда.
- (8) Выдается ошибка программирования (P383), если величина перемещения в кадре, задающем скругление угла, будет меньше значения R.
- (9) Выдается ошибка программирования (P384), если величина перемещения в кадре, следующем за кадром с заданием скругления угла, меньше значения R.
- (10) Даже если задан диаметр, он будет рассматриваться как значение радиуса во время скругления углов.
- (11) Выдается ошибка программирования (P382), если перемещение не задано в кадре, следующем за командой скругления углов II.
- (12) Скругление углов не может задаваться при помощи "R" в кадре с заданием круговой интерполяции. "R" является заданием радиуса круга.



#### Меры предосторожности

- (1) Снятие фаски и скругление углов могут задаваться при помощи "I", "K", "R", только если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов имеет линейную интерполяцию.
- (2) Снятие фаски при помощи "I", "K", и скругление угла при помощи "R" могут задаваться, если 1-й кадр команды снятия фаски/скругления углов является кадром с линейной интерполяцией, а второй кадр – с круговой. "I", "K" во 2-м кадре являются заданием центра круга.  
N100 G01 Xx Zz Ii;            Ii величина фаски  
N200 G02 Xx Zz Ii Kk ;        Ii, Kk задание центра круга
- (3) Если ",C\_", ",R\_" или "I\_", "K\_", "C\_", "R\_" заданы в одном кадре, ",C\_", ",R\_" будут иметь приоритет.

#### 13.12.3. Расширенное задание снятия фаски / скругления углов

Для получения подробной информации смотри раздел "13.11.3. Расширенное задание снятия фаски/скругления углов".

#### 13.12.4. Прерывание во время снятия фаски / скругления углов

Для получения подробной информации смотри раздел "13.11.4. Прерывание во время снятия фаски / скругления углов".

## 13.13. Угловые команды



## Функция и назначение

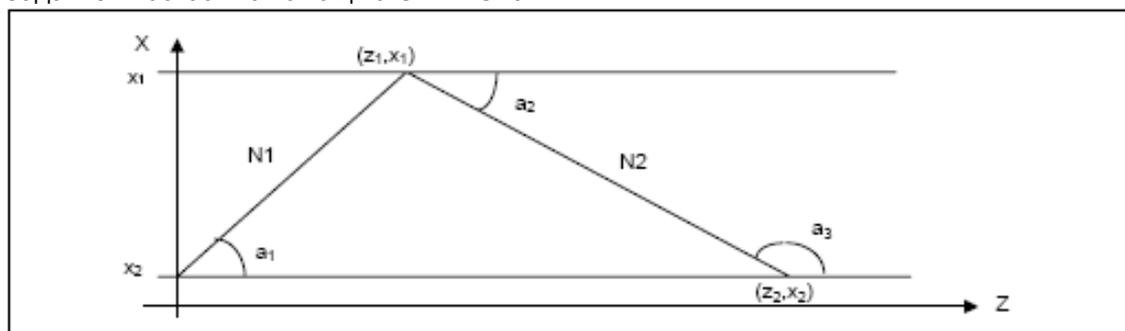
Координаты конечной точки рассчитываются автоматически при задании линейного угла и одной из координат конечной точки.



## Формат команды

N1 G01 Xx1 (Zz1) Aa1;  
 N1 G01 Xx2 (Zz2) A-a2; (A-a2 также может быть задано как Aa3.)  
 или  
 N1 G01 Xx1 (Zz1) ,Aa1;  
 N1 G01 Xx2 (Zz2) ,A-a2;

Так задаются угол и координаты по оси X или Z.  
 Задайте плоскость с помощью G17 – G19.



## Детальное описание

- (1) Угол откладывается от положительного направления горизонтальной оси выбранной плоскости. Угол в направлении против часовой стрелки считается положительным, а по часовой стрелке – отрицательным.
- (2) Любая из осей на выбранной плоскости задается в конечной точке.
- (3) Угол игнорируется при задании угла и обеих координат точки.
- (4) Если задан только угол, то команда обрабатывается как геометрическая.
- (5) Может использоваться угол как конечной точки ( $a_2$ ), так и начальной точки ( $a_1$ ).
- (6) Эта функция действительна для команды G01; она не действует для других команд позиционирования или интерполяции.
- (7) Диапазон задания угла "a" :  $-360.000 \leq a \leq 360.000$   
 Если задано значение, превышающее диапазон, то оно делится на 360 (градусов) и остаток будет заданием.  
**(Пример)** Если задано 400, то угол составит  $40^\circ$  (остаток от  $400/360$ ).
- (8) Если адрес A используется для имени оси или вспомогательной функции 2-го типа, то следует использовать «,A» для задания угла.
- (9) Если «A» и «,A» заданы в одном кадре, то «,A» интерпретируется как угол.

13.14. Геометрические команды

13.14.1. Геометрические команды I



**Функция и назначение**

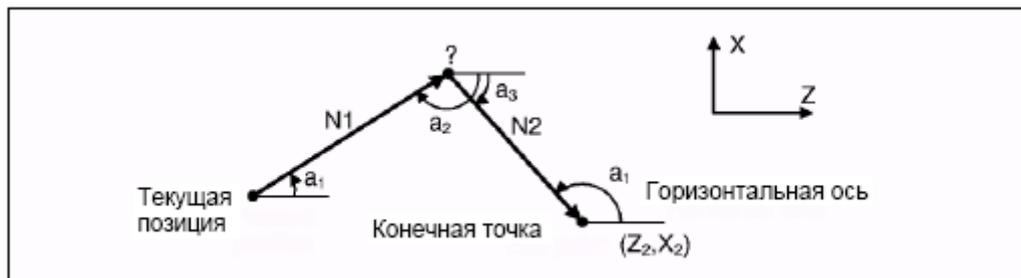
Если сложно определить точку пересечения двух прямых линий при задании линейной интерполяции, то конечная точка первой прямой может быть автоматически рассчитана внутри устройства CNC, и после этого будет выполнено перемещение. Все это выполняется при условии, что заданы углы наклона первой и второй прямой, а также координаты конечной точки второй прямой.

**(Примечание)** Если в параметре (#1082 Geomet) задано значение 0, геометрические команды I не будут функционировать.



**Формат команды**

<b>N1 G01 Aa1 (A-a2) Ff1 ;</b>	<b>Задаются угол и рабочая подача</b>
<b>N2 Xx2 Zz2 A-a2 (Aa3 ) Ff2 ;</b>	<b>Задаются координаты конечной точки следующего кадра, угол и рабочая подача</b>
Aa1, A-a2, Aa3	Угол
Ff1, Ff2	Скорость подачи
Xx2, Zz2	Координаты конечной точки следующего кадра





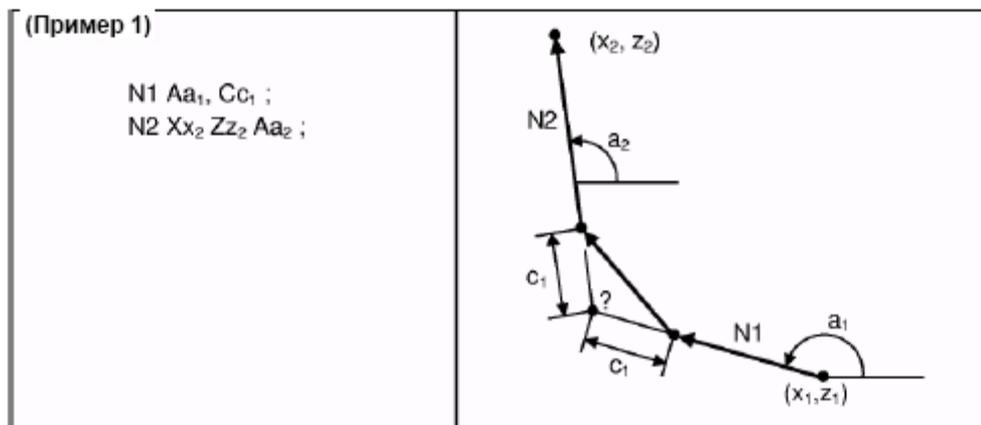
### Детальное описание

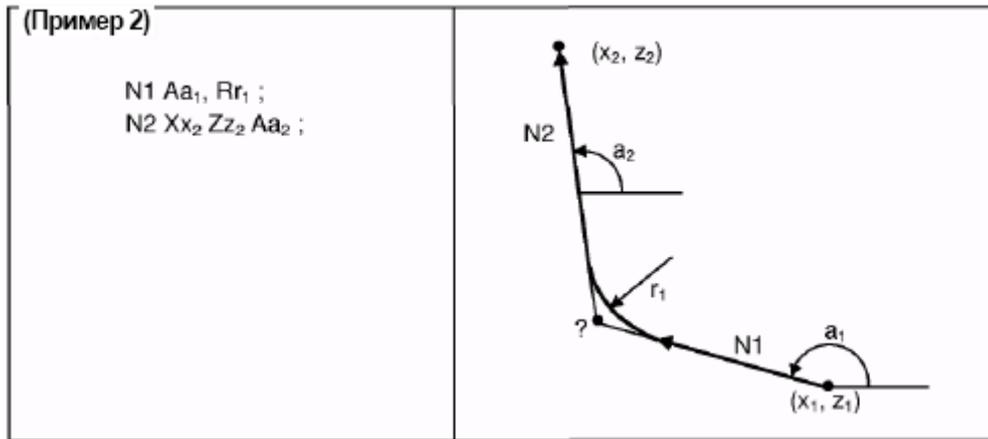
- (1) Выдается ошибка программирования (P396), если при выполнении геометрической команды осуществляется переключение рабочих плоскостей.
- (2) Угол наклона - это угол между прямой и положительным направлением горизонтальной оси на выбранной рабочей плоскости. Направление против часовой стрелки (CCW) принимается за "+", направление по часовой стрелке (CW) за "-".
- (3) Угол наклона "a" варьируется в пределах  $-360.000 \leq a \leq 360.000$ . Если задано значение за пределами данного диапазона, оно будет разделено на 360 (градусов), после чего будет задан остаток.  
**(Пример)** Если задано 400, задаваемым углом будет угол  $40^\circ$  (остаток от  $400/360$ ).
- (4) Наклон линии может задаваться со стороны начальной или конечной точки. Сторона начальной или конечной точки заданного наклона определяется автоматически внутри устройства NC.
- (5) Координаты конечной точки второго кадра должны задаваться в абсолютных значениях. При использовании инкрементных значений выдается ошибка программирования (P393).
- (6) Подача может задаваться для каждого кадра.
- (7) Если угол, под которым пересекаются две прямые линии, не превышает  $1^\circ$ , выдается ошибка программирования (P392).
- (8) Выдается ошибка программирования (P396), если плоскость выбирается в первом и во втором кадре.
- (9) Данная функция игнорируется, если адрес A использован для имени оси или как 2-я вспомогательная функция.
- (10) Останов при покадровом режиме возможен в конечной точке 1-го кадра.
- (11) Выдается ошибка программирования (P394), если 1-й и 2-й кадры не содержат команды G01 или G33.



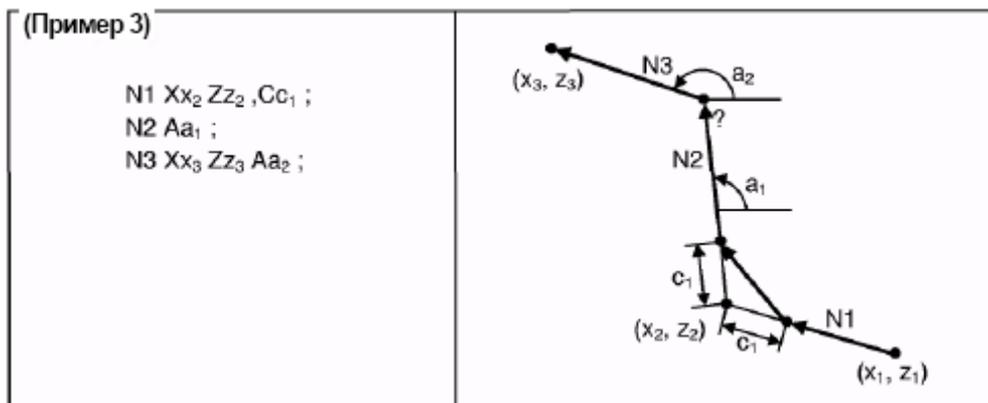
### Взаимосвязь с другими функциями

- (1) Фаска или скругление углов может задаваться после задания угла в 1-м кадре

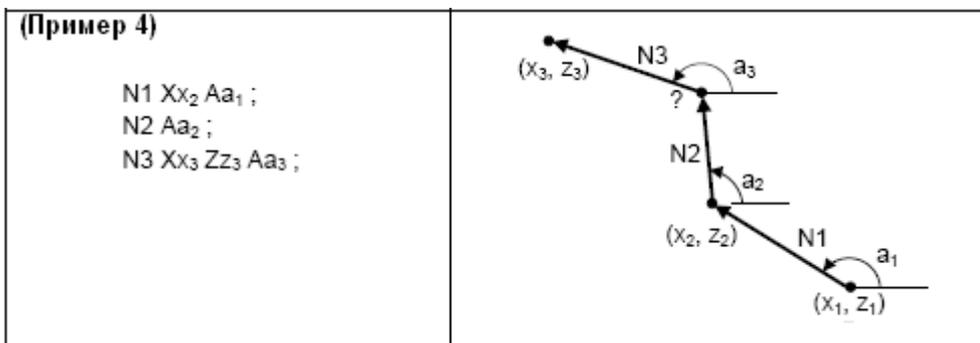




(2) Геометрическая команда I может задаваться после команды фаски или скругления углов



(3) Геометрическая команда I может задаваться после команды линейного угла.

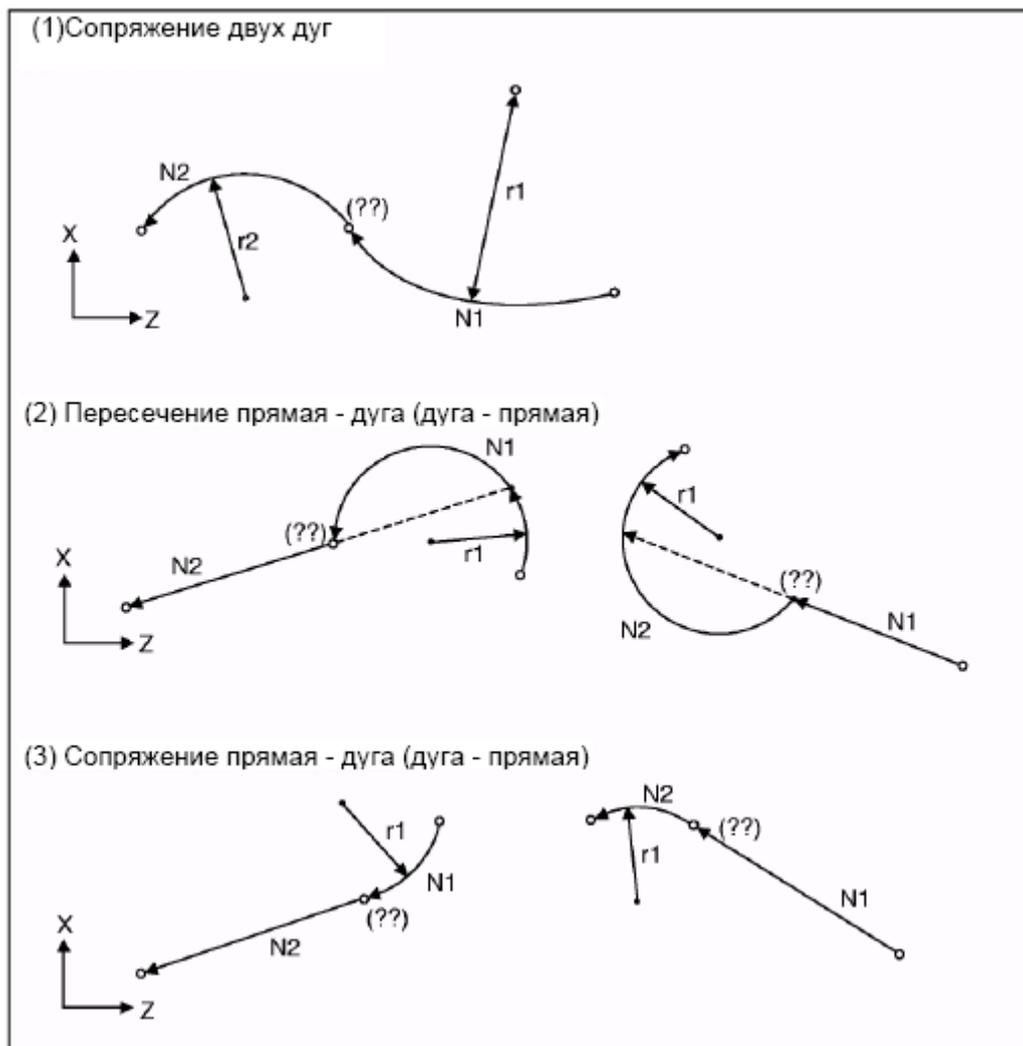


## 13.14.2. Геометрические команды IB



## Функция и назначение

Геометрические функции IB реализуют сопряжение и пересечение линий через задание точки центра круга или угла линии в командах перемещения двух смежных кадров (только для кадров, имеющих задание круга), вместо того, чтобы задавать конечную точку первого кадра.



**(Примечание)** Если для параметра (#1082 Geomet) задано значение, отличное от 2, геометрические функции IB не будут функционировать.



#### Функция и назначение 1 (автоматический расчет сопряжения двух дуг)

Если сопряжение двух соединяющихся дуг не показано на чертеже, оно может быть автоматически рассчитано при задании радиуса или координат центра 1-го круга, а также радиуса или координат центра и абсолютного значения координат конечной точки 2-й дуги.



#### Формат команды 1 (автоматический расчет сопряжения двух дуг)

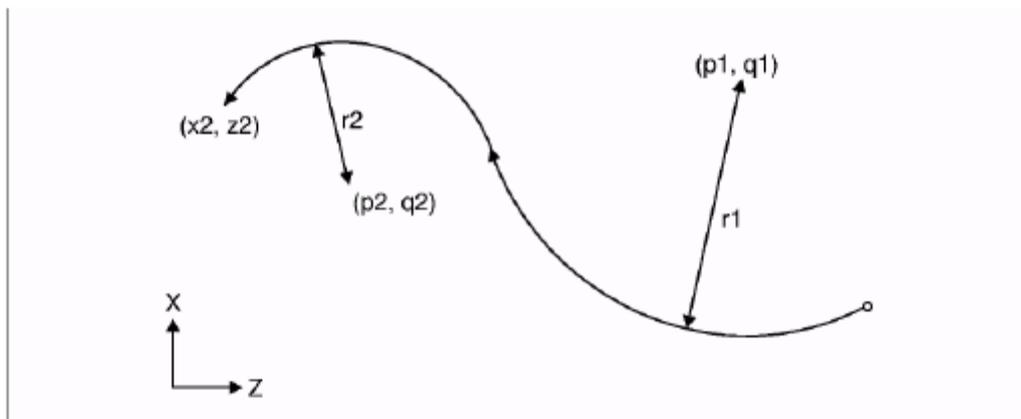
N1	G02 (G03)	Pp1 Qq1 Ff1 ;
N2	G03 (G02)	Xx2 Zz2 Pp2 Qq2 Ff2 ;
N1	G02 (G03)	Pp1 Qq1 Ff1 ;
N2	G03 (G02)	Xx2 Zz2 Rr2 Ff2 ;
N1	G02 (G03)	Rr1 Ff1 ;
N2	G03 (G02)	Xx2 Zz2 Pp2 Qq2 Ff2 ;

P, Q Абсолютное значение координат центра дуги по X и Z (задание диаметра/радиуса)  
 Адрес центра для 3-ей оси задается при помощи A.  
 R Радиус дуги (если задан знак (-), то дуга считается большей или равной 180°)

\* команды I и K (инкрементное значение координат центра дуги по осям X и Z) могут задаваться вместо P и Q.

Дуга 1-го кадра : инкрементное задание радиуса от начальной точки до центра

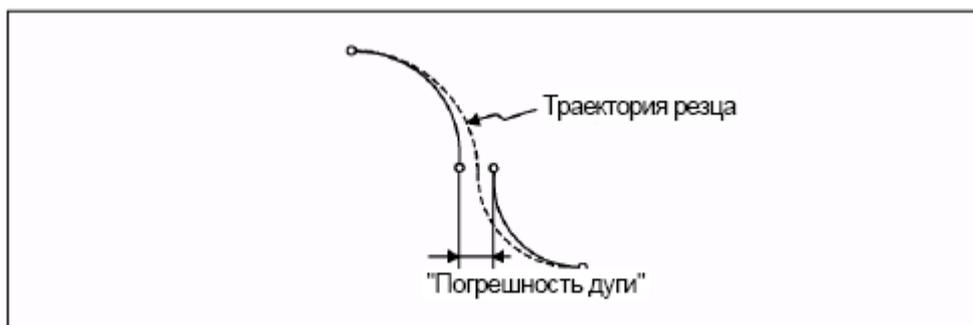
Дуга 2-го кадра : инкрементное задание радиуса от конечной точки до центра



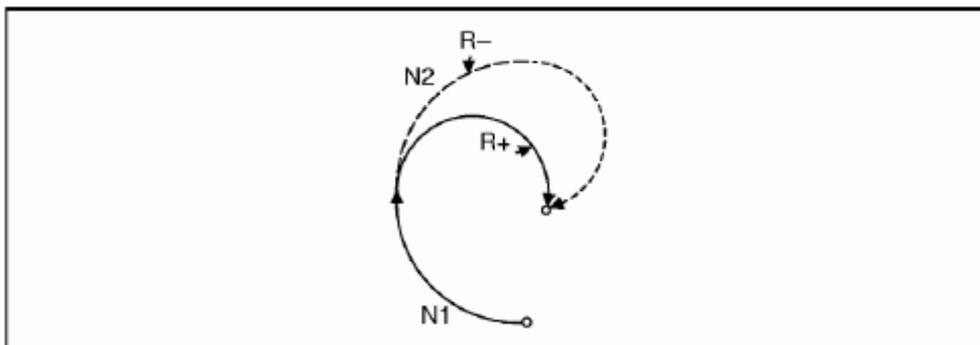


### Подробное описание 1 (автоматический расчет сопряжения двух дуг)

- (1) Ошибка программирования (P393) выдается перед первым кадром, если 2-й кадр не содержит абсолютное задание координат.
- (2) Ошибка программирования (P398) выдается перед первым кадром, если не установлено разрешение для геометрических команд IB
- (3) Ошибка программирования (P395) выдается перед первым кадром, если не задано R (здесь 1-й кадр задает P и Q (I, K)) или P и Q (I, K).
- (4) Выдается ошибка программирования (P396) перед первым кадром, если во втором кадре задана команда выбора другой плоскости (G17 - G19).
- (5) Выдается ошибка программирования (P397) перед первым кадром, если заданы две не соприкасающиеся дуги.
- (6) Точность расчета сопряжения равна  $\pm 1\mu\text{m}$  (дроби округлены).
- (7) Останов при покадровом режиме выполняется на 1-м кадре.
- (8) Если I или K опущены, значения рассматриваются как I0 и K0. P и Q нельзя опускать.
- (9) Погрешность, допустимая при сопряжении, задается параметром "#1084 RadErr".



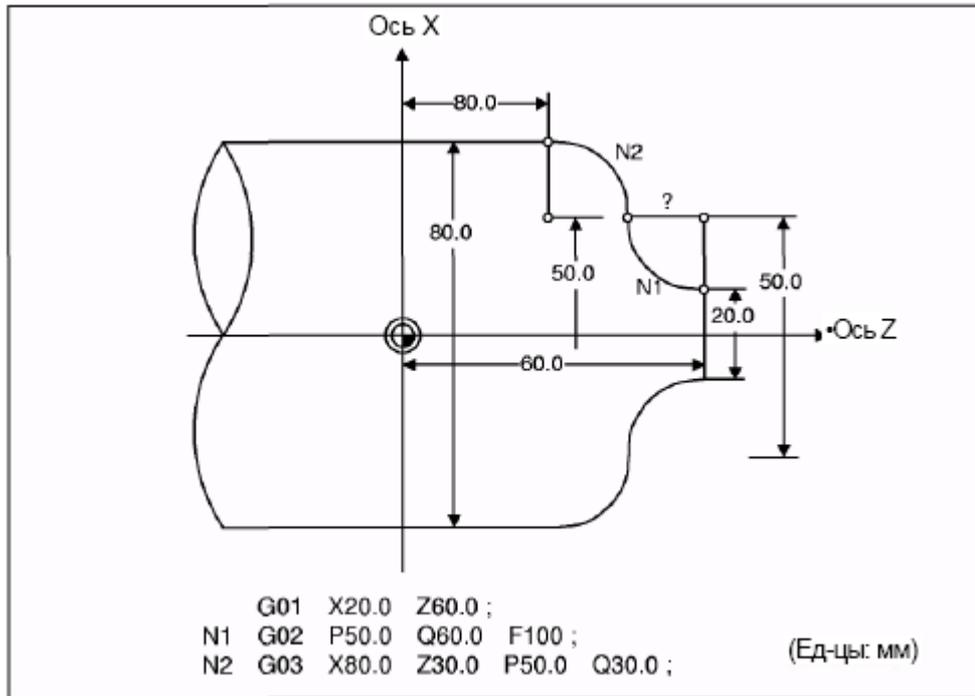
- (10) В кадре с заданием полного круга (начальная точка дуги = конечной точке дуги) задание дуги через R завершается немедленно и операция не выполняется. Поэтому следует использовать задание дуги через PQ (IK).
- (11) Модальные G-функции группы 1 в 1-ом / 2-м кадре могут быть опущены.
- (12) Адреса, используемые как имена осей, не могут использоваться в качестве командных адресов для координат центра дуги или радиуса дуги.
- (13) Если дуга 2-го кадра вписывается в дугу 1-го кадра, при этом второй кадр задает дугу через R, знак R+ будет заданием внутренней дуги, а знак R- будет заданием дуги внешней.



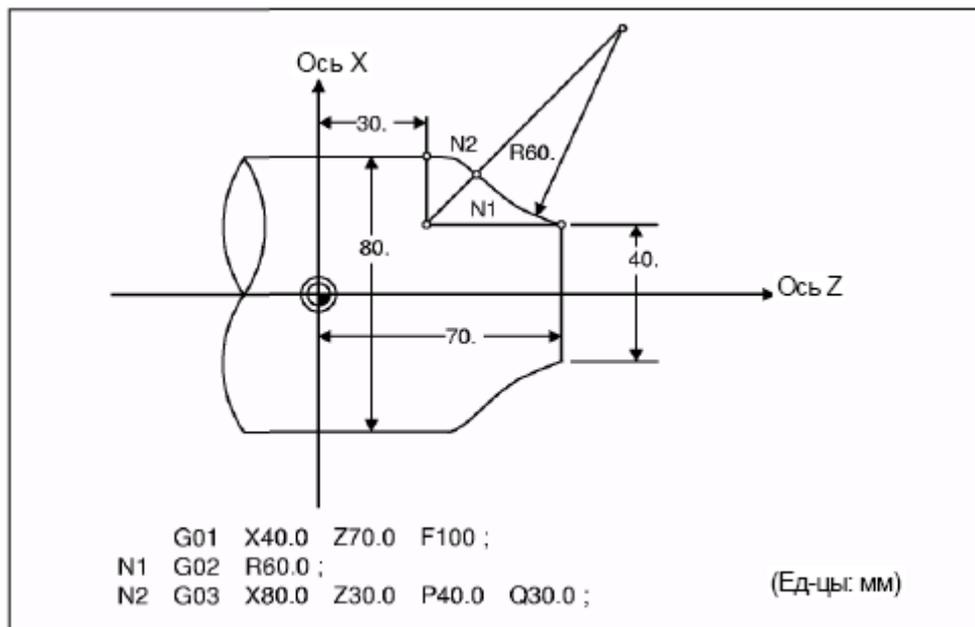


Пример программы 1 (автоматический расчет сопряжения двух дуг)

(1) Команды PQ, PQ



(2) Команды PQ, R





Связь с другими функциями 1 (автоматический расчет сопряжения двух дуг)

Команда	Траектория резца
<p>Геометрическая команда IB + снятие фаски II</p> <p>N1 G03 P__Q__ ;                      N2 G02 X__Z__R__,C__ ;                      G02 X__Z__R__ ;</p>	
<p>Геометрическая команда IB + скругление углов II</p> <p>N1 G03 P__Q__ ;                      N2 G02 X__Z__R__,R__ ;                      G02 X__Z__R__ ;</p>	
<p>Геометрическая команда IB + снятие фаски II</p> <p>N1 G03 P__Q__ ;                      N2 G02 X__Z__R__,C__ ;                      G01 X__Z__ ;</p>	
<p>Геометрическая команда IB + скругление углов II</p> <p>N1 G03 P__Q__ ;                      N2 G02 X__Z__R__,R__ ;                      G02 X__Z__ ;</p>	



#### Функция и назначение 2 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)

Если точка, в которой пересекаются прямая линия и дуга, не указана на чертеже, она может быть автоматически рассчитана при задании следующей программы.



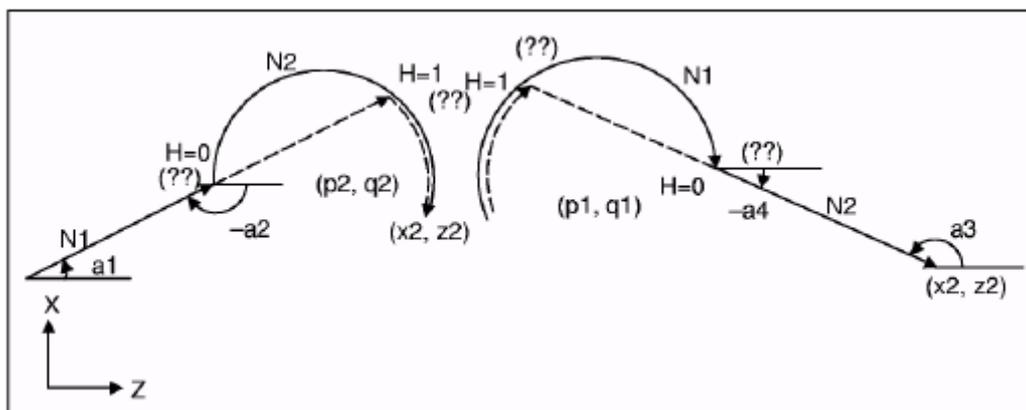
#### Формат команды 2 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»: для плоскости G18)

N1	G01	Aa <sub>1</sub> (A-a <sub>2</sub> ) Ff <sub>1</sub> ;
N2	G02 (G03)	Xx <sub>2</sub> Zz <sub>2</sub> Pp <sub>2</sub> Qq <sub>2</sub> Hh <sub>2</sub> Ff <sub>2</sub> ;
N1	G02 (G03)	Pp <sub>1</sub> Qq <sub>1</sub> Hh <sub>1</sub> (,Hh <sub>1</sub> ) Ff <sub>1</sub> ;
N2	G01	Xx <sub>2</sub> Zz <sub>2</sub> Aa <sub>3</sub> (A-a <sub>4</sub> ) Ff <sub>2</sub> ;
A	Угол прямой (-360.000° ÷ 360.000°)	
P, Q	Абсолютное значение координат центра дуги по X и Z (задание диаметра/радиуса) Адрес центра для 3-ей оси задается при помощи A.	
H(,H)	Вид пересечения прямая-дуга (0 : пересечение короткой линии, 1 : длинной линии)	

\* команды I и K (инкрементное значение координат центра круга по X и Z) могут задаваться вместо P и Q.

Дуга 1-го кадра : инкрементное задание радиуса от начальной точки до центра

Дуга 2-го кадра : инкрементное задание радиуса от конечной точки до центра



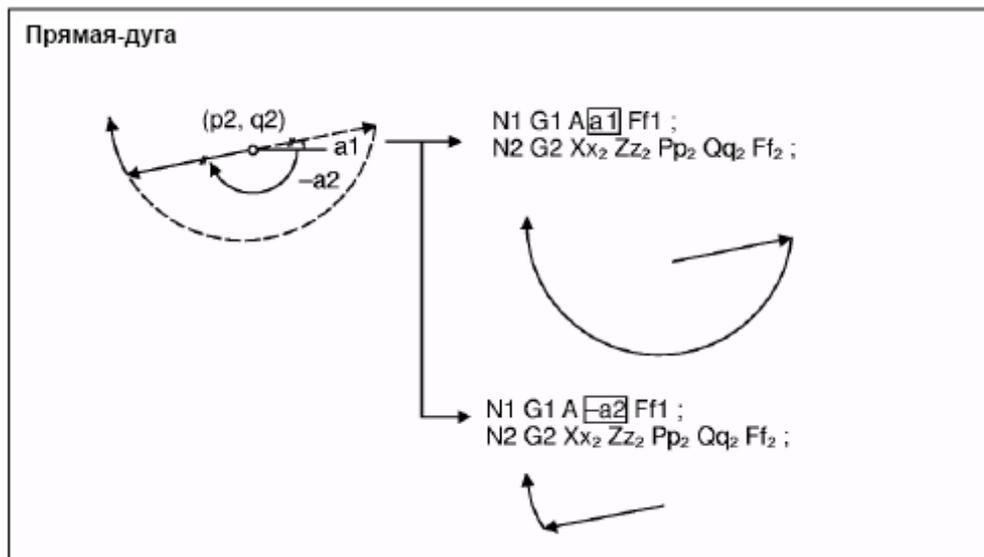


### Подробное описание 2 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)

- (1) Если адрес 2-й вспомогательной функции A, то 2-я вспомогательная функция будет действительной, а данная функция будет недействительной.
- (2) Ошибка программирования (P393) выдается перед первым кадром, если 2-й кадр не содержит абсолютное задание координат.
- (3) Ошибка программирования (P398) выдается перед первым кадром, если не установлено разрешение для геометрических команд IB.
- (4) Ошибка программирования (P395) выдается перед первым кадром, если не задано P и Q(I,K).  
Ошибка программирования (P395) также выдается, если не задан угол A для линии.
- (5) Выдается ошибка программирования (P396) перед первым кадром, если во втором кадре задана команда выбора другой плоскости (G17 - G19).
- (6) Выдается ошибка программирования (P397) перед первым кадром, если заданы прямая и дуга, не соприкасающиеся или не пересекающиеся.
- (7) Останов при покадровом режиме выполняется на 1-м кадре
- (8) Если I или K опущены, значения рассматриваются как I0 и K0. P и Q нельзя опускать.
- (9) Если опущено H, значение распознается как H0.
- (10) Точка сопряжения прямой – дуги автоматически рассчитывается при задании R вместо P и Q (I, K).
- (11) Погрешность, допустимая для пересечения, задается параметром "#1084 RadErr".
- (12) Угол наклона прямой определяется относительно горизонтальной оси. Угол против часовой стрелки (CCW) принимается за положительное значение (+). По часовой стрелке (CW) – за отрицательное (-).
- (13) Наклон линии может задаваться либо со стороны начальной точки, либо со стороны конечной точки прямой. Определение угла (относительно начальной или конечной точки) выполняется автоматически.



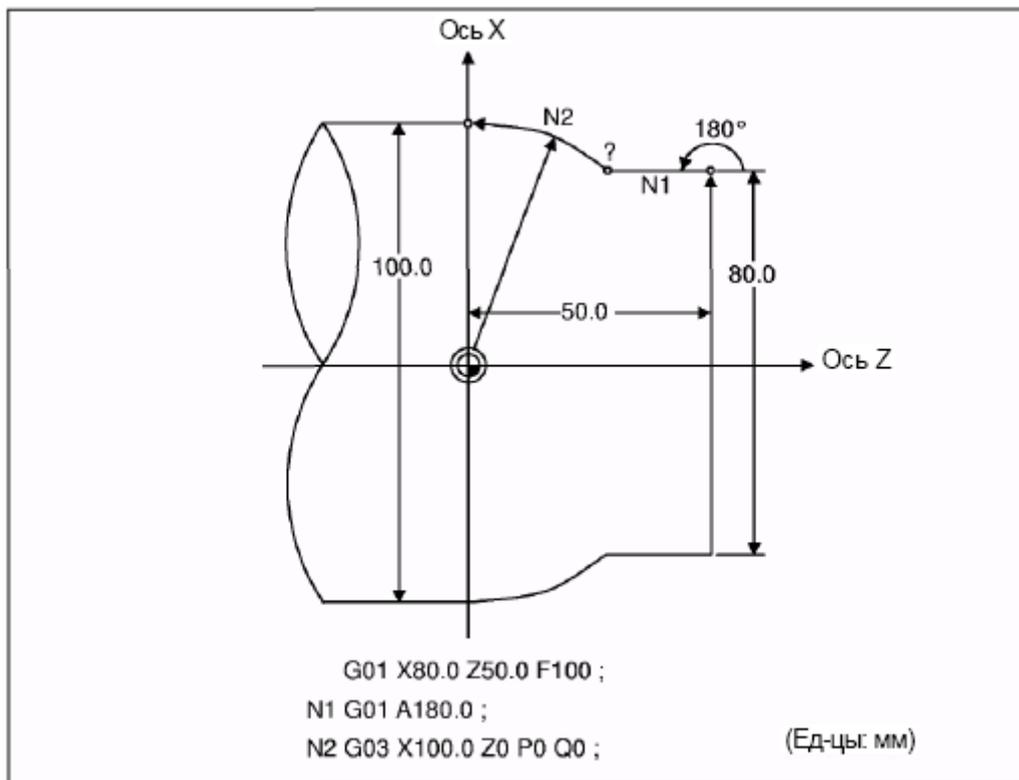
- (14) Если расстояния до точек пересечения прямой и дуги совпадают (как показано на схеме внизу), управление при помощи адреса N (выбор короткого/длинного отрезка) будет невозможно. В данном случае решение принимается исходя из угла линии.



- (15) Точность расчета пересечения равна  $\pm 1\mu\text{m}$  (дроби округлены).
- (16) В пересечениях “прямая – дуга” задание дуги может быть только через PQ (IK). Если начальная точка дуги = конечной точке дуги, дуга будет представлять собой полный круг.
- (17) Модальные G-функции в 1-ом кадре могут быть опущены.
- (18) Адреса, используемые как имена осей, не могут использоваться в качестве адресов задания углов, координат центра круга или выбора вида пересечения.
- (19) Если задана геометрическая команда IB, производится предварительное считывание двух кадров.



Пример программы 2 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)





Связь с другими функциями 2 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)

Команда	Траектория резца
Геометрическая команда IB + снятие фаски II N1 G01 A__C__; N2 G03 X__Z__P__Q__H__;	
Геометрическая команда IB + скругление углов II N1 G01 A__,R__; N2 G03 X__Z__P__Q__H__;	
Геометрическая команда IB + снятие фаски II N1 G01 A__; N2 G03 X__Z__P__Q__H__,C__; G01 X__Z__;	
Геометрическая команда IB + скругление углов II N1 G01 A__; N2 G03 X__Z__P__Q__H__,R__; G01 X__Z__;	
Геометрическая команда IB + снятие фаски II N1 G02 P__Q__H__; N2 G01 X__Z__A__,C__; G01 X__Z__;	
Геометрическая команда IB + скругление углов II N1 G02 P__Q__H__; N2 G01 X__Z__A__,R__; G01 X__Z__;	



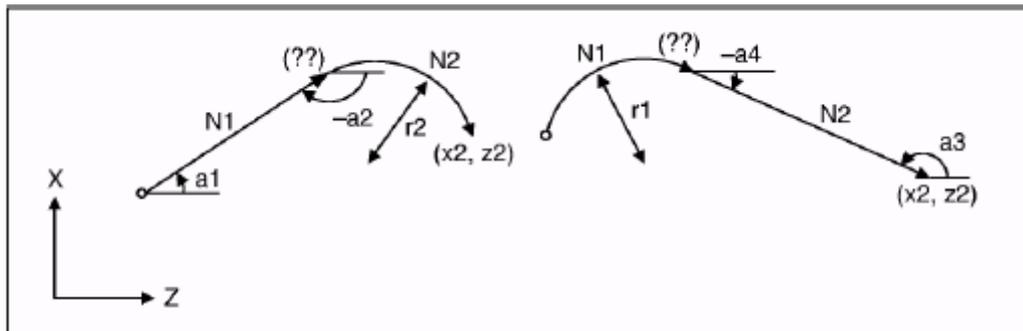
Функция и назначение 3 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)

Если точка, в которой пересекаются прямая линия и дуга, не указана на чертеже, она может быть автоматически рассчитана при задании следующей программы.



Формат команды 3 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»: для плоскости G18)

N1	G0	Aa <sub>1</sub> (A-a <sub>2</sub> ) Ff <sub>1</sub> ;
N2	G03 (G02)	Xx <sub>2</sub> Zz <sub>2</sub> Rr <sub>2</sub> ;
N1	G03 (G02)	Rr <sub>2</sub> Ff <sub>1</sub> ;
N2	G01	Xx <sub>2</sub> Zz <sub>2</sub> Aa <sub>3</sub> (A-a <sub>4</sub> ) Ff <sub>2</sub> ;
A		Угол наклона прямой (-360.000° ÷ 360.000°)
R		Радиус дуги





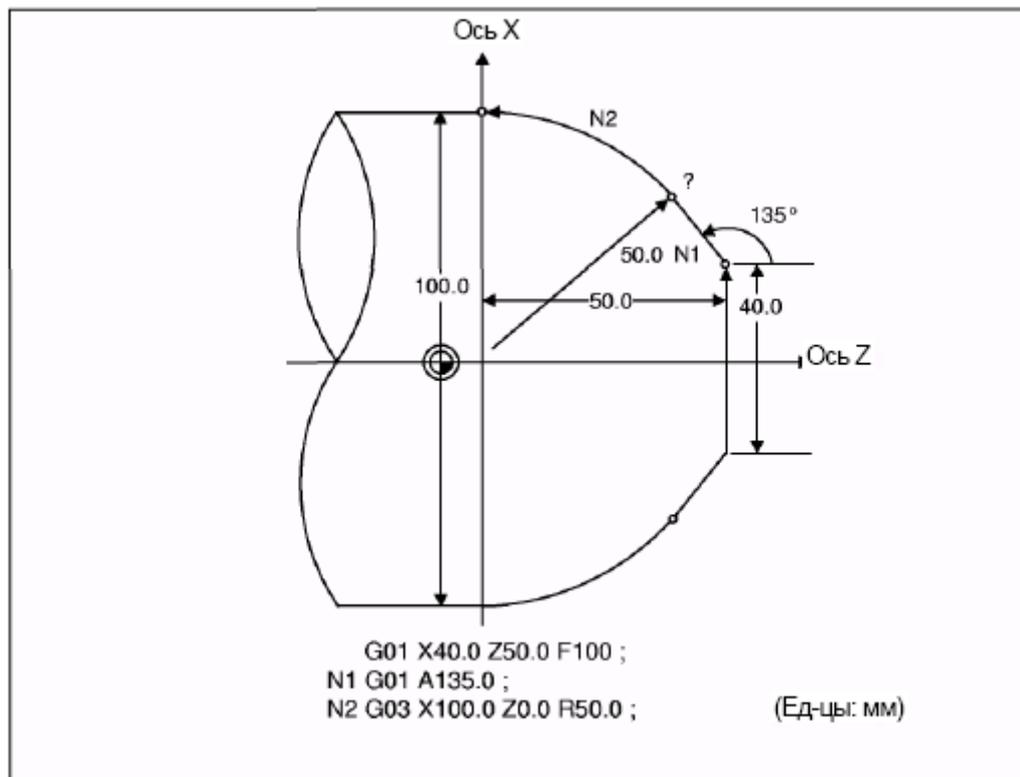
### Подробное описание 3 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)

- (1) Если адрес 2-й вспомогательной функции  $A$ , то 2-я вспомогательная функция будет действительной, а данная функция будет недействительной.
- (2) Ошибка программирования (P393) выдается перед первым кадром, если 2-й кадр не содержит абсолютное задание координат.
- (3) Ошибка программирования (P398) выдается перед первым кадром, если не установлено разрешение для геометрических команд IB.
- (4) Выдается ошибка программирования (P396) перед первым кадром, если во втором кадре задана команда выбора другой плоскости (G17 - G19).
- (5) Выдается ошибка программирования (P397) перед первым кадром, если заданы не соприкасающиеся прямая линия и дуга.
- (6) Ошибка программирования (P395) выдается перед первым кадром, если не задано  $R$  для второго кадра. Ошибка программирования (P395) также выдается, если не задан угол  $A$  для линии.
- (7) Останов при покадровом режиме выполняется на 1-м кадре.
- (8) Пересечение прямой – дуги автоматически рассчитывается при задании  $R$  вместо  $P$  и  $Q$  ( $I, K$ ).
- (9) Погрешность, допустимая для пересечения, задается параметром "#1084 RadErr".
- (10) Угол наклона прямой определяется относительно положительного направления горизонтальной оси. Против часовой стрелки (CCW) принимается за положительное значение (+). По часовой стрелке (CW) – за отрицательное (-).
- (11) Наклон линии может задаваться либо со стороны начальной точки, либо со стороны конечной точки прямой. Определение угла (относительно начальной или конечной точки) выполняется автоматически.
- (12) Точность расчета пересечения равна  $\pm 1 \mu\text{m}$  (дроби округлены).
- (13) При пересечениях прямая – дуга задание дуги может быть только через команду  $R$ . Поэтому если начальная точка дуги = конечной точке дуги, задание дуги завершается немедленно и операция не выполняется. (Задание полного круга невозможно.)
- (14) Модальные  $G$  – функции 1-й группы в 1-ом кадре могут быть опущены.
- (15) Адреса, используемые как имена осей, не могут использоваться в качестве адресов задания углов и радиуса.
- (16) Если задана геометрическая команда IB, производится предварительное считывание двух кадров.





Пример программы 3 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)





Связь с другими функциями 3 (автоматический расчет пересечения «прямая - дуга»)

Команда	Траектория резца
<p>Геометрическая команда IB + снятие фаски</p> <p>N1 G03 R__ ;                      N2 G01 X__ Z__ A__,C__ ;                      G01 X__ Z__ R__ ;</p>	
<p>Геометрическая команда IB + скругление углов</p> <p>N1 G03 R__ ;                      N2 G01 X__ Z__ A__,R__ ;                      G01 X__ Z__ ;</p>	
<p>Геометрическая команда IB + снятие фаски II</p> <p>N1 G01 A__ ;                      N2 G02 X__ Z__ R__,C__ ;                      G01 X__ Z__ ;</p>	
<p>Геометрическая команда IB + скругление углов II</p> <p>N1 G01 A__ ;                      N2 G02 X__ Z__ R__,R__ ;                      G01 X__ Z__ ;</p>	

## 13.15. Программный ввод параметров; G10, G11



## Функция и назначение

Параметры и установочные данные, которые вводятся с панели оператора, могут быть изменены и из программ обработки детали. Диапазон данных зависит от диапазона установки параметров, описанного в Руководстве по настройке.  
Формат данных, используемый для задания параметров, является следующим.



## Формат команды

## (1) Команда G10 L70

G10 L50 ; Команда начала ввода данных

P № параметра S № канала системы H □ □ данные ; ..... Битовый параметр

P № параметра S № канала системы D данные ; ..... Цифровое значение параметра

P № параметра S № канала системы <строка символов>. Символьная строка

G11.1 ; Отмена режима ввода данных (ввод данных завершен)

(Примечание 1) Последовательность адресов должна соответствовать указанному выше порядку.

Если адрес задан два или более раза, то действительна последняя команда.

(Примечание 2) № канала системы задаётся следующим образом: «1» для 1-ого канала, «2» для 2-ого канала и т.д.

Если адрес S опущен, команда выполняется для канала системы, выполняющего программу.

Для параметров, общих для каналов системы, задание № канала системы будет игнорировано.

(Примечание 3) № оси задаётся следующим образом: «1» для 1-ой оси, «2» для 2-ой оси и т.д.

Если адрес A опущен, то выбирается 1-ая ось.

Для параметров, общих для осей, задание № оси будет игнорировано.

(Примечание 4) Адрес H задается комбинацией данных (0 или 1) и бита (□) (0-7).

(Примечание 5) Только десятичное число может быть задано адресом D.

Значение, меньшее единицы задания (#1003 iunit), будет округлено до ближайшей единицы задания.

(Примечание 6) Строка символов должна быть заключена в скобки <>.

Если скобки отсутствуют, то возникнет ошибка программирования (P33).

Может быть задано до 63 символов.

(Примечание 7) Задавайте G10 L70, G11 в независимых кадрах, иначе возникнет ошибка программирования (P33, P421).

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.15. Программный ввод параметров

#### (2) Команда G10 L50

**G10 L50 ; Команда ввода данных**

**P** основной классификационный номер **N** номер данных **H** тип данных -бит ;

**P** основной классификационный номер **A** номер оси **N** номер данных **D** тип данных -байт ;

**P** основной классификационный номер **A** номер оси **N** номер данных **S** тип данных -слово ;

**P** основной классификационный номер **A** номер оси **N** номер данных **L** тип данных- двойное слово ;

**G11 ; Отмена режима ввода данных (ввод данных завершен)**

Существует 8 типов форматов данных, соответствующих виду параметров (для каждой оси – общие для всех осей) и виду данных, как показано ниже.

Общие для всех осей

Общий для осей параметр - бит

P \_\_\_ N \_\_\_ H□ \_\_\_ ;

Общий для осей параметр - байт

P \_\_\_ N \_\_\_ D \_\_\_ ;

Общий для осей параметр - слово

P \_\_\_ N \_\_\_ S \_\_\_ ;

Общий для осей параметр – двойное слово

P \_\_\_ N \_\_\_ L \_\_\_ ;

Для каждой оси

Для каждой оси параметр – бит

P \_\_\_ A \_\_\_ N \_\_\_ H□ \_\_\_ ;

Для каждой оси параметр – байт

P \_\_\_ A \_\_\_ N \_\_\_ D \_\_\_ ;

Для каждой оси параметр – слово

P \_\_\_ A \_\_\_ N \_\_\_ S \_\_\_ ;

Для каждой оси параметр – двойное

P \_\_\_ A \_\_\_ N \_\_\_ L \_\_\_ ;

**(Примечание 1)** Последовательность адресов должна соответствовать указанному выше порядку.

**(Примечание 2)** Смотри Таблицу 1 в Приложении, в которой показано соответствие P, N параметрам и данным

**(Примечание 3)** Для битовых параметров тип данных будет H□ (□ значение от 0 до 7).

**(Примечание 4)** Номер оси задается следующим способом: 1-я ось равна 1, 2-я ось равна 2, и так далее.

При использовании многоканальной системы 1-ая ось в каждой системе будет иметь номер 1, 2-ая ось – номер 2 и так далее.

**(Примечание 5)** Задавайте G10 L50, G11 в независимых кадрах, иначе возникнет ошибка программирования (P33, P421).



#### Пример программы

##### (Пример 1) Команда G10 L70

G10 L70;

P6401 H71 ; Запись "1" в "#6401 bit7".

P8204 S1 A2 D1.234 ; Запись "1.234" в #8204 2-ой оси 1-го канала системы

P8621 <X> ; Запись "x" в "#8621".

G11.1

##### (Пример 2) Команда G10 L50

G10 L50 ;

P8 N1 H21 ; Включить бит 2 в #6401

G11 ;

## 13.16. Макропрерывание



## Функция и назначение

Сигнал макропрерывания пользователя (UIT) принимается от станка для прерывания текущей программы, вместо нее вызывается и обрабатывается другая программа. Это называется функцией макропрерывания пользователя.

Применение данной функции позволяет достаточно гибко реагировать на изменяющиеся условия.



## Формат команды

**M96 P\_\_ H\_\_ ; Разрешение макропрерывания пользователя  
или M96 <имя файла> H\_\_ ;**

M96 Команда макропрерывания пользователя

P Номер программы прерывания

<имя файла> Имя файла

Имя файла может быть указано вместо № программы.

В этом случае следует заключить имя файла в скобки <>.

H Номер кадра последовательности прерывания

**M97 ; Запрещение макропрерывания пользователя**

M97 Команда завершения макропрерывания пользователя

Разрешение и запрещение макропрерывания пользователя устанавливается командами M96 и M97, которые разрешают или запрещают реагировать системе на сигнал макропрерывания пользователя (UIT). Это значит, что если сигнал прерывания (UIT) поступил от станка в период разрешенного макропрерывания пользователя, т.е. с момента задания M96 до момента задания M97 или сброса NC, макропрерывание пользователя приводит к выполнению программы, заданной через P\_ , вместо текущей программы.

Повторный сигнал прерывания (UIT) игнорируется, если одно макропрерывание пользователя уже обслуживается. Сигнал прерывания также игнорируется в режиме запрещения макропрерывания пользователя после задания команды M97 или сброса системы.

Обработка команд M96 и M97 происходит внутри системы, как M-команд управления макропрерыванием пользователя.



## Условия разрешения прерывания

Макропрерывание пользователя активируется только во время выполнения программы. Для макропрерывания пользователя действуют следующие требования:

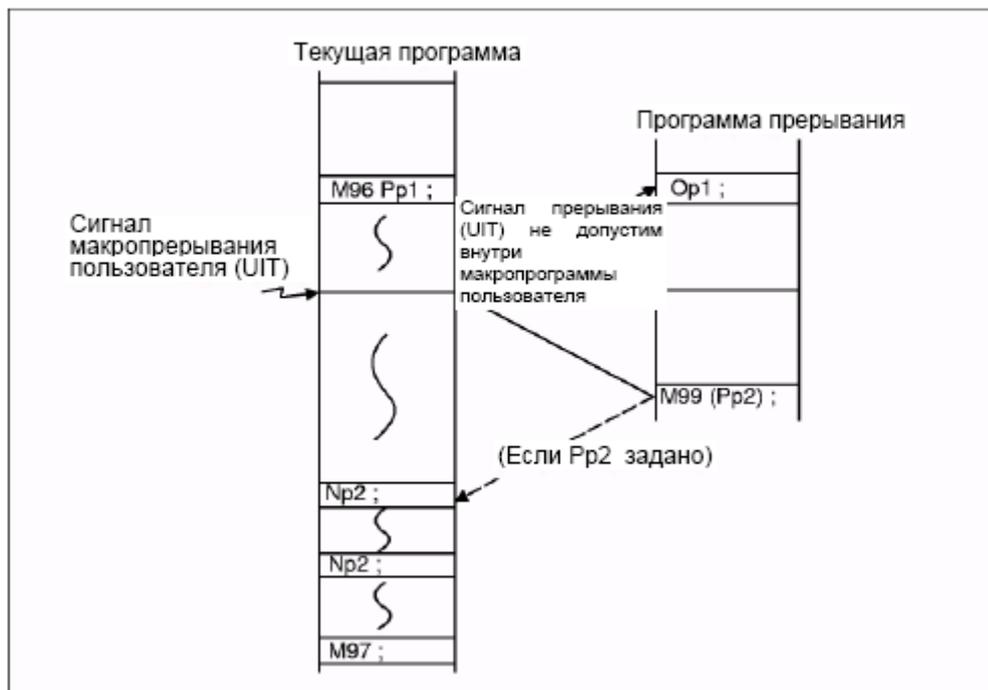
- (1) Выбран автоматический режим - MEMORY, MDI или TAPE.
- (2) Система обрабатывает программу в автоматическом режиме.
- (3) Не выполняется обработка макропрерывания пользователя.

**(Примечание 1)** Макропрерывание запрещено в ручном режиме - JOG, STEP, HANDLE, и т.д.)



#### Схема операций

- (1) Если сигнал макропрерывания пользователя (UIT) получен после задания команды M96 Pr1 текущей программой, то выполняется прерывание программы Op1. После задания команды M99 в программе прерывания управление возвращается основной программе.
- (2) Если задана команда M99 Pr2, то в кадрах, начиная со следующего за прерванным и до последнего, выполняется поиск кадра с номером Nr2. Если кадр не найден, то поиск осуществляется с начала программы до прерванного кадра. Таким образом управление будет передано кадру с номером Nr2, который будет найден первым при проведении указанного выше поиска.





#### Тип прерывания

Типы прерывания 1 и 2 можно выбрать при помощи параметра "#1113 INT\_2".

##### [Тип 1]

Когда поступает сигнал прерывания (UIT), система сразу же останавливает перемещение инструмента и прерывает выдержку времени, после чего запускает программу прерывания.

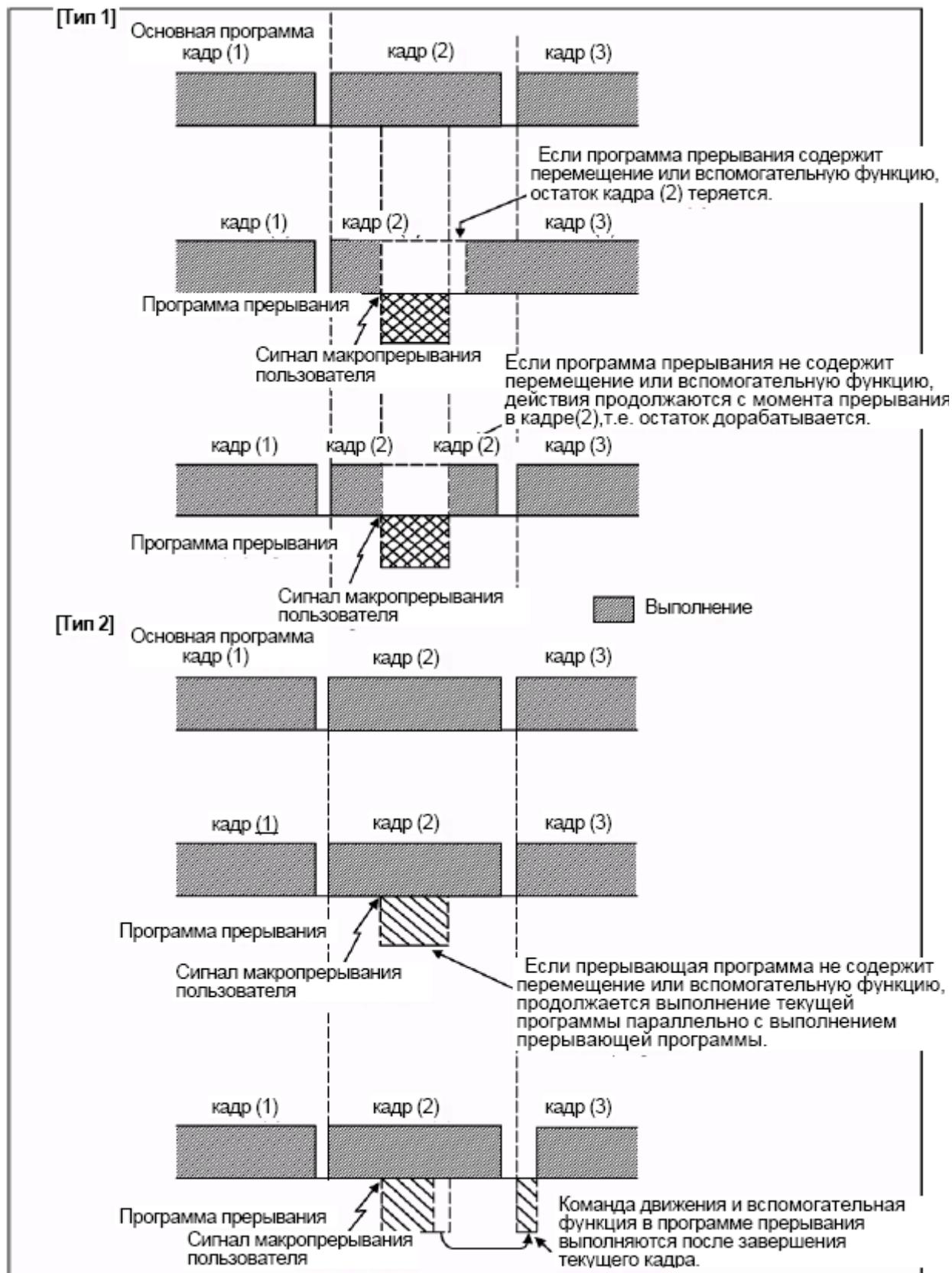
- Если программа прерывания содержит команды перемещения или вспомогательных функций (MSTB), команды прерванного кадра отменяются. После завершения программы прерывания основная программа будет продолжена с кадра, следующего за прерванным.
- Если прерванная программа не содержит команды перемещения или вспомогательных функций (MSTB), после завершения программы прерывания действия будут продолжены с того места в кадре, где произошло прерывание.

Если сигнал прерывания (UIT) получен при выполнении вспомогательной функции (MSTB), система NC будет ждать сигнала завершения (FIN). Таким образом, система будет выполнять команду движения или вспомогательной функции (MSTB) в программе прерывания только после получения FIN.

##### [Тип 2]

- При получении сигнала прерывания (UIT) программа прерывания будет выполняться параллельно с обработкой текущего кадра.
- Если программа прерывания содержит команды перемещения или вспомогательные функции (MSTB), то эти команды будут выполняться после завершения команд в прерванном кадре.
- Если программа прерывания не содержит команды перемещения или вспомогательных функций (MSTB), то она выполняется без прерывания текущей программы.

Однако если программа прерывания не будет завершена к моменту окончания прерванного кадра, система может временно приостановить обработку.



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.16. Программный ввод параметров



##### Способ вызова

Макропрерывания пользователя разделяются на следующие два типа в зависимости от способа вызова программы прерывания. Эти два типа прерывания выбираются при помощи параметра "#1229 set01/bit0".

- a. Подпрограммный тип прерывания
- b. Макротип прерывания

Оба типа прерывания включены в расчет уровня вложений. Подпрограммы и макросы пользователя, вызванные в программе прерывания, также включены в расчет уровня вложений.

Подпрограммный тип прерывания	Программа макропрерывания пользователя вызывается как подпрограмма. Как и при вызове через M98, уровень локальной переменной остается без изменений до и после прерывания
Макротип прерывания	Программа макропрерывания пользователя вызывается как макрос пользователя. Как и при вызове через G65, уровень локальной переменной изменяется до и после прерывания. Аргументы в основной программе не могут быть переданы в программу прерывания.

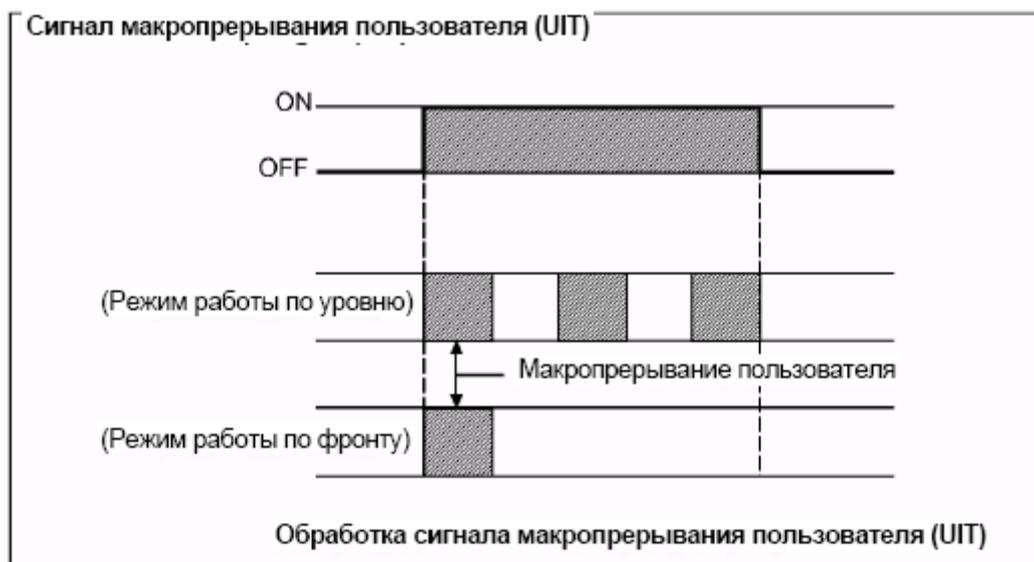


##### Обработка сигнала макропрерывания пользователя (UIT)

Сигнал макропрерывания пользователя (UIT) обрабатывается двумя способами. Выбор способа определяется параметром "#1112 S\_TRG".

- a. Режим работы по уровню
- b. Режим работы по фронту

Режим работы по уровню	Если сигнал прерывания (UIT) имеет высокий активный уровень при разрешенной функции макропрерывания пользователя (M96), то запускается программа прерывания. Если высокий активный уровень сигнала прерывания (UIT) сохраняется, программа прерывания может выполняться повторно.
Режим работы по фронту	Программа прерывания запускается по нарастающему (переднему) фронту сигнала макропрерывания пользователя (UIT). Данный режим нужен для однократного выполнения программы прерывания.



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.16. Программный ввод параметров



#### Возврат из макропрерывания пользователя

##### M99 (P\_) ;

Команда M99 задается в программе прерывания для возврата в основную программу. Адрес P используется для задания номера последовательности возврата в основной программе. В кадрах, начиная от следующего за прерванным и до последнего кадра в программе, происходит поиск кадра с номером Nr2. Если его найти не удалось, происходит поиск в кадрах, предшествующих прерванному кадру. Таким образом, управление передается кадру с номером Nr2, который будет найден первым при указанном поиске. (Аналогично M99 P\_, используемой после вызова M98.)



#### Влияние макропрерывания пользователя на модальные данные

Если модальные данные изменяются программой прерывания, то могут быть следующие варианты при передаче управления от подпрограммы к основной программе.

Возврат при помощи M99 ;	Изменение модальных данных программой прерывания отменяется, после чего происходит восстановление исходных модальных данных. Однако для типа прерывания 1, если программа прерывания содержит команду движения или вспомогательную функцию (MSTB), исходные модальные данные не восстанавливаются.
Возврат при помощи M99 P_ ;	Модальные данные, измененные в программе прерывания, сохраняются даже после возврата в основную программу. Это аналогично возврату по M99 P_ ; из программы, вызванной при помощи M98.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.16. Программный ввод параметров



#### Переменные модальных данных (#4401 - #4520)

Модальные данные при передаче управления программе макропрерывания пользователя можно просмотреть при чтении системных переменных #4401 - #4520. Действуют единицы, заданные командой.

Системная переменная	Модальные данные
#4401 ~ #4421	G код (группа 01 – группа 21)
#4507	D код
#4509	F код
#4511	H код
#4513	M код
#4514	Номер последовательности
#4515	Номер программы
#4519	S код
#4520	T код

Некоторые группы не используются

Указанные выше системные переменные доступны только в программе макропрерывания пользователя. Если они используются в других программах, Выдается ошибка программирования (P241).

**(Примечание 1)** Программы, зарегистрированные как файлы. При прочтении № программы (имени файла) с помощью #4515, строка символов будет преобразована в число.

**(Пример 1)** Имя файла "123" является строкой символов 0x31, 0x32, 0x33, поэтому значение будет равно  $(0x31-0x30)*100 + (0x32-0x30)*10 + (0x33-0x30) = 123.0$ .

Следует отметить, что если имя файла содержит символы, отличные от цифр, оно будет равно «пусто».

**(Пример 2)** Если имя файла "123ABC", оно содержит символы, отличные от цифр, то результатом будет «пусто».



#### Номер M - функции для управления макропрерыванием пользователя

Управление макропрерыванием пользователя осуществляется при помощи M96 и M97. Однако данные команды уже могут быть использованы для других операций. Специально для такого случая данные командные функции могут быть назначены другим M-командам. (Это делает программы несовместимыми.)

Управление макропрерыванием пользователя при помощи альтернативных M-функций возможно при установке номеров альтернативных M-функций в параметрах "#1110 M96\_M" и "#1111 M97\_M" и при задании разрешения работы с альтернативными функциями в параметре "#1109 subs\_M".

(M - функции 03 – 97, кроме 30, доступны для данных целей.)

Если параметр "#1109 subs\_M", используемый для активации альтернативных M-функций, не выбран, функции M96 и M97 остаются действительными для управления макропрерыванием пользователя.

В любом случае, M-функции для управления макропрерыванием пользователя обрабатываются внутри и не выводятся из системы.



#### Параметры

- (1) Способ вызова подпрограммы "#1229 set01/bit 0"
  - 1 : Подпрограммный тип макропрерывания пользователя
  - 0 : Макротип макропрерывания пользователя
- (2) Режим работы с сигналом прерывания "#1112 S\_TRG"
  - 1 : Режим работы по уровню
  - 0 : Режим работы по фронту
- (3) Тип прерывания "#1113 INT\_2"
  - 1 : Программа прерывания выполняется после завершения выполнения текущего кадра. (Тип 2)
  - 0 : Программа прерывания выполняется до завершения выполнения текущего кадра (Тип 1)
- (4) Разрешение альтернативных номеров M-функций для управления макропрерыванием пользователя "#1109 subs\_M"
  - 1 : Действительно
  - 0 : Недействительно
- (5) Альтернативные номера M-функций для макропрерывания пользователя
  - M – функция разрешения прерывания (эквивалент M96) "#1110 M96\_M"
  - M – функция запрещения прерывания (эквивалент M97) "#1111 M97\_M"



#### Ограничения

- (1) Если программа макропрерывания пользователя использует системные переменные от #5001 и далее (данные позиции) для считывания координат, то при этом используются координаты, предварительно считываемые в буфер.
- (2) Если произошло прерывание во время выполнения коррекции диаметра инструмента, должен быть указан номер последовательности (M99 P\_ ; ) в команде возврата из программы макропрерывания пользователя. Если номер последовательности не указан, невозможен штатный возврат в основную программу.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.17. Возврат в позицию смены инструмента

#### 13.17. Возврат в позицию смены инструмента; G30.1 ~ G30.5



##### Функция и назначение

Определив позицию смены инструмента в параметре (#8206 TOOL CHG.P) и задав в программе обработки команду возврата в позицию смены, можно выполнить процедуру смены инструмента в наиболее подходящей для этой позиции.

Оси, которые должны выйти в позицию смены инструмента, а также очередность, в которой будет происходить выход, могут быть заданы командами.



##### Формат команды

- (1) Формат команд возврата в позицию смены инструмента является следующим.

<b>G30.n ;</b> n = 1 - 5    Определение осей, которые выходят в позицию смены и очередность, в которой будет производиться выход.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

##### Команды и очередность возврата

Команда	Очередность возврата
G30.1	Только ось X    ( → дополнительная ось)
G30.2	Только ось Z    ( → дополнительная ось)
G30.3	Ось X → ось Z    ( → дополнительная ось)
G30.4	Ось Z → ось X    ( → дополнительная ось)
G30.5	Ось X • ось Z    ( → дополнительная ось)

- (Примечание 1) Стрелка (→) указывает очередность возврата осей. Знак (•) означает, что возврат осей начнется одновременно.

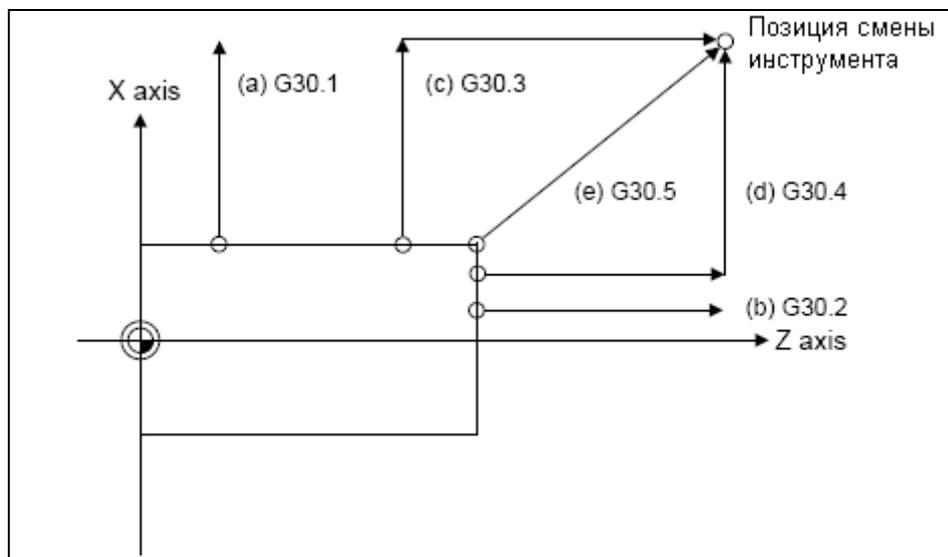
**Пример :** "Ось Z → ось X " указывает на то, что сначала ось Z вернется в позицию смены, а затем ось X.

- (2) Разрешение / запрещение возврата в позицию смены инструмента дополнительной оси может быть задано через параметр "#1092 Tchg\_A". Что касается очередности возврата в позицию смены инструмента, то возврат дополнительной оси будет выполняться после того, как завершится возврат стандартной оси (смотри приведенную выше таблицу). Когда имеются две дополнительные оси, то они будут одновременно возвращаться в позицию после того, как стандартная ось завершит возврат в позицию смены инструмента.  
Дополнительная ось в отдельности не может вернуться в позицию смены инструмента.
- (3) Если адрес оси задан в одном кадре с командой возврата в позицию смены инструмента, то возникнет ошибка программирования (P33).



### Детальное описание

- (1) На следующей схеме показан пример выполнения команды возврата в позицию смены инструмента.



- (а) Команда G30.1:  
Только ось X вернется в позицию смены инструмента. (Если возврат в позицию смены инструмента задан для дополнительной оси, дополнительная ось также возвращается в позицию, но после того, как ось X достигнет позиции смены инструмента.)
- (б) Команда G30.2:  
Только ось Z вернется в позицию смены инструмента. (Если возврат в позицию смены инструмента задан для дополнительной оси, дополнительная ось также возвращается в позицию, но после того, как ось Z достигнет позиции смены инструмента.)
- (в) Команда G30.3:  
Ось X вернется в позицию смены инструмента, затем ось Z сделает то же самое. (Если возврат в позицию смены инструмента задан для дополнительной оси, дополнительная ось также возвращается в позицию, но после того, как оси X и Z достигнут позиции смены инструмента.)
- (г) Команда G30.4:  
Ось Z вернется в позицию смены инструмента, затем ось X сделает то же самое. (Если возврат в позицию смены инструмента задан для дополнительной оси, дополнительная ось также возвращается в позицию, но после того, как оси X и Z достигнут позиции смены инструмента.)
- (д) Команда G30.5:  
Оси X и Z вернутся в позицию смены инструмента одновременно. (Если возврат в позицию смены инструмента задан для дополнительной оси, дополнительная ось также возвращается в позицию, но после того, как оси X и Z достигнут позиции смены инструмента.)

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.17. Возврат в позицию смены инструмента

- (2) После того, как все заданные по команде G30.n выходы в позицию смены инструмента завершены, выдается (ВКЛ) сигнал завершения возврата в позицию смены инструмента TCP (XC93). Если одна из осей, которые вернулись в позицию смены инструмента после выполнения команды G30.n, покинет позицию смены инструмента, сигнал TCP выключается.

(По команде G30.3, например, сигнал TCP выдается, если ось Z достигла позиции смены инструмента после выполнения этой же операции осью X (после возврата в позицию смены инструмента дополнительной оси, если для нее включен параметр выхода в позицию смены инструмента). Затем сигнал TCP будет снят, если ось X или Z покинет данную позицию. Если возврат в позицию смены инструмента будет включен для дополнительной оси параметром "#1092 Tchg\_A", сигнал TCP включается, если дополнительная ось или оси достигли позиции смены инструмента после того, как эту операцию выполнили стандартные оси. Производится отключение сигнала, если одна из осей X, Z или одна из дополнительных осей покинет данную позицию.)



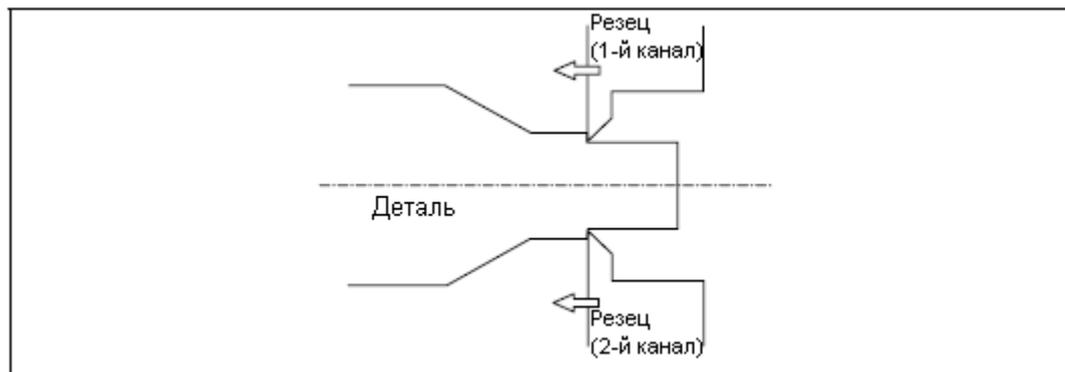
- (3) Данные коррекции инструмента, такие как, смещение по длине инструмента и коррекция по износу вершины инструмента, временно отменяются по команде возврата в позицию смены инструмента. Исполнительный орган станка переместится в позицию смены инструмента, заданную в параметрах. Но так как величина коррекции инструмента сохранена в памяти, то по следующей команде движения исполнительный орган станка выйдет в позицию с применением коррекции инструмента.
- (4) Команда выполняется с разделением действий для каждой оси. Если данная команда задана во время покадрового режима, будет производиться останов по концу кадра каждый раз, когда произойдет возврат одной оси в позицию смены инструмента. Чтобы произвести возврат следующей оси, необходимо задать пуск цикла.

## 13.18. Сбалансированная резка; G15, G14



## Функция и назначение

Время запуска операции в 1-ом и 2-ом каналах системы может быть синхронизировано.



При токарной обработке относительно тонкой и длинной детали возникает возможность прогиба детали, что недопустимо при высокоточной обработке.

В этом случае, если резцы перемещаются одновременно с обеих сторон детали, и деталь обрабатывается двумя резцами одновременно (сбалансированная резка), то прогиб детали устраняется. Более того, время обработки двумя резцами будет меньше времени той же обработки одним резцом.

С помощью этой функции перемещение двух резцов, принадлежащих разным каналам системы, может быть полностью синхронным, таким образом выполняется следующий тип обработки.



## Формат команды

<b>G15 ;</b>	
<b>G14 ;</b>	
G15	Команда включения сбалансированной резки (модальная)
G14	Команда отмены сбалансированной резки (модальная)

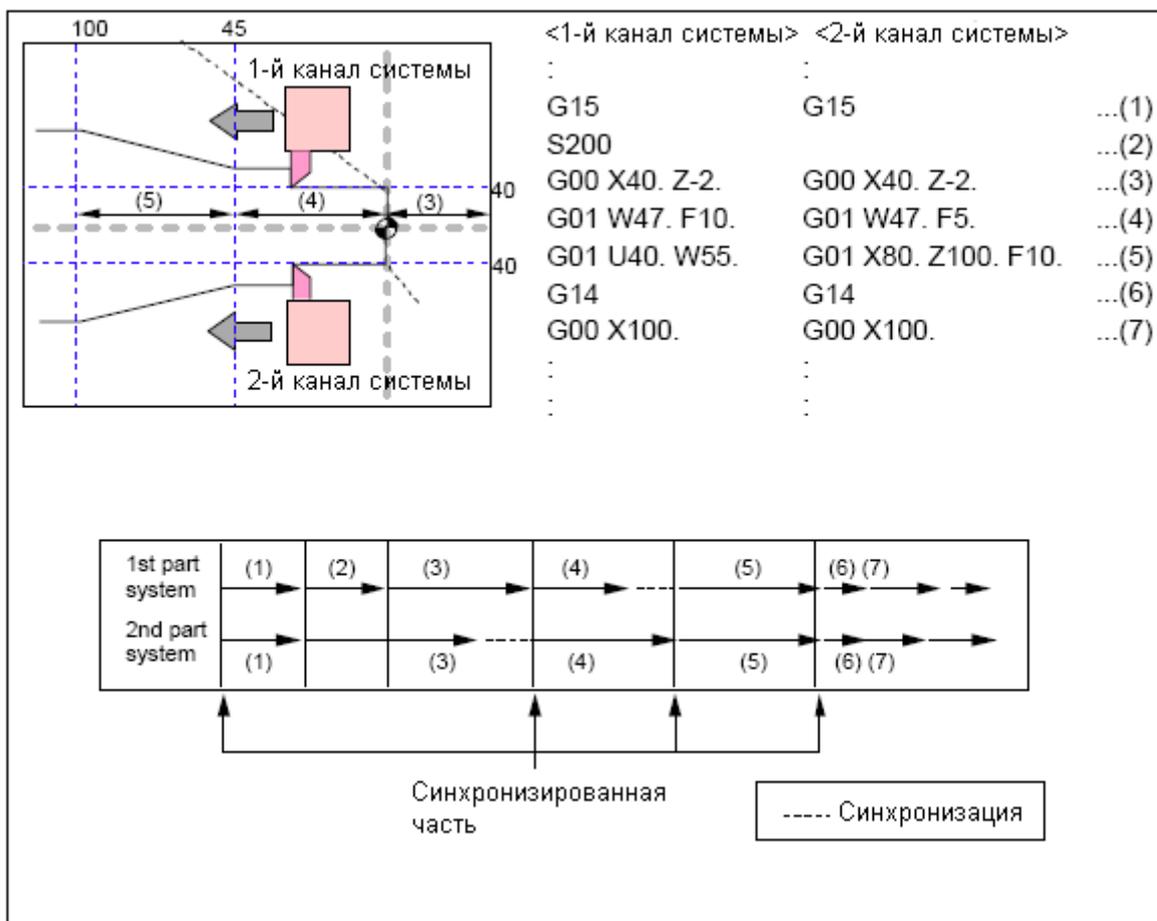


## Детальное описание

- (1) Задавайте G15 и G14 в отдельных кадрах.
- (2) G15 и G14 являются модальными командами. В начальном состоянии системы ЧПУ сбалансированная резка выключена (режим G14).
- (3) При задании G15 перемещения во всех кадрах со скоростью рабочей подачи будут отложены, пока не будет задана G14 или пока не произойдет сброс системы.
- (4) Если G15 или G14 заданы в одном канале системы, перемещения не произойдет, пока не будет задана та же команда G в другом канале системы.
- (5) При выполнении вызова подпрограммы, макровывоза или прерывания ПЛК команда рабочей подачи в кадре, который вызывает подпрограмму, будет расценена одним кадром и будет синхронизирована.
- (6) После задания G14 в обоих каналах системы, 1-й и 2-ой каналы будут работать независимо.



Пример операции

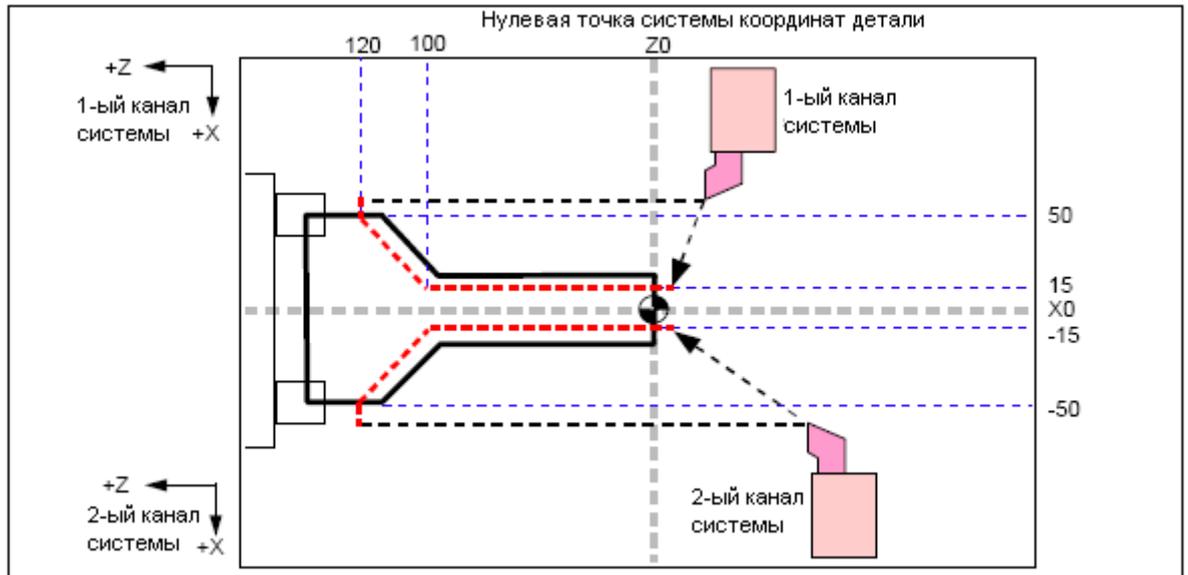


- (1) Включена сбалансированная резка командой G15.
- (2) (3) Команды S и команды быстрого хода не синхронизируются, поэтому операция ожидает в (4).
- (4) Сначала завершается операция в 1-м канале системы, но так как в следующем кадре есть команда рабочей подачи, то операция ожидает в начале (5).
- (5) Начинается совместная обработка одновременно 1-ым и 2-ым каналом системы.
- (6) Сбалансированная резка выключается командой G14.
- (7) Каждый канал системы действует независимо после этого.



Пример программы

Ниже приведен пример программы для обработки тонкой длинной детали с помощью сбалансированной резки на токарном станке с одним шпинделем и 2-мя суппортами.



Программа 1-го канала системы

Программа 2-го канала системы

```
G28 XZ ;
S100 T0101 ;
G15 ;
G00 X15 Z-3 ;
G01 Z100 F0.2 ;
X50 Z120 ;
X52 ;
G14 ;
G28 XZ ;
M30 ;
```

```
G28 XZ ;
T0101 ;
G15 ;
G00 X15 Z-3 ;
G01 Z100 F0.2 ;
X50 Z120 ;
X52 ;
G14 ;
G28 XZ ;
M30 ;
```



## Меры предосторожности

**(1) Синхронизация во время движения**

Эта функция одновременно запускает рабочую подачу для обоих каналов системы. Следующая синхронизация изменится, в соответствии с величиной перемещения, скоростью подачи и т.п., поэтому не может быть гарантирована. Для полностью синхронного перемещения значения рабочей подачи и величин перемещения должны быть заданы одинаковыми. Следует отметить, что даже если условия выше совпадают, возможны случаи, когда точная обработка, такая как нарезание резьбы, не может быть выполнена.

**(2) Количество блоков обработки в режиме сбалансированной резки**

Если G14 сначала задана в одном канале системы, а другой канал выполняет обработку, то первый канал системы войдет в состояние ожидания синхронизации. Выполнение не перейдет на следующий кадр в этом случае. При задании сбалансированной резки следует убедиться, что задано одинаковое количество кадров обработки в обоих каналах системы между включением и выключением режима сбалансированной резки.

<1-ый канал системы>	<2-ой канал системы>	Режим сбалансированной резки отменяется с помощью G14 сначала во 2-ом канале системы, так что 1-й канал входит в состояние ожидания синхронизации.
:	:	
N20 G15	N20 G15	
N30 G00 X40. Z0.	N30 G00 X-40. Z250.	
N40 G01 W-30. F1000	N40 G01 W-130. F500	
N50 G01 U40. W-70.	N50 G01 X-80. Z50. F1000	
N60 G01 W-20.	N60 G14	← Состояние ожидания синхронизации также будет активно, если только в одном канале был выполнен сброс.
N70 G14	N70 S200	
N80 G01 X120. Z30.	N80 G00 X-100.	
:	:	

**(3) Использование команды с синхронизацией между каналами системы**

Если один канал системы ожидает синхронизации после команды синхронизации каналов, и другой канал системы входит в состояние ожидания синхронизации по команде G15, то оба канала будут в режиме ожидания и не перейдут к следующему кадру. Следует задавать команды таким образом, чтобы ожидание синхронизации по G15 и ожидание синхронизации по команде синхронизации между каналами не возникали одновременно.

**(4) Команда синхронизации между каналами системы в режиме сбалансированной резки**

При задании команды синхронизации между каналами системы в режиме сбалансированной резки, она будет воспринята как задание одного кадра без перемещения и не будет синхронизована.

**(5) Условия выдачи аварийных сигналов для G15 и G14**

- Для одноканальной системы  
Возникает ошибка программирования (P34) в случае задания G15 или G14 в одноканальной системе.
- Задание в режиме фрезерования  
Возникнет ошибка программирования (P481) в случае задания G15 или G14 в режиме фрезерования.

**(6) Условия игнорирования G15 и G14**

Если команда G14 задана при отсутствии задания G15 (т.е. когда сбалансированная резка выключена, то кадр G14 будет воспринят как не подлежащий обработке.

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

#### ВНИМАНИЕ

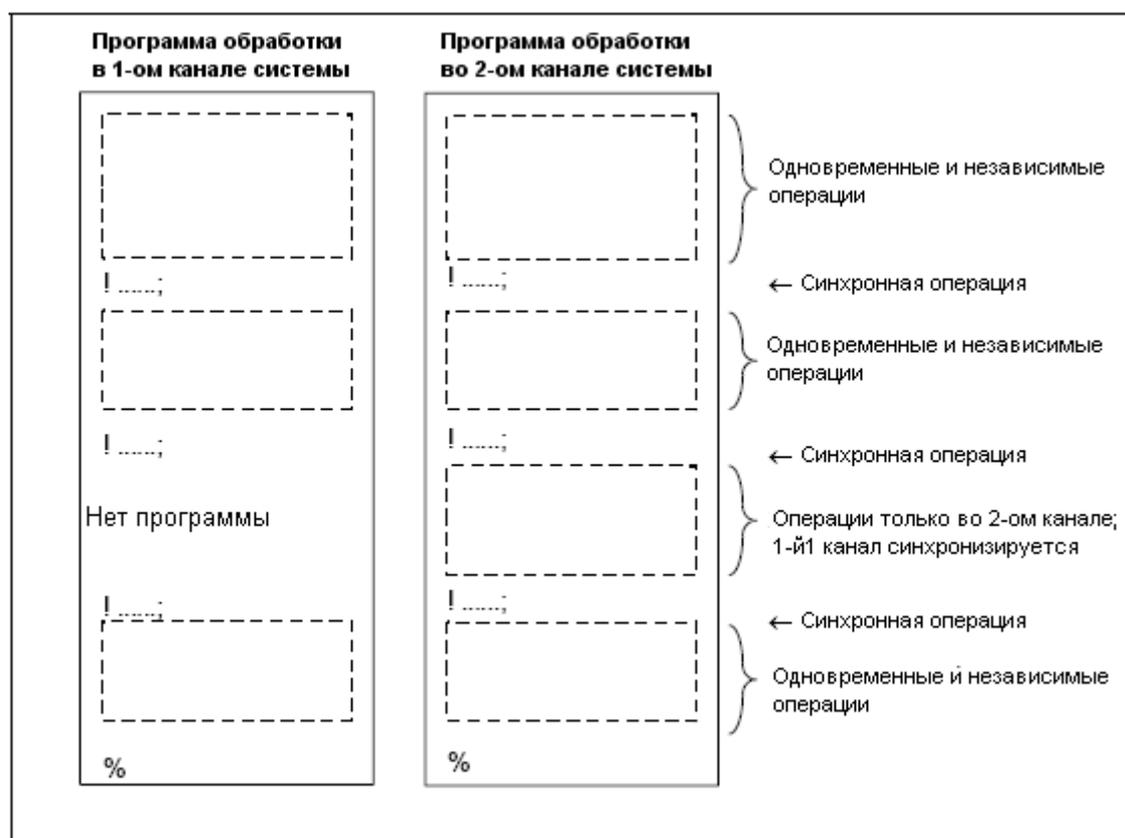
 При программировании многоканальных систем будьте очень внимательны к перемещениям, выполняемым в других каналах системы.

#### 13.19.1. Код ожидания синхронизации (Код !)



#### Функция и назначение

Многоосевая многоканальная сложная система ЧПУ может одновременно выполнять несколько независимых программ обработки. Функция синхронизации-между-каналами-системы используется в случаях, когда на определенном этапе обработки, действия 1-го и 2-го каналов системы должны быть синхронными или в случаях, когда необходимы операции только в одном канале.



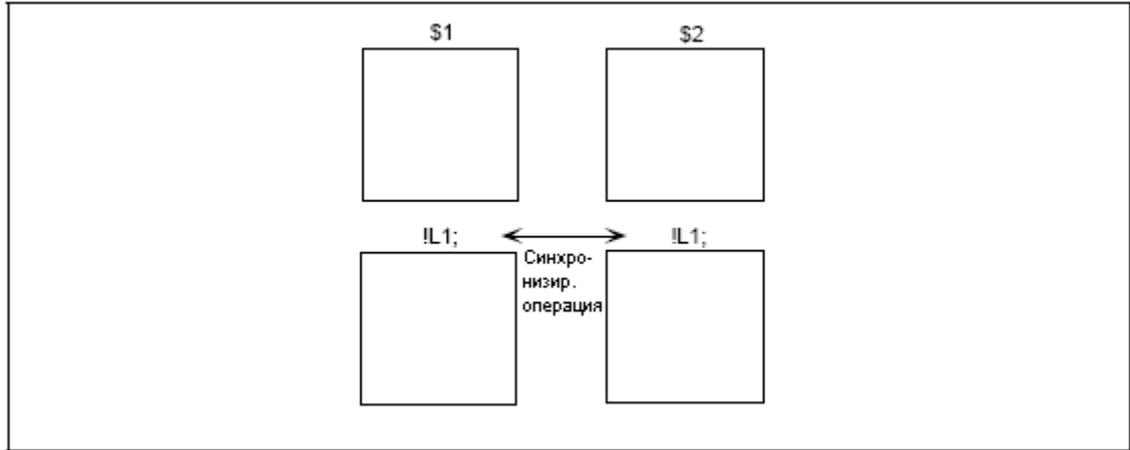
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.19. Синхронизация между каналами системы



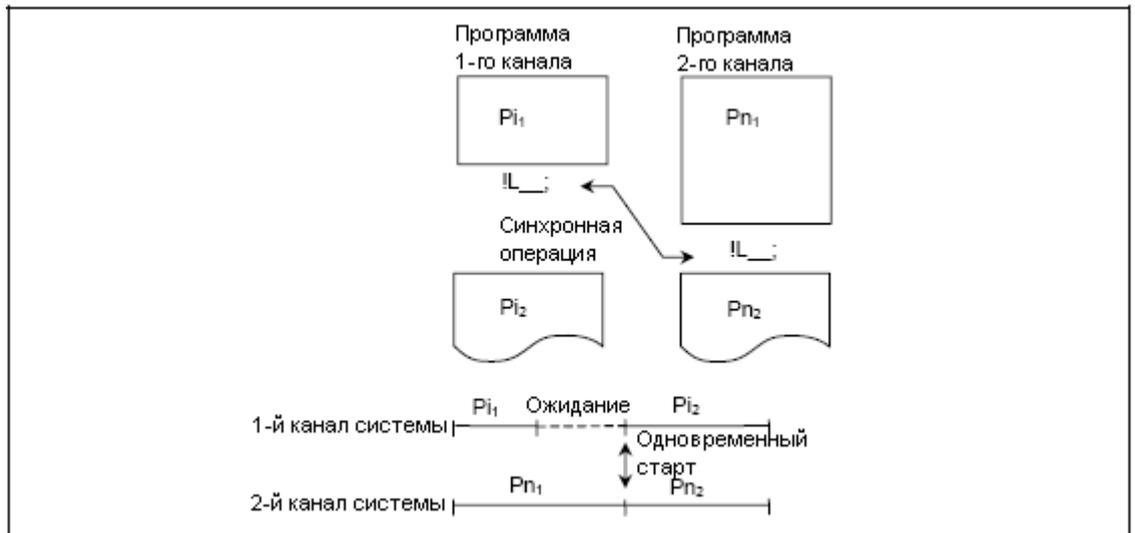
##### Формат команды

!L\_ ;  
L : № синхронизации от 1 до 9999



##### Детальное описание

- (1) Если !L\_ задана в одном канале системы, то выполнение программы первого канала будет ожидать команды !L\_ в другом канале системы. Как только будет задана !L\_ в другом канале, программы в обоих каналах системы начнут выполняться одновременно.



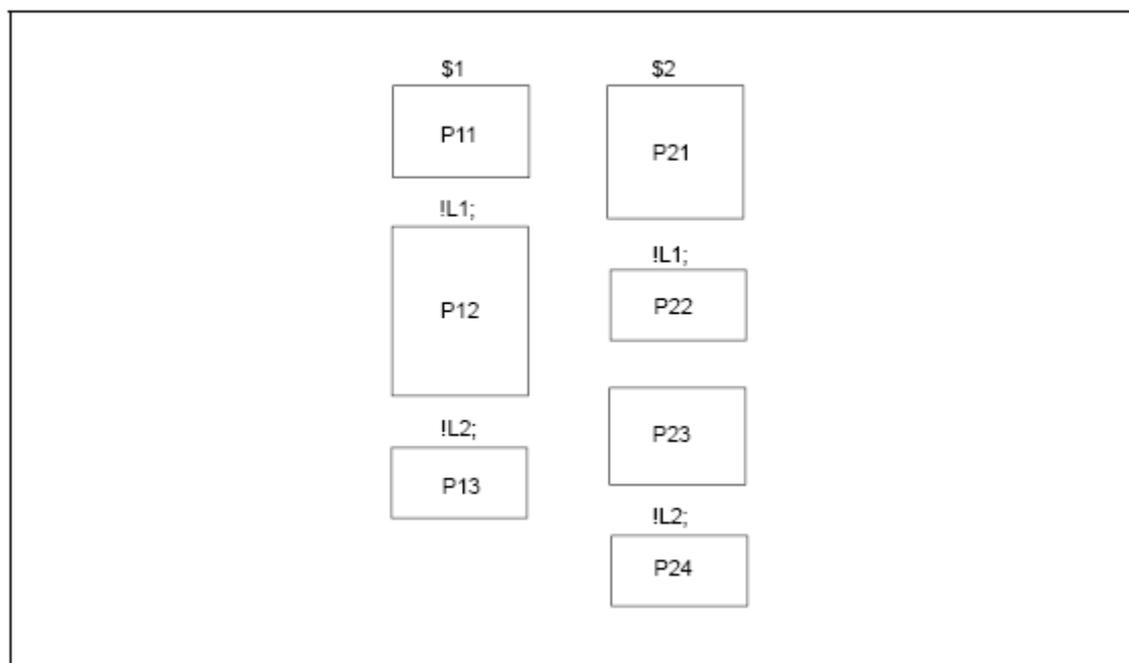
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

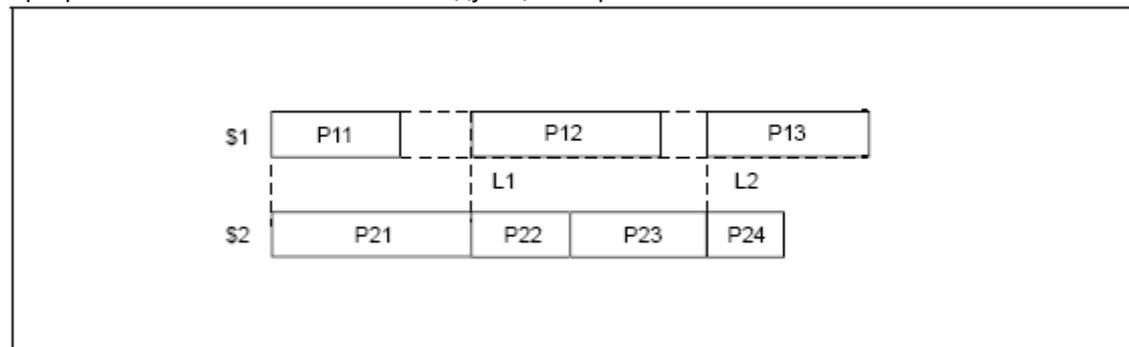
- (2) Команда синхронизации обычно задаётся в отдельном кадре. Однако, если в этом же кадре задана команда перемещения или M-, S- или T-команда, то очередность выполнения команд (команда синхронизации или другая команда выполняется первой) зависит от параметра (#1093 Wmvfin).
- #1093 Wmvfin     0: Синхронизация до выполнения команды перемещения  
                    1: Синхронизация после выполнения команды перемещения
- (3) Если в одном кадре с командой синхронизации отсутствует команда перемещения, то при выполнении перемещения в следующем кадре синхронизация между каналами системы может быть не выполнена. Чтобы синхронизировать каналы системы в начале перемещения после команды синхронизации, следует задать команду перемещения в одном кадре с командой синхронизации.
- (4) Синхронизация выполняется только в случае работы синхронизируемого канала системы в автоматическом режиме. Если это не так, то команда синхронизации игнорируется и выполняется следующий кадр.
- (5) Команда L задаёт № последовательности начала синхронизации. Синхронизируются одинаковые номера, но если они опущены, это рассматривается как L0.
- (6) Во время синхронизации будет отображаться "SYN" в строке статуса. Сигнал синхронизации будет выдан в интерфейсе ПЛК.



#### Пример синхронизации между каналами системы



Программы выше выполняются следующим образом:



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

#### 13.19.2. Синхронизация в заданной точке (Тип 1); G115



#### Функция и назначение

Канал системы до начала выполнения синхронной программы может ожидать, пока другой канал системы достигнет точки запуска синхронизации. Точка синхронизации может быть задана в середине кадра.



#### Формат команды

```
!L_ G115 X_ Z_ C_ ;
```

!L : Команда синхронизации

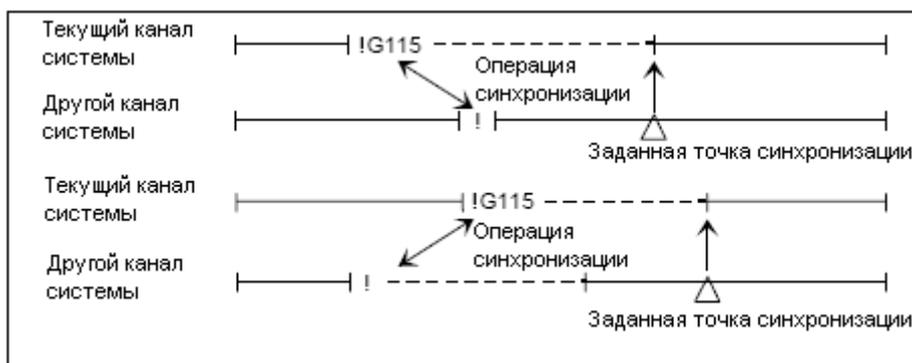
G115 : G - команда

X Z C : Точка синхронизации (Координаты командной оси и детали для контроля синхронизации с другим каналом системы.)



#### Детальное описание

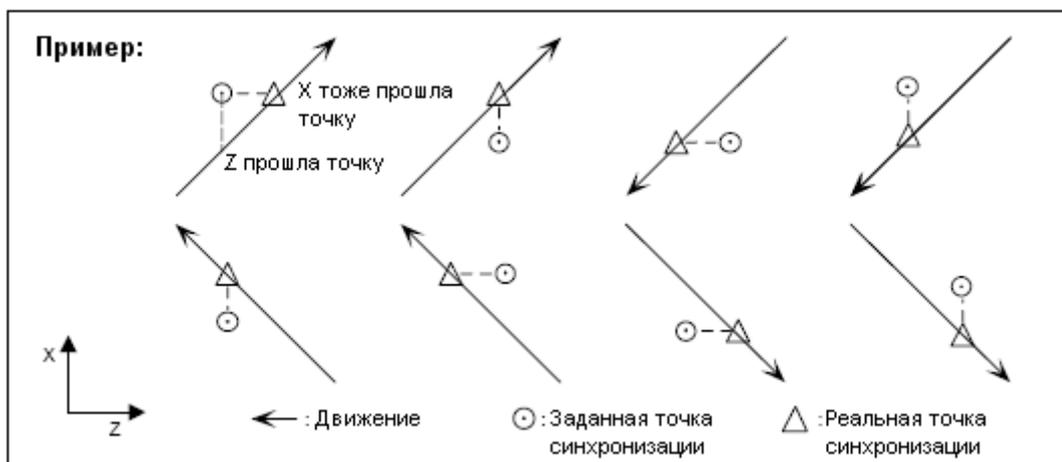
- (1) Следует задавать точку синхронизации с помощью координат детали другого канала системы.
- (2) Контроль точки синхронизации выполняется только для оси, заданной G115.  
**(Пример)** !L2 G115 X100.;  
Как только другой канал системы достигнет позиции X100., текущий канал системы начнет выполнение программы. Позиции по другим осям не проверяются.
- (3) При выполнении синхронизации другой канал системы начинает первым.
- (4) Текущий канал системы ожидает, пока другой канал системы не достигнет заданной точки синхронизации, а затем начинает выполнение программы.



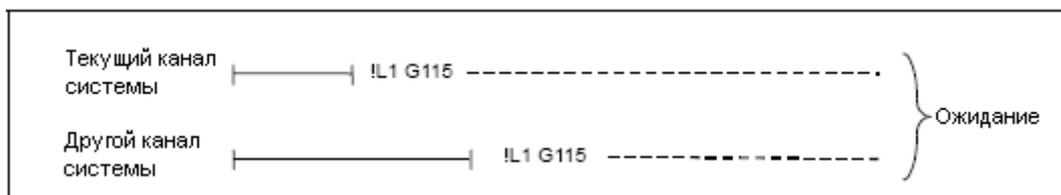
## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

- (5) Если точка синхронизации, заданная командой G115, не лежит на траектории движения в следующем кадре другого канала системы, то текущий канал системы начнет обработку, когда другой канал системы достигнет всех заданных координат точки синхронизации.



- (6) Состояние ожидания длится, если команда G115 дублируется в обоих каналах системы.



- (7) Функция покадрового останова не применяется к кадру G115.
- (8) Ошибка программирования (P32) возникнет, если в команде G115 задан адрес, отличный от адреса оси.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

#### 13.19.3. Синхронизация в заданной точке (Тип 2); G116



#### Функция и назначение

Начало выполнения синхронной программы в другом канале системы может быть задержано, пока текущий канал не достигнет заданной точки синхронизации. Точка синхронизации может быть задана в середине кадра.



#### Формат команды

```
!L_ G116 X_ Z_ C_ ;
```

!L : Команда синхронизации

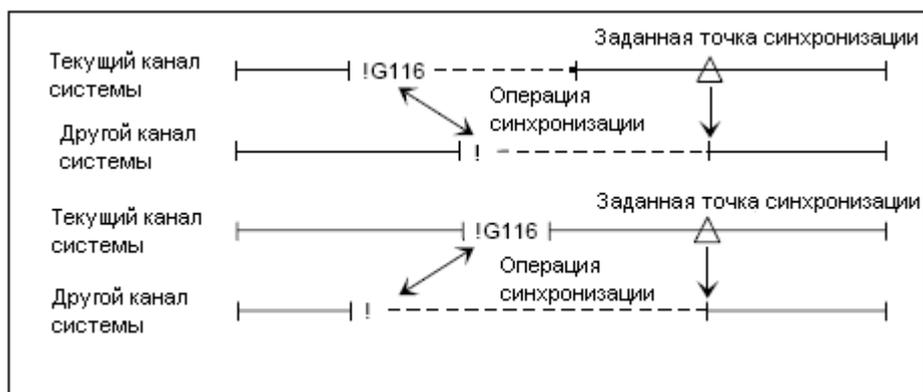
G115 : G - команда

X Z C : Точка синхронизации (Координаты командной оси и детали для контроля синхронизации с текущим каналом системы.)



#### Детальное описание

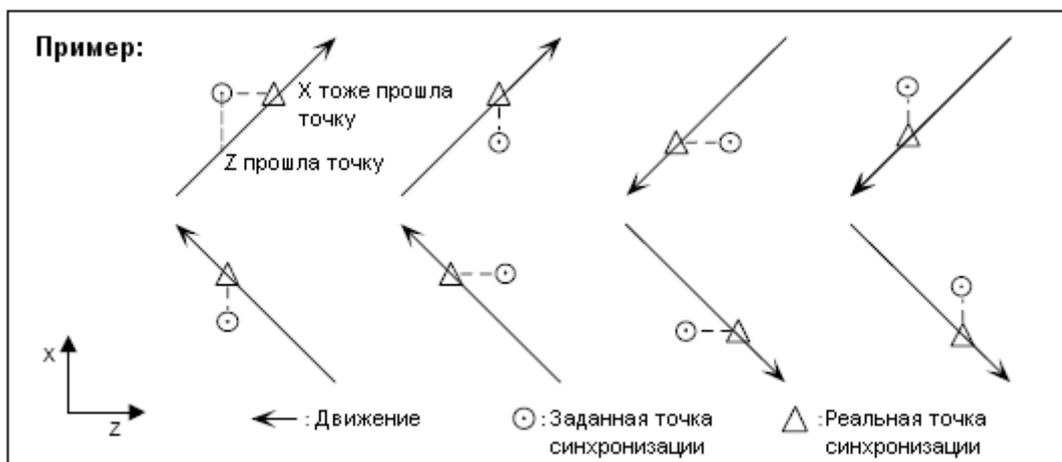
- (1) Следует задавать точку синхронизации с помощью координат детали в текущем канале системы.
- (2) Контроль точки синхронизации выполняется только для оси, заданной G116.  
**(Пример)** !L2 G116 X100.;  
Как только текущий канал системы достигнет позиции X100., другой канал системы начнет выполнение программы. Позиции по другим осям не проверяются.
- (3) При выполнении синхронизации текущий канал системы начинает первым.
- (4) Другой канал системы ожидает, пока текущий канал системы не достигнет заданной точки синхронизации, а затем начинает выполнение программы.



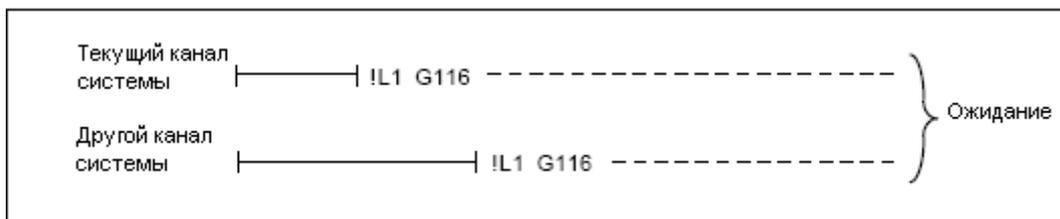
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.19. Синхронизация между каналами системы

- (5) Если точка синхронизации, заданная командой G116, не лежит на траектории движения в следующем кадре текущего канала системы, то другой канал системы начнет обработку, когда текущий канал системы достигнет всех заданных координат точки синхронизации.



- (6) Состояние ожидания длится, если команда G116 дублируется в обоих каналах системы.



- (7) Функция покадрового останова не применяется к кадру G116.
- (8) Ошибка программирования (P32) возникнет, если в команде G116 задан адрес, отличный от адреса оси.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

#### 13.19.4. Синхронизация с помощью М-функции



##### Функция и назначение

Функция синхронизации между каналами системы обычно задается с помощью кода «!», но каналы системы также могут быть синхронизированы по заданию М-функции в программе обработки.

Если в автоматическом режиме работы задана М-функция синхронизации в любом из каналов системы, то система ожидает задания той же М-команды в другом канале системы, а потом выполняет следующий кадр.

М-функция синхронизации используется для управления синхронизацией между 1-м и 2-м каналами системы. Будет ли использоваться М-функция, определяется параметрами.



##### Формат команды

**М\*\*\* ;**

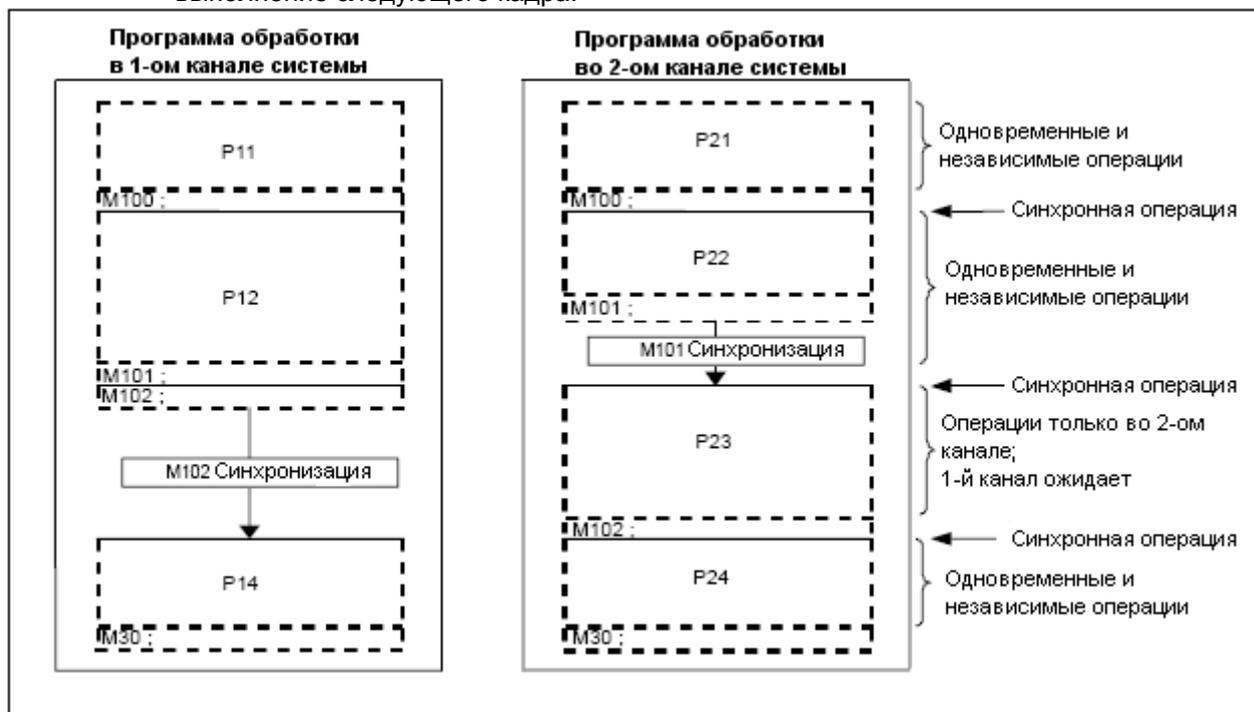
**\*\*\*** М-код синхронизации

Минимальное и максимальное значение М-кода синхронизации заранее устанавливаются в параметрах.



##### Детальное описание

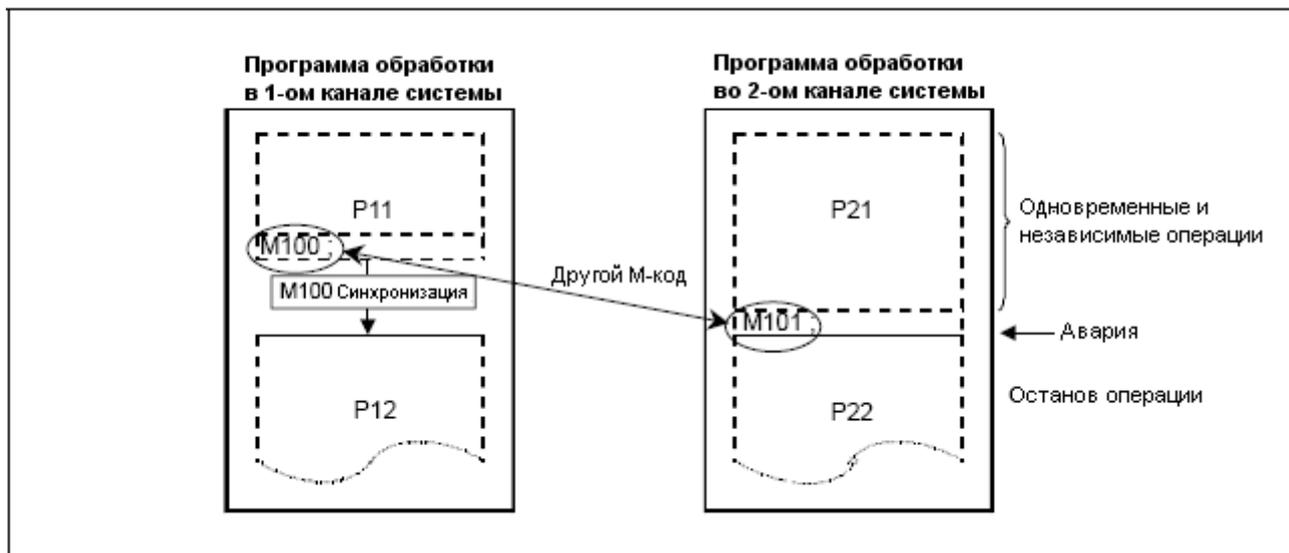
- (1) Когда М-код синхронизации задан в программе обработки, два канала системы будут синхронизированы и начнется выполнение заданного блока. Если М-команда синхронизации задана в каком-либо канале во время автоматического режима, то система будет ожидать задания того же М-кода в другом канале системы, а затем начнет выполнение следующего кадра.



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.19. Синхронизация между каналами системы

- (2) Если М-код синхронизации задан в одном канале системы, и канал системы ожидает синхронизации, то будет выдан аварийный сигнал при задании в другом канале системы другой М-команды (не команды синхронизации).



- (3) Каналы системы синхронизируются с помощью М-команды в соответствии с параметрами ниже.

- (а) Параметр задания диапазона М-кодов (минимальное значение М-кода ≤ М-кода ≤ максимальное значение М-кода)

#	Параметр	Подробности	Диапазон задания
1310	WtMmin Минимальное значение М-кода	Задается минимальное значение М-кода. Если значение равно 0, то команда синхронизации игнорируется.	0, от 100 до 99999999
1311	WtMmax Максимальное значение М-кода	Задается максимальное значение М-кода. Если значение равно 0, то команда синхронизации игнорируется.	0, от 100 до 99999999

Синхронизация между каналами системы с помощью М-кода действительна, если для обоих параметров задано значение, отличное от «0». (Эта функция недействительна при установке любого из двух параметров в «0».)

М-код синхронизации не может использоваться, если максимальное значение М-кода меньше минимального значения.

Если М-код синхронизации действителен, то обе команды М и ! могут использоваться для синхронизации.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.19. Синхронизация между каналами системы

(б) Параметры способа синхронизации

#	Параметр		Подробности	Диапазон задания
1279 (PR)	ext15 (bit0)	Способ синхронизации между каналами системы	Выбор операции для синхронизации между каналами системы. 0: Если один из каналов не в автоматическом режиме, то команда синхронизации игнорируется и выполняется следующий кадр. 1: Действия согласно сигналу игнорирования синхронизации. Если сигнал игнорирования синхронизации – «1», то команда синхронизации игнорируется. Если «0» - каналы системы синхронизируются.	0 / 1

В зависимости от комбинации параметра выбора способа синхронизации и сигнала игнорирования синхронизации, синхронизация будет определена параметрами, независимо от формата команды («!» и M).

(в) Порядок выполнения синхронизации

#	Параметр		Подробности	Диапазон задания
1093	Wmvfin	Способ синхронизации между каналами системы	Задание способа синхронизации между каналами системы. Если задана команда перемещения в одном кадре с командой синхронизации: 0: Синхронизация до выполнения команды перемещения. 1: Синхронизация после выполнения команды перемещения.	0 / 1



#### Меры предосторожности

- (1) При синхронизации с помощью M-функции следует всегда задавать M-функцию в отдельном кадре.
- (2) Если один канал системы ожидает синхронизации, то возникнет аварийная ситуация при задании в другом канале системы другой M-команды. Выполнение программ останавливается в обоих каналах.
- (3) M-команда в программе обработки может быть игнорирована с помощью сигнала игнорирования синхронизации. Операции в одном канале системы возможны без удаления M-команды из программы обработки.
- (4) Если M-команда может быть использована, то это значит, что код «!» также может применяться.
- (5) Если действительна M-команда и один канал системы ожидает синхронизации по M-коду, то выдается аварийный сигнал при задании команды «!» синхронизации в другом канале системы.
- (6) Если действительна M-команда и один канал системы ожидает синхронизации по коду «!», то выдается аварийный сигнал при задании M-команды синхронизации в другом канале системы.
- (7) Команды G115 и G116 не могут применяться при синхронизации по M-коду.
- (8) Если M-коды переназначаются, то порядок приоритета будет следующим: M-код макровывоза, M-команда синхронного нарезания метчиком, M-код синхронизации и обычная M-команда.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

#### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы



##### Функция и назначение

Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы позволяет 1-му и 2-му каналу системы одновременно выполнять нарезание резьбы для одного и того же шпинделя.

Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы имеет две команды: команда (G76.1) служит для одновременного нарезания резьбы в двух местах – «двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы I», и команда (G76.2) для одновременного нарезания одной резьбы двумя каналами системы – «двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы II».

##### 13.20.1. Команда задания параметров



##### Формат команды

Различные параметры для нарезания резьбы задаются командами.

Следует задать параметры перед кадром, задающим двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы I или II.

**G76 Pmra QΔmin Rd;**

Адрес		Значение
P	m	Количество проходов чистовой обработки
	r	Величина фаски Задается ширина фаски по отношению к шагу резьбы (1) в диапазоне от 0.0 до 9.9 с помощью двухзначного целого числа (десятичная точка опускается, т.е. от 00 до 99).
	a	Угол вершины резца (угол резьбы). Задается значение угла двумя цифрами от 0° до 99°.
Q	Δmin	Минимальный припуск на обработку. Если рассчитанный припуск меньше Δmin, то он используется значение Δmin.
R	d	Чистовой припуск



##### Детальное описание

- (1) Данные задаются в параметрах обработки m: #8058, r: #8014, a: #8059 и d: #8057 для каждого канала системы.
- (2) Задавайте команду для каждого канала системы.
- (3) Команда задания параметров может быть опущена, если в "#1222 aux06/bit5" задан «0».
- (4) Если "#1265 ext01/bit0" равен «1», то применяется специальный формат MELDAS. Поэтому при задании команды параметров возникнет ошибка программирования (P33).
- (5) Если команда задания параметров опущена, то для параметров используются значения из #8014, #8057, #8058, #8059. Минимальный припуск на обработку при этом соответствует установке #1222/bit4.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

#### 13.20.2. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы I; G76.1



#### Формат команды

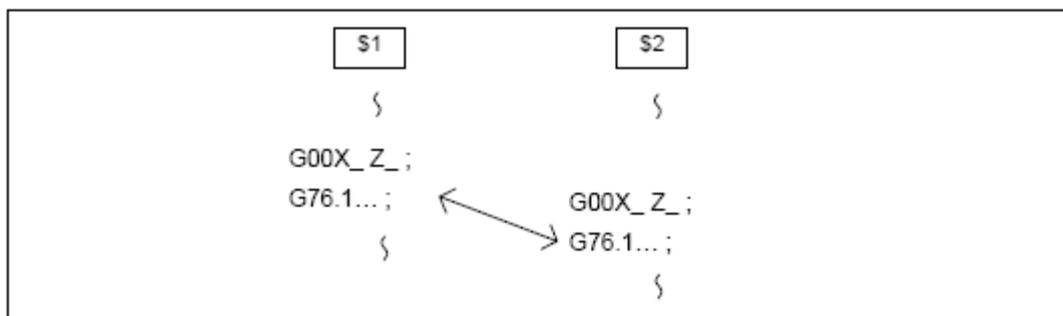
**G76.1 X/U\_\_Z/W\_\_R\_\_P\_\_Q\_\_F\_\_;**

X/U	Координата по оси X конечной точки участка резьбы ... задается абсолютным или инкрементным значением.
Z/W	Координата по оси Z конечной точки участка резьбы ... задается абсолютным или инкрементным значением.
R	Высота наклона для конусной резьбы (значение радиуса) ... Цилиндрическая резьба нарезается при R0 = 0.
P	Высота резьбы ... задается положительным значением радиуса
Q	Припуск на обработку ... задается положительным значением радиуса
F	Шаг резьбы



#### Детальное описание

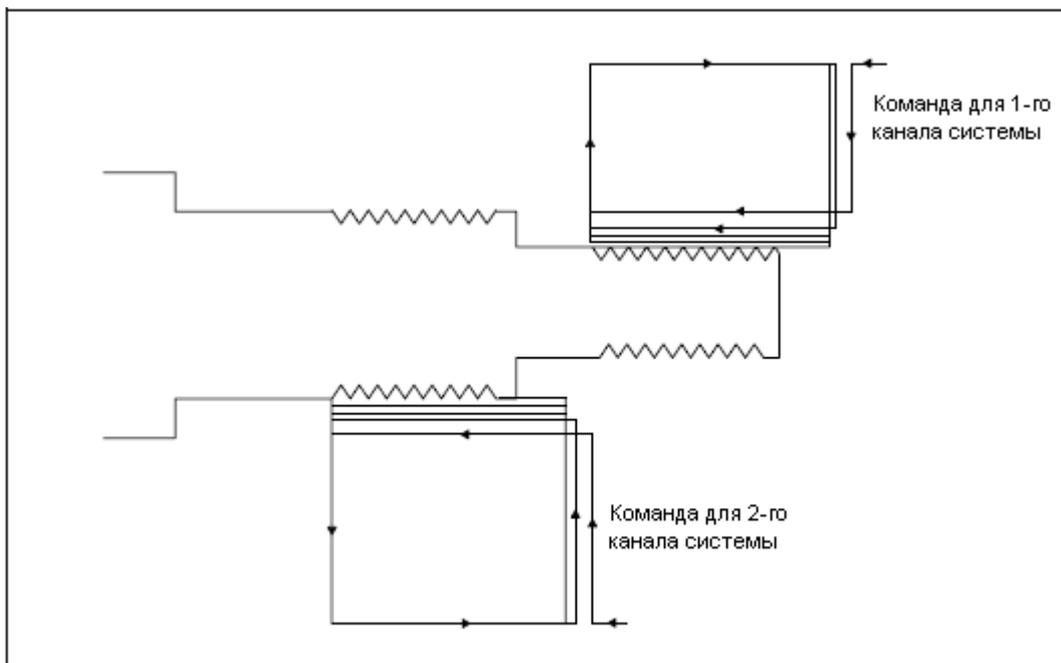
- (6) Если команда G76.1 задана в 1-м или во 2-м канале системы, выполняется операция синхронизации, пока в другом канале не будет задана эта же команда. Цикл нарезания резьбы начнется после завершения синхронизации.



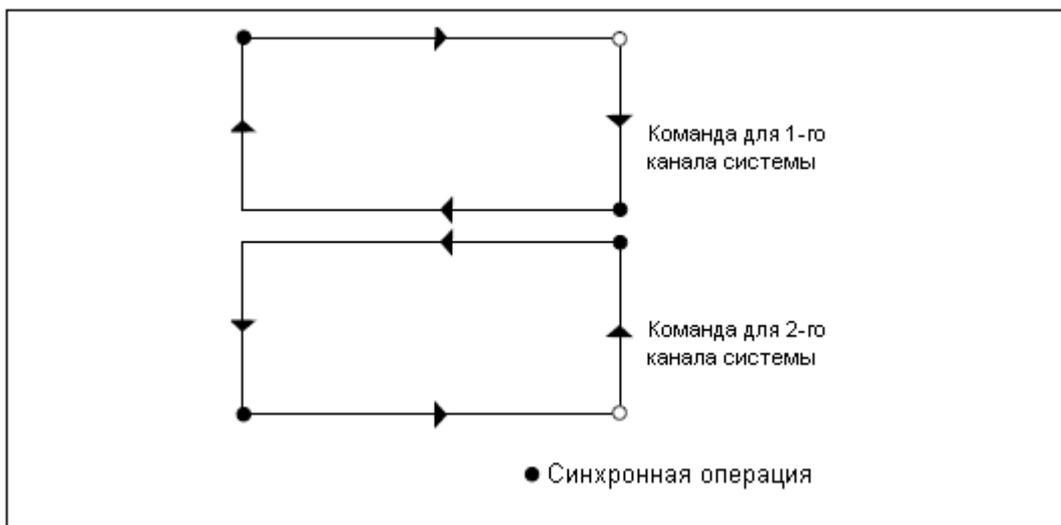
### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

- (7) В цикле G76.1 команда G76.1 задается одновременно в 1-м и 2-м каналах системы, и резьба нарезается с синхронизацией в начальной и конечной точках.



- (8) В одном цикле операции синхронизируются в начальной и конечной точках нарезания резьбы.



- (9) Для этого цикла справедливы те же меры предосторожности, что и для команды нарезания резьбы (G33), цикла нарезания резьбы (G78) и цикла нарезания смешанной резьбы (G76).

- (10) Так как командой G76.1 резьбы нарезаются в двух разных местах, то различные команды не должны быть одинаковыми. Каждая из них может задаваться независимо.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

(11) Нарезание резьбы управляет позицией оси Z при отслеживании вращения энкодера шпинделя. Поэтому, взаимосвязь между положением энкодера шпинделя и оси Z будут меняться в соответствии со следующими элементами.

(а) Скорость подачи оси Z (скорость вращения шпинделя \* шаг резьбы)

(б) Постоянная времени ускорения/замедления на рабочей подаче

(в) Коэффициент усиления контура позиционирования

Таким образом, при нарезании многорезьбового винта условия выше должны быть одинаковыми от начала до конца обработки.

(12) Эта функция немодальная. Её следует задавать каждый раз, когда нужно.

(13) Модальные команды G группы 1 (G00, G01, G02, G03, G02.3, G03.3 и т.д.) временно отменяются при двухканальном синхронном нарезании резьбы.

(14) Начальный угол нарезания резьбы отсутствует в команде G76.1. Ошибка программирования (P32) возникнет при его задании.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

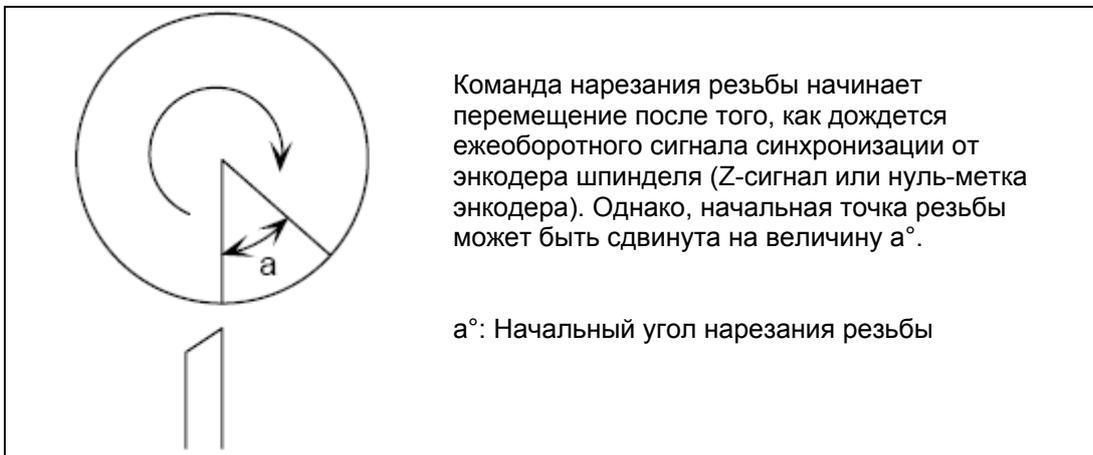
#### 13.20.3. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы II; G76.2



#### Формат команды

G76.2 X/U\_\_ Z/W\_\_ R\_\_ P\_\_ Q\_\_ Aa F\_\_ ;

#### (1) Начальный угол нарезания резьбы

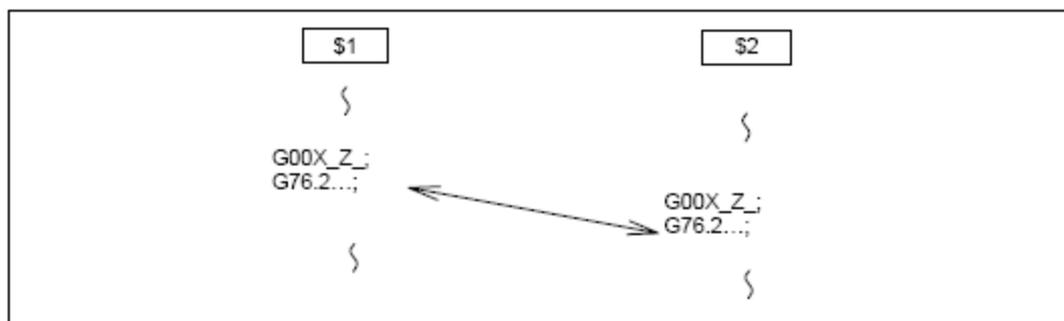


Значения остальных адресов, кроме A, такое же, как и в двухканальном цикле синхронного нарезания резьбы I.



#### Детальное описание

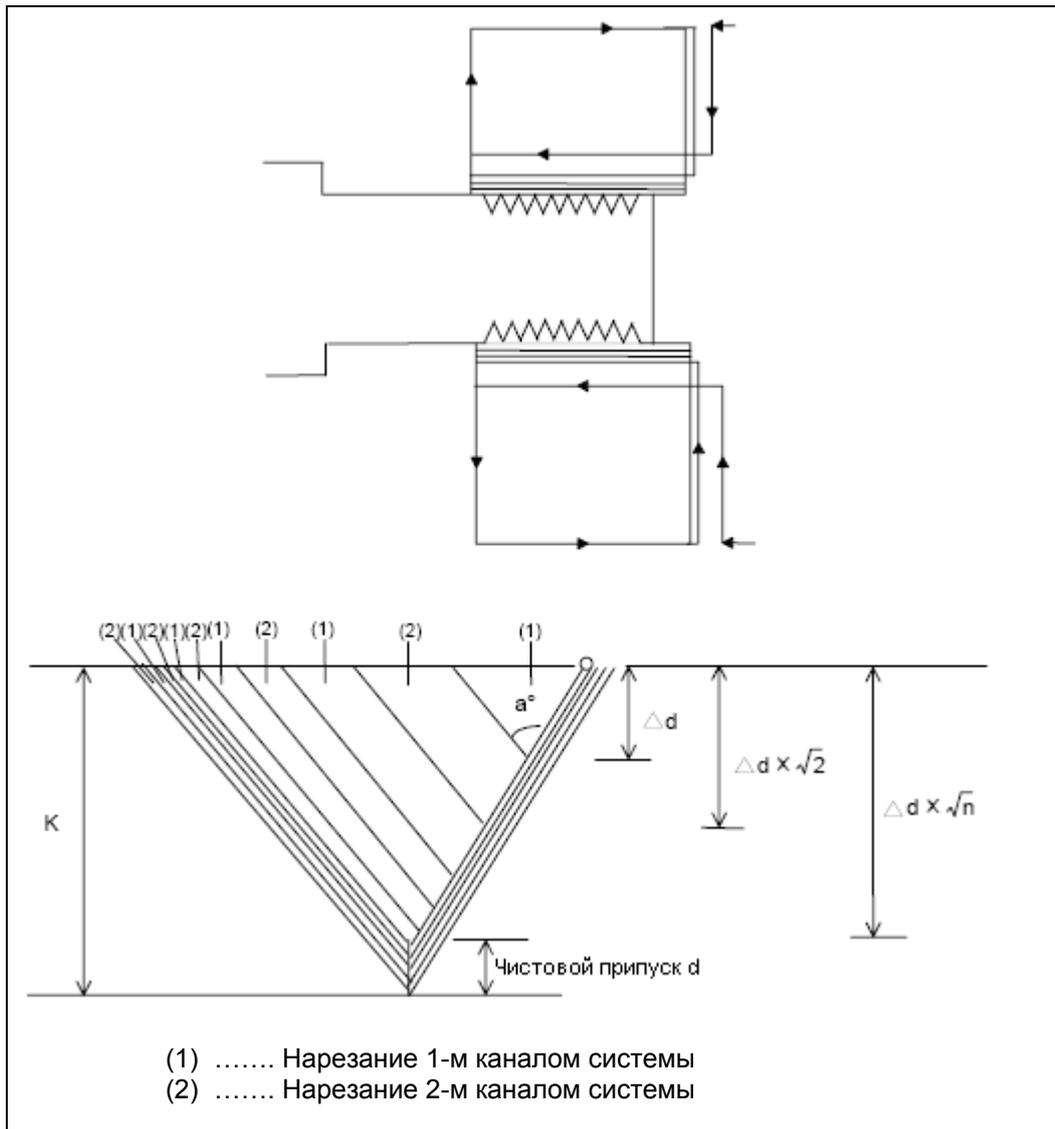
- (1) Если команда G76.2 задана в 1-м или во 2-м канале системы, выполняется операция синхронизации, пока в другом канале не будет задана эта же команда. Цикл нарезания резьбы начнется после завершения синхронизации.



### 13. Вспомогательные программные функции

#### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

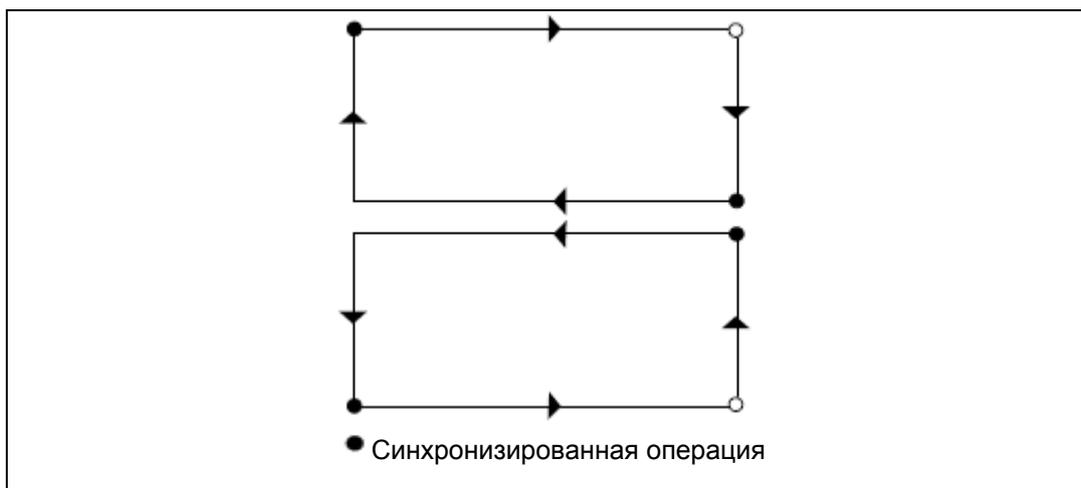
- (2) G76.2 выполняет нарезание одной резьбы с заданным припуском обработки, используя 1-й и 2-й каналы системы поочередно.



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

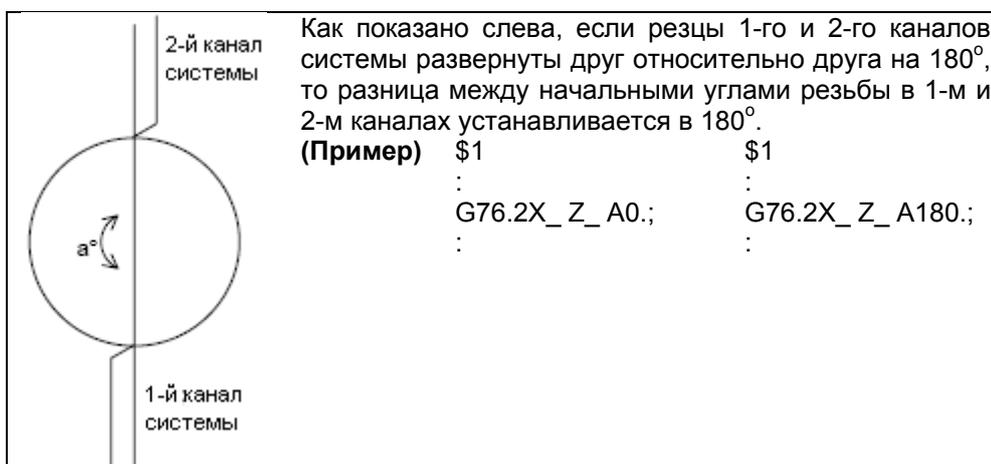
- (3) В одном цикле операции синхронизируются в начальной и конечной точке нарезания резьбы



- (4) Для этого цикла справедливы те же меры предосторожности, что и для команды нарезания резьбы (G33), цикла нарезания резьбы (G78) и цикла нарезания смешанной резьбы (G76).
- (5) Так как G76.1 нарезает одну и ту же резьбу, то различные параметры, участок резьбы, высота наклона, высота резьбы, припуск обработки и шаг резьбы должны быть задаваться с одинаковыми значениями для 1-го и 2-го канала системы. Следует заметить, что начальный угол может быть задан для соответствия состояний нарезания резьбы.
- (6) Нарезание резьбы управляет позицией оси Z при отслеживании вращения энкодера шпинделя. Поэтому, взаимосвязь между положением энкодера шпинделя и оси Z будут меняться в соответствии со следующими элементами.
- (а) Скорость подачи оси Z (скорость вращения шпинделя \* шаг резьбы)
  - (б) Постоянная времени ускорения/замедления на рабочей подаче
  - (в) Коэффициент усиления контура позиционирования

Так как с помощью G76.2 выполняется нарезание одной и той же резьбы, то параметры должны быть заданы так, чтобы условия обработки были одинаковыми для 1-го и 2-го каналов системы.

- (7) Команда задания начального угла резьбы



## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

- (8) Если заданы G76.1 и G76.2.  
Каналы системы, в которых заданы эти команды, будут выполнять соответствующие G76.1 и G76.2 перемещения. Однако, канал системы, в котором задана G76.2, «предполагает», что другой канал системы также нарезает резьбу по команде G76.2, поэтому получение резьбы в итоге не гарантируется.
- (9) Эта функция немодальная. Её следует задавать каждый раз, когда нужно.
- (10) Модальные команды G группы 1 (G00, G01, G02, G03, G02.3, G03.3 и т.д.) временно отменяются при двухканальном синхронном нарезании резьбы.
- (11) Следует выполнять сброс одновременно для 1-го и 2-го каналов системы во время выполнения двухканального цикла синхронного нарезания резьбы II (G76.2).  
Если сброс выполняется отдельно для каждого канала системы, то канал системы не будет в автоматическом режиме. Таким образом, другой канал системы продолжит движение согласно установке #1279.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы

#### 13.21. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы (спец. формат MELDAS).



##### Функция и назначение

Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы позволяет одновременно выполнять нарезание резьбы в 1-м и 2-м каналах для одного и того же шпинделя.

Особенной в этом цикле является команда (G76.1) для одновременного нарезания резьбы в двух местах, известная как «двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы I».

При использовании специального формата MELDAS (#1265 ext01/bit1 включен) некоторые адреса отличаются от обычного формата. Разделы, имеющие отличия от обычного формата, описываются ниже.

Смотри раздел «13.21. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы» для подробностей по двухканальному циклу синхронного нарезания резьбы.



##### Формат команды

```
G76.1 X/U__Z/W__I__K__D__F__A__;  
G76.2 X/U__Z/W__I__K__D__Q__F__A__;
```

X/U	Координата конечной точки по оси X участка резьбы , задается абсолютным или инкрементным значением.
Z/W	Координата конечной точки по оси Z участка резьбы , задается абсолютным или инкрементным значением.
I	Высота наклона для конусной резьбы (значение радиуса) Цилиндрическая резьба нарезается при R0 = 0.
K	Высота резьбы задается положительным значением радиуса
D	Припуск первого прохода обработки задается положительным значением радиуса
Q	Начальный угол нарезания резьбы
F	Шаг резьбы
A	Угол вершины инструмента (угол резьбы)

**(Примечание 1)** Эта команда задаётся в одном кадре. Нет необходимости задавать "G76P\_\_Q\_\_R\_\_" в предыдущем кадре.



##### Меры предосторожности

- (1) Переключение между специальным форматом MELDAS и обычным форматом может быть осуществлено установкой "#1265/bit0". (0: обычный формат, 1: специальный формат MELDAS).
- (2) Ошибка программирования (P33) возникнет, если команда G76 P\_\_Q\_\_R\_\_ или команда в обычном формате задана при выбранном спец. формате MELDAS.

## 13. Вспомогательные программные функции

### 13.20. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы



#### Сравнение обычного и специального формата MELDAS

Спец. формат MELDAS	Обычный формат	Примечания
(1)G76 Pmra Q_ R_; (2)G76.1/G76.2X_Z_R_ P_Q_A_F_;	G76.1 /G76.2 X_Z_I_K_ D_Q_F_A_;	Формат команды
(2)X/U	X/U	Координата конечной точки по оси X участка резьбы
(2)Z/W	Z/W	Координата конечной точки по оси Z участка резьбы
(2)R	I	Высота наклона для конусной резьбы (значение радиуса)
(2)P	K	Высота резьбы
(2)Q	D	Припуск обработки
(2)A	Q	Начальный угол нарезания резьбы
(2)F	F	Шаг резьбы
(1)Q [При пропуске : #1222/bit4]	Нет ["0" фиксировано]	Минимальный припуск на обработку
(1)Pa [Переключаемый параметр #8059]	A [Переключаемый параметр #8059]	Угол вершины резца (угол резьбы)
(1)Pm [Переключаемый параметр #8058]	Параметр #8058	Количество проходов для чистовой обработки
(1)Pr [Переключаемый параметр #8014]	#8014	Величина фаски
(1)R [Переключаемый параметр #8057]	#8057	Припуск на чистовую обработку



#### Взаимосвязь с другими функциями

Модальные функции должны быть заданы, как показано ниже, перед выполнением двухканального цикла синхронного нарезания резьбы.

Функция	Код G
Отмена цилиндрической интерполяции	G07.1
Отмена интерполяции полярных координат	G13.1
Сбалансированная резка ВЫКЛ	G14
Отмена коррекции на радиус вершины инструмента	G40
Зеркальность задается установкой параметров	Отменено
Зеркальность задается внешним сигналом	Отменено
Отмена режима полигонной обработки	G50.2
Отмена режима постоянства скорости резания	G97

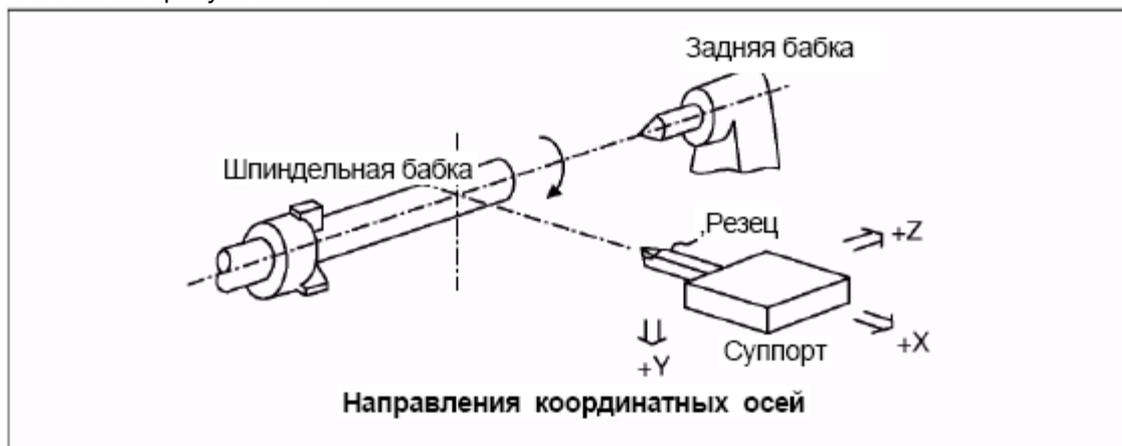
## 14. Функции задания системы координат

### 14.1. Система координат и оси управления



#### Функция и назначение

В токарном станке ось, идущая параллельно шпинделю, называется осью Z, и ее положительное направление – это то направление, в котором суппорт перемещается от шпиндельной бабки. Ось, расположенная под прямым углом к оси Z, является осью X, и ее положительное направление – это то направление, в котором она удаляется от оси Z, как показано на рисунке ниже.



Так как для системы координат токарного станка действует правило правой руки, то ось Y на рисунке выше, которая расположена под прямым углом к плоскости X-Z, имеет положительное направление вниз. Следует учитывать, что дуга в плоскости X-Z обрабатывается по часовой или против часовой стрелки, если смотреть со стороны положительного направления оси Y. (Смотри раздел круговой интерполяции.)



## 14. Функции задания системы координат

### 14.2. Системы координат : базовая станка, детали и локальная

#### 14.2. Системы координат : базовая станка, детали и локальная



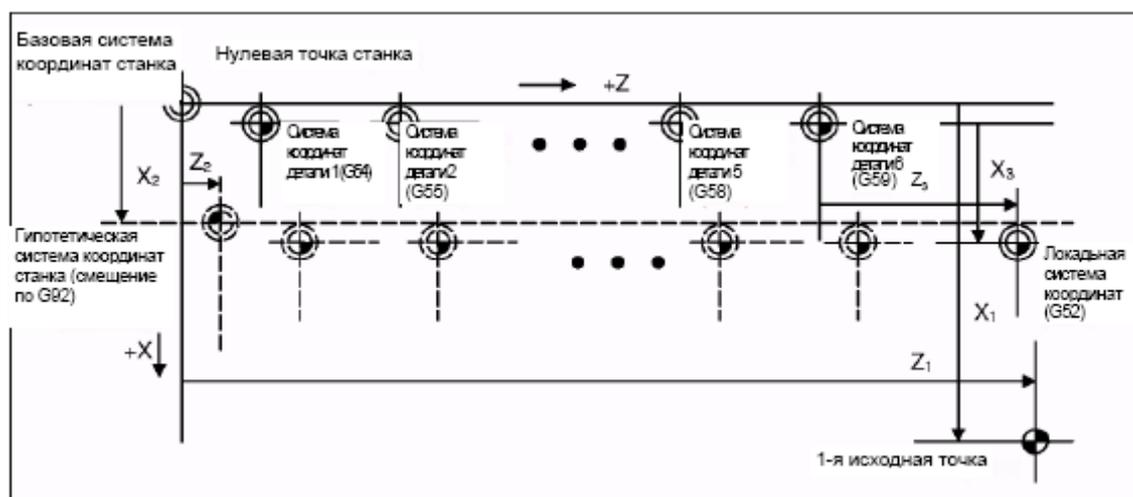
##### Функция и назначение

Базовая система координат станка задается конструкцией станка и определяет позиции точек пространства, в котором позволяет работать станок.

Системы координат детали используются для создания программ обработки детали и в этих системах начальная (“нулевая”) точка детали принимается за ноль системы координат.

Локальные системы координат создаются внутри систем координат детали. Они облегчают процесс программирования обработки.

После отработки выхода в “Исходное”, автоматически считываются из параметров CNC и задаются данные для базовой системы координат станка и систем координат детали (G54 ~ G59). Базовая система координат станка строится так, что первая исходная точка находится на расстоянии от нулевой точки базовой системы координат станка (нулевой точки станка). Это расстояние определяется параметрами CNC.



Локальная система координат (G52) действительна в системах координат детали, заданных командами G54 ~ G59.

По команде G92 базовая система координат станка может быть смещена и превращена в гипотетическую систему координат станка. Одновременно происходит смещение систем координат детали 1 - 6.

## 14. Функции задания системы координат

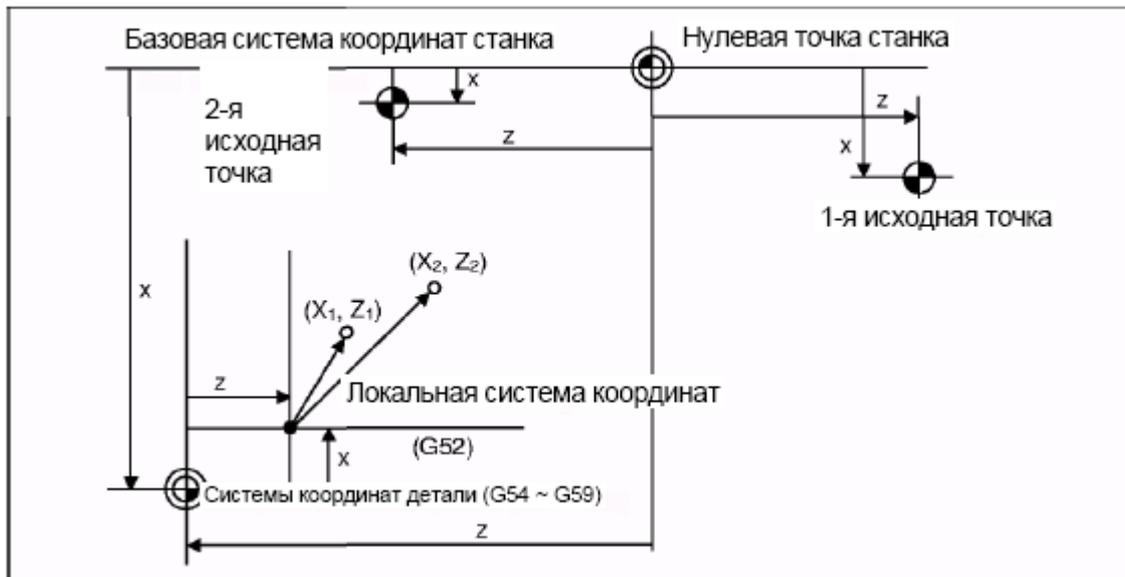
### 14.3. Нулевая точка станка и 2-я исходная точка

#### 14.3. Нулевая точка станка и 2-я исходная точка



##### Функция и назначение

Нулевая точка станка служит определяющей для построения базовой системы координат станка. Она существует внутри рабочего пространства станка, и ее положение определяется при выходе в исходную точку. Координаты в базовой системе координат станка позиции 2-й исходной точки тоже предварительно задаются в параметрах.



## 14. Функции задания системы координат

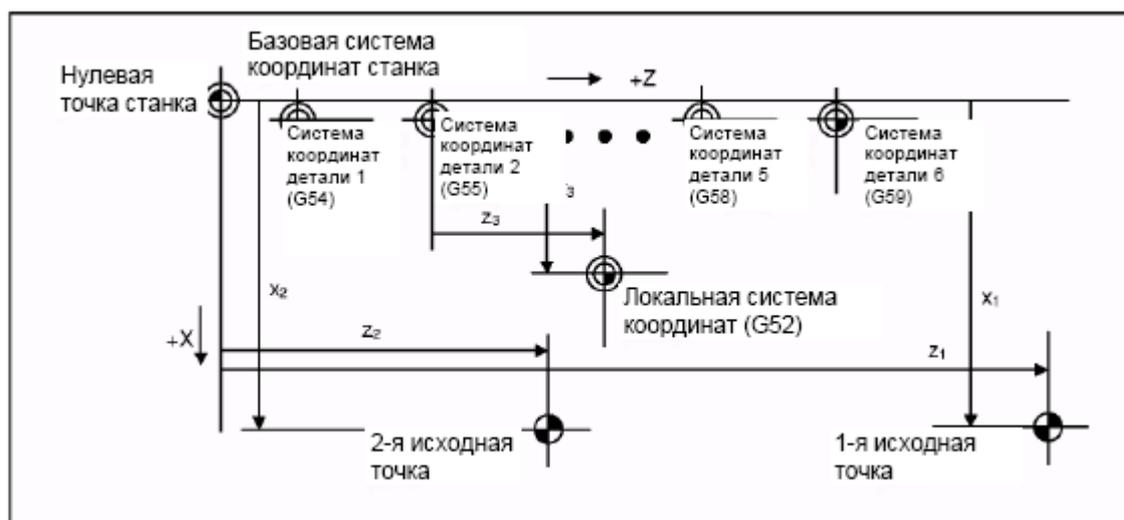
### 14.4. Автоматическое задание системы координат

#### 14.4. Автоматическое задание системы координат



##### Функция и назначение

После включения питания CNC исполнительный орган станка, с использованием кулачков зоны исходной точки, выводится в исходную точку. После выполнения этой процедуры, данная функция создает несколько систем координат в соответствии со значениями параметров, введенными предварительно с панели оператора CNC. Реальная программа обработки создается в этих системах координат.



##### Детальное описание

- (1) Системы координат, создаваемые данной функцией:
  - (a) Базовая система координат станка
  - (b) Системы координат детали (G54 ~ G59)  
Локальная система координат (G52) отменяется.
- (2) Все координатные величины задаются относительно нулевой точки базовой системы координат станка. Таким же образом задается позиция 1-й исходной точки в базовой системе координат станка и позиции нулевых точек систем координат детали.
- (3) При выполнении автоматического задания систем координат, отменяются следующие функции: смещение системы координат станка по G92, задание локальной системы координат по G52, смещения систем координат детали, в том числе и по ручному прерыванию.
- (4) Если включен параметр, который задает тип первого выхода в исходную точку с использованием кулачков (ручной или автоматический выход), то 2-ой и последующие возвраты в исходную точку (в ручном или автоматическом режиме) будут выполняться с использованием кулачков.

#### ВНИМАНИЕ

-  Если величина смещения системы координаты детали изменяется во время автоматического цикла (включая покадровый режим), изменения могут вступить в силу через несколько кадров после команды.

## 14. Функции задания системы координат

### 14.5. Выбор системы координат станка

#### 14.5. Выбор системы координат станка; G53



##### Функция и назначение

При использовании команды G53 инструмент будет перемещаться в позицию, заданную в базовой системе координат станка. Задаются также команда G01 или G00 и координаты позиции.



##### Формат команды

G53 G00 X\_\_ Z\_\_ α\_\_ ;

G53 G00 U\_\_ W\_\_ β\_\_ ;

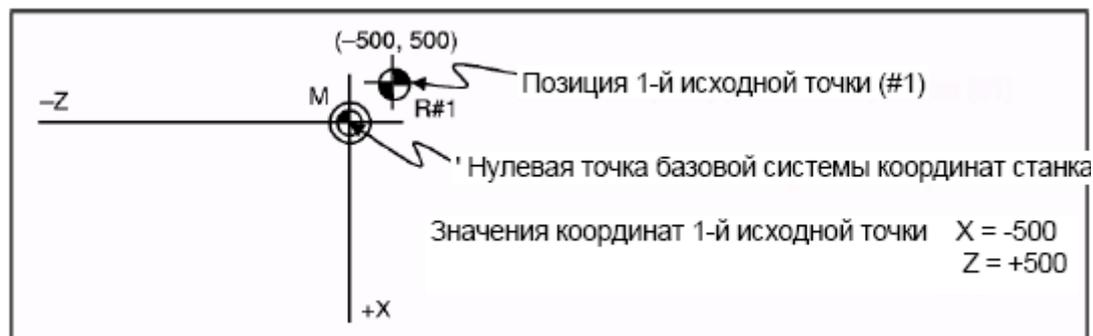
α                   Дополнительная ось

β                   Инкрементное задание для дополнительной оси



##### Детальное описание

- (1) После включения питания и выхода в исходную точку (в автоматическом или ручном режиме), базовая система координат станка автоматически задается относительно исходной точки.
- (2) Базовая система координат станка не изменяется по G92.
- (3) Команда G53 действительна только для кадра, в котором она задана.
- (4) При инкрементном задании (U,W,β), команда G53 обеспечивает инкрементное перемещение в выбранной системе координат.
- (5) Координаты 1-й исходной точки указывают расстояние от нулевой точки базовой системы координат станка до позиции "Исходного".
- (6) Перемещения в команде G53 отрабатываются на рабочей подаче или на скорости подачи быстрого хода, в зависимости от модального режима.

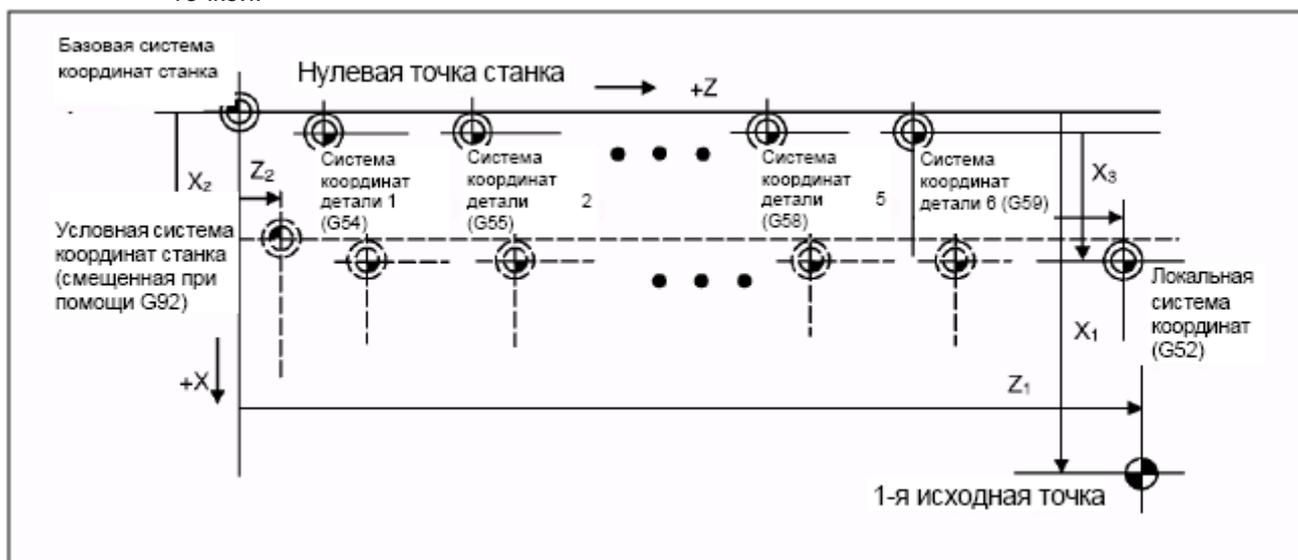


## 14.6. Задание системы координат; G92



## Функция и назначение

Данная функция смещает ноль базовой системы координат в заданную позицию. Ноль системы координат может быть помещен в любую точку, хотя, как правило, смещение не задается по осям X и Y, а только по оси Z, для того, чтобы конец детали служил нулевой точкой.



## Формат команды

**G92 Xx2 Zz2 αα2 ;**  
 αα                   Дополнительная ось



## Детальное описание

- (1) При использовании команды G92 базовая система координат станка может быть смещена и превращена в гипотетическую (условную) систему координат станка. Одновременно происходит смещение систем координат детали 1 - 6.
- (2) Если заданы G92 и S или Q, то устанавливается предельная скорость вращения шпинделя. (Смотри раздел по настройке предельной скорости вращения шпинделя.)

## 14. Функции задания системы координат

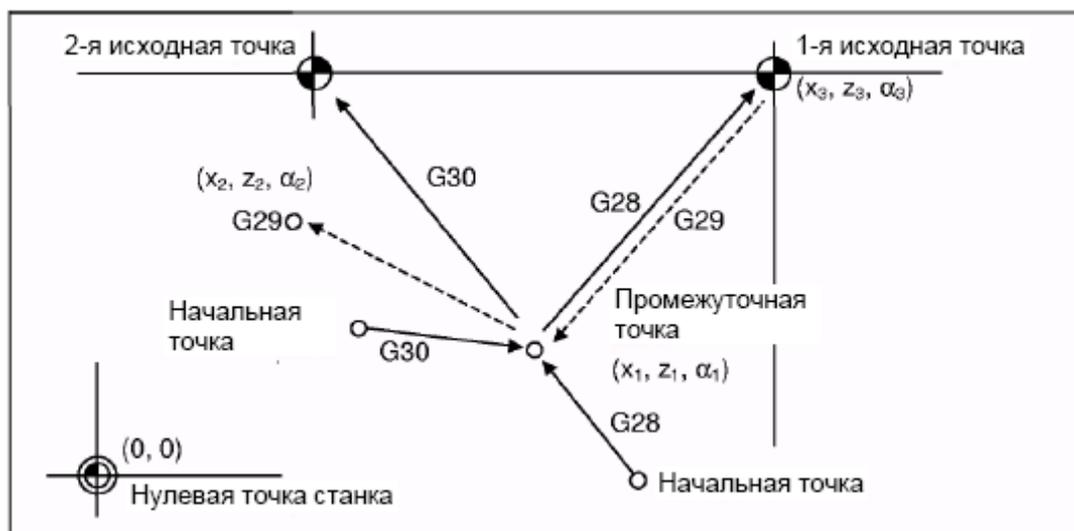
### 14.7. Выход в исходную (референтную) точку

#### 14.7. Выход в исходную (референтную) точку; G28, G29



##### Функция и назначение

- (1) По команде G28 заданные оси на быстром ходу выходят в 1-ю исходную (референтную) точку.
- (2) По команде G29 сначала производится раздельное позиционирование осей на быстром ходу в промежуточную точку для G28 или G30, а затем оси позиционируются по G0 в заданную позицию.



##### Формат команды

G28 Xx1 Zz1 αα1 ;	Дополнительная ось Автоматический выход в исходную позицию
G29 Xx2 Zz2 αα2 ;	Дополнительная ось Выход в начальную позицию
αα1/αα2	Дополнительная ось



### Детальное описание

- (1) Эквивалентом команды G28 являются следующие команды:

**G00 Xx1 Zz1 αα1**  
**G00 Xx3 Zz3 αα3**

В данном случае  $x_3$ ,  $z_3$  и  $\alpha_3$  являются координатами исходной точки и задаются в параметрах "#2037 G53ofs" как расстояние от нулевой точки базовой системы координат станка.

- (2) После включения электропитания, оси, для которых не выполнялся ручной выход в исходную (референтную) точку, выходят в исходную точку так же, как и при ручном режиме (с использованием кулачка зоны исходного). В этом случае направление выхода определяется заданным знаком. Второй и последующие выходы в исходное выполняются на быстром ходу в исходную (референтную) точку, которая запоминается при первом выходе.
- (3) После выполнения выхода в исходную (референтную) точку, выдается сигнал о выходе в исходную точку, а также, выводится значок #1 для соответствующей оси на дисплей пульта оператора.
- (4) Эквивалентом команды G29 являются следующие команды:

$G00 Xx_1 Zz_1 \alpha\alpha_1 ;$   
 $G00 Xx_2 Zz_2 \alpha\alpha_2 ;$  } Быстрый ход (не интерполяция) независимо по каждой оси.

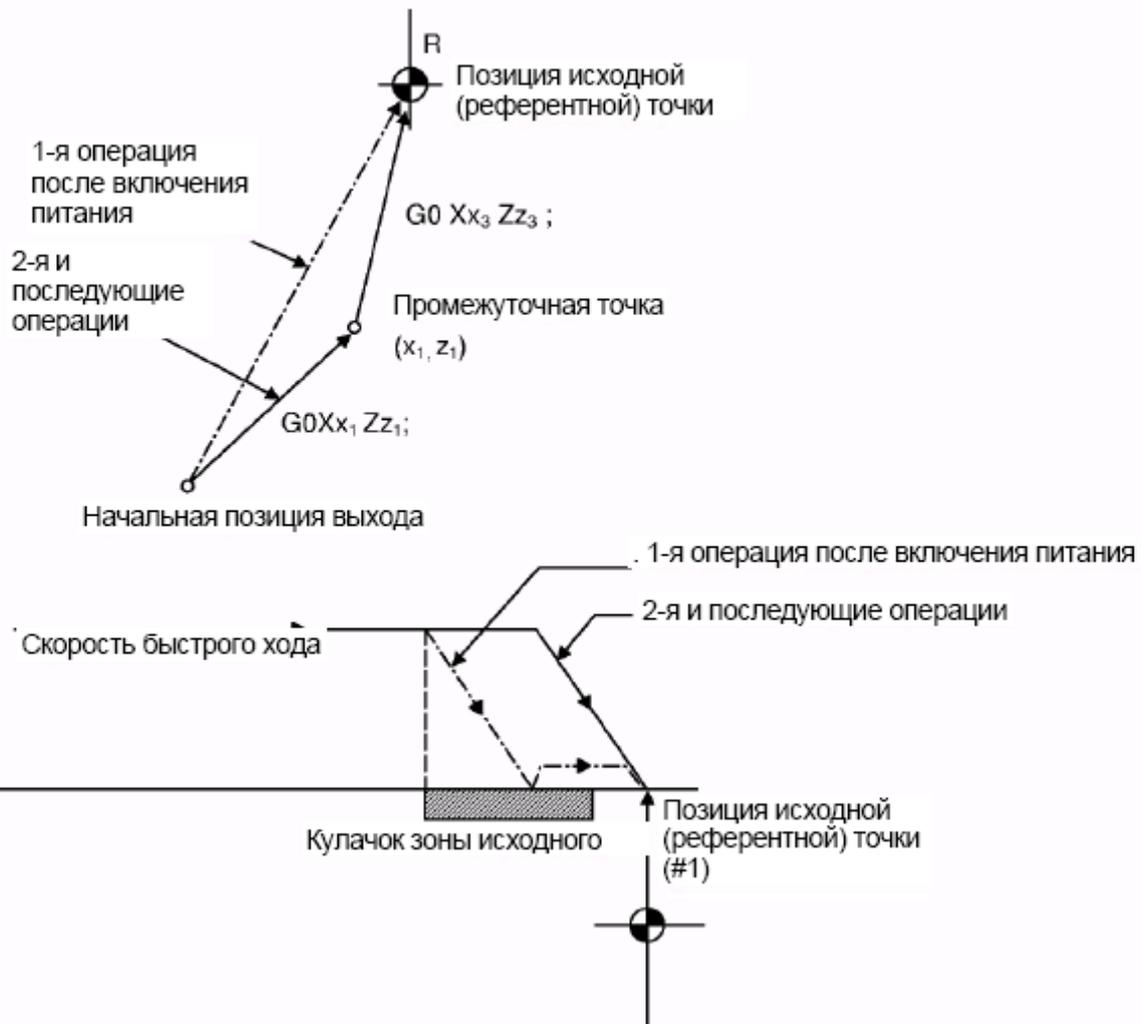
В данном случае  $x_1$ ,  $z_1$  и  $\alpha_1$  являются координатами промежуточной точки для G28 или G30.

- (5) Выдается ошибка программирования (P430), если задана G29, но не выполнен автоматический выход в исходную точку (G28) после включения питания системы.
- (6) Координаты промежуточной точки ( $x_1$ ;  $z_1$ ;  $\alpha_1$ ) задаются в абсолютном или инкрементном виде.
- (7) G29 возможно либо для G28, либо для G30. Но позиционирование заданных осей будет выполняться через промежуточную точку, которая была последней.
- (8) Смещение инструмента будет временно отменено во время возврата к исходной точке, если только оно уже не было отменено, а промежуточная точка будет точкой отмены смещения.
- (9) Задание промежуточной точки может быть проигнорировано установкой параметра "#1091 Mpoint".
- (10) Система в интервале от промежуточной точки до исходной точки игнорирует блокировку от станка (machine lock). Следующий кадр будет выполняться, если заданная ось перешла промежуточную точку.
- (11) Зеркальность действительна от начальной точки до промежуточной точки во время выхода в исходное. При этом инструмент будет двигаться в противоположном направлении по отношению к заданному командой направлению. Однако зеркальное отображение будет игнорироваться от промежуточной точки до исходной (нулевой) точки, инструмент будет перемещаться в исходную (референтную) точку.



Пример программы

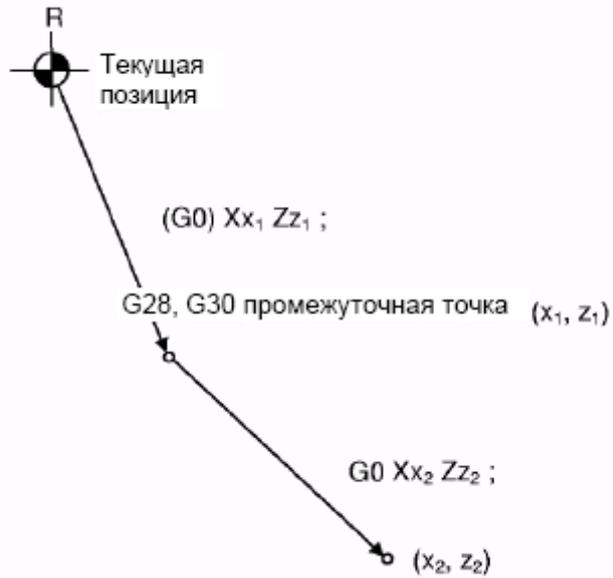
(Пример 1) G28 Xx<sub>1</sub> Zz<sub>1</sub> ;



## 14. Функции задания системы координат

### 14.7. Выход в исходную (референтную) точку

(Пример 2) G29 Xx<sub>2</sub> Zz<sub>2</sub> ;



(Пример 3) G28 Xx<sub>1</sub> Zz<sub>1</sub> ;

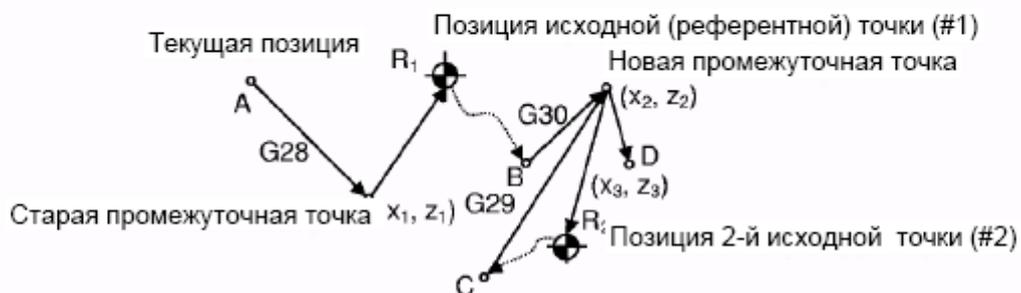
: (от точки A до исходной (референтной) точки)

G30 Xx<sub>2</sub> Zz<sub>2</sub> ;

: (от точки B до 2-й исходной (референтной)

G29 Xx<sub>3</sub> Zz<sub>3</sub> ;

(от точки C до точки D)



## 14. Функции задания системы координат

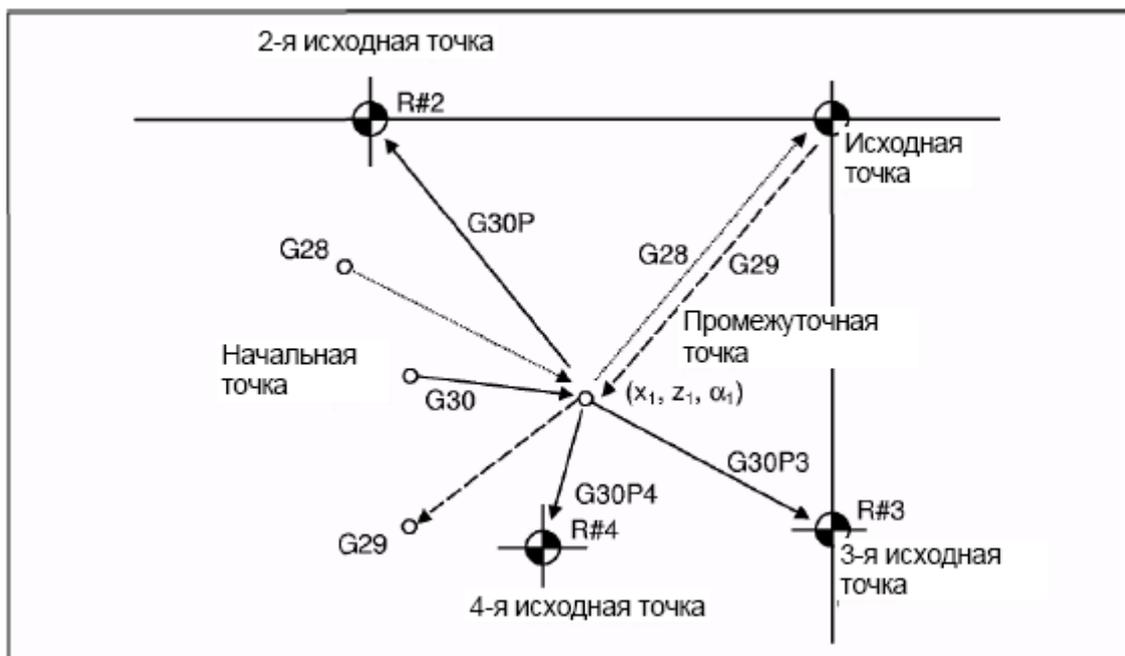
### 14.8. Выход во 2-ю, 3-ю и 4-ю исходные (референтные) точки

#### 14.8. Выход во 2-ю, 3-ю и 4-ю исходные (референтные) точки; G30



##### Функция и назначение

Исполнительный орган станка может выходить во 2-ю, 3-ю или 4-ю исходную (референтную) точку при задании G30 P2 (P3 или P4).



##### Формат команды

G30 P2 (P3, P4) Xx1 Zz1  $\alpha_{\alpha 1}$  ;

$\alpha_{\alpha 1}$                    Дополнительная ось

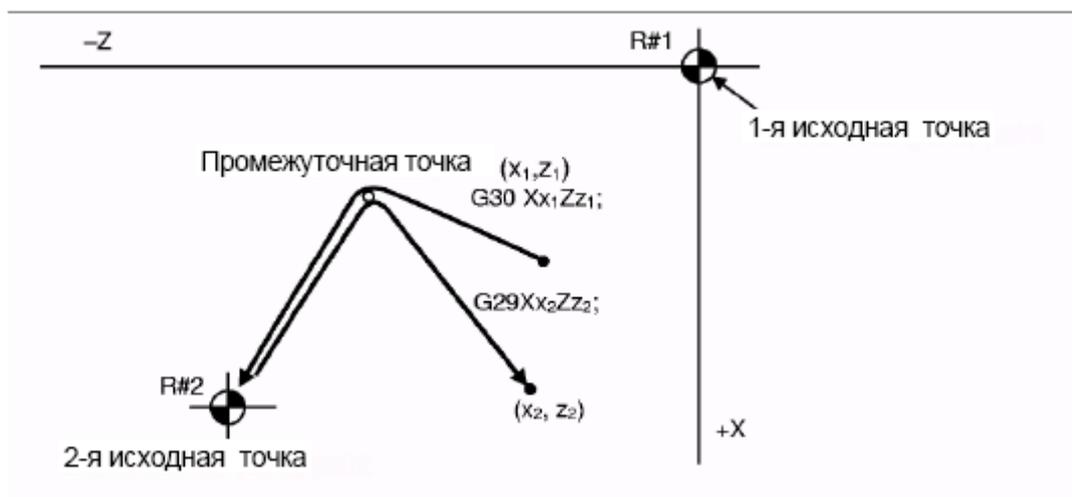
## 14. Функции задания системы координат

### 14.8. Выход во 2-ю, 3-ю и 4-ю исходные (референтные) точки

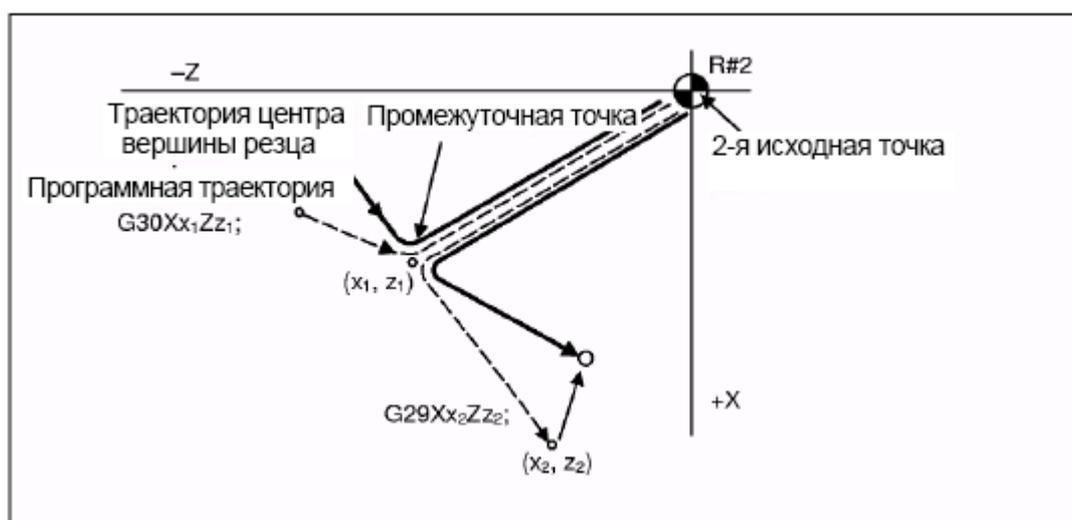


#### Детальное описание

- (1) Выход во 2-ю, 3-ю или 4-ю исходную (референтную) точку задается через R2, R3 или R4. Команда без R или с R0, R1, R5 или большим номером R игнорируется, при этом выход производится во 2-ю исходную (референтную) точку.
- (2) В режиме выхода во 2-ю, 3-ю или 4-ю исходную (референтную) точку, как и в режиме выхода в 1-ю исходную точку, исполнительный орган станка возвращается к 2-й, 3-й или 4-й исходной точке через промежуточную точку, задаваемую по G30.
- (3) Координаты 2-й, 3-й и 4-й исходных (референтных) точек задаются в параметрах, их можно установить и просмотреть с пульта оператора.
- (4) Если G29 задана после выполнения выхода в 2-ю, 3-ю и 4-ю исходную (референтную) точку, последняя промежуточная позиция используется как промежуточная позиция для G29.



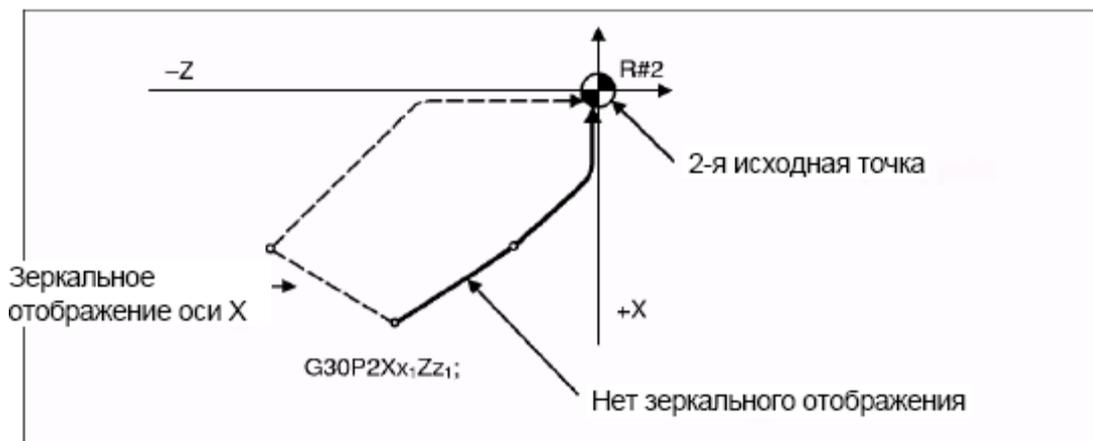
- (5) При выходе в исходную точку при действующей коррекции, резец перемещается без коррекции на радиус вершины резца (нулевая коррекция) от промежуточной точки до исходной точки. При последующей команде G29 резец перемещается без коррекции на радиус вершины резца от исходной (референтной) точки до промежуточной точки, и двигается с коррекцией из промежуточной точки.



## 14. Функции задания системы координат

### 14.8. Выход во 2-ю, 3-ю и 4-ю исходные (референтные) точки

- (6) Коррекция на длину инструмента, для выходящей в исходное оси, временно отменяется после выхода в 2-ю, 3-ю и 4-ю исходную (референтную) точку.
- (7) При выходе во 2-ю, 3-ю, 4-ю исходную точку система в интервале от промежуточной точки до исходной точки игнорирует блокировку от станка (machine lock). Следующий кадр будет выполняться, если заданная ось перешла промежуточную точку.
- (8) Зеркальное отображение возможно от начальной точки до промежуточной точки во время выхода в исходное, при этом инструмент будет двигаться в противоположном направлении по отношению к заданному командой направлению. Однако зеркальное отображение будет игнорироваться от промежуточной точки до исходной (нулевой) точки, инструмент будет перемещаться в исходную (референтную) точку.



## 14.9. Контроль исходной точки; G27



## Функция и назначение

Данная команда сначала позиционирует исполнительный орган станка в заданную точку, а затем, если эта точка является 1-й исходной точкой, в станок выдается сигнал о выходе в исходную точку (точно так же, как и для команды G28). Поэтому если программа обработки составлена таким образом, что исполнительный орган станка начинает движение из 1-й исходной точки и затем возвращается в 1-ю исходную точку, то можно контролировать находится ли исполнительный орган в исходной точке после запуска программы.



## Формат команды

**G27 X\_\_Z\_\_α\_\_P\_\_ ;**

G27	Команда контроля исходного
X Z α	Контролируемая ось
P	№ исходной точки
	P1 : контроль 1-ой исходной точки
	P2 : контроль 2-ой исходной точки
	P3 : контроль 3-ой исходной точки
	P4 : контроль 4-ой исходной точки



## Детальное описание

- (1) Если команда P пропущена, то контролируется 1-ая исходная точка.
- (2) Количество осей, контроль исходных точек которых может производиться одновременно, зависит от количества одновременно управляемых осей в системе.
- (3) Выдается аварийный сигнал, если исходная точка не достигнута после выполнения команды.

## 14. Функции задания системы координат

### 14.10. Задание и смещение системы координат детали

#### 14.10. Задание и смещение системы координат детали; G54 ~ G59 (G54.1)



##### Функция и назначение

- (1) Системы координат детали предназначены для упрощения программирования обработки детали, когда начальная ("нулевая") точка обрабатываемой детали назначается нулевой точкой системы координат.
- (2) Данные команды обеспечивают выход инструмента на позицию в системе координат детали.  
Существует 6 систем координат детали, которые используются при программировании. (G54 ~ G59)  
В дополнение к шести системам координат детали от G54 до G59 существует 48 дополнительных систем координат детали. (Эти 48 систем являются опцией).
- (3) При выборе системы координат этими командами производится сброс любой другой системы координат детали с координатами, заданными для текущей позиции. ("Текущая позиция инструмента" включает в себя коррекции на длину и на радиус при вершине инструмента.)
- (4) Условная (смещенная) система координат станка задается данной командой для координат текущей позиции. ("Текущая позиция инструмента" включает в себя коррекции на длину и на радиус при вершине инструмента и смещение позиции) (G54 ~ G92)



##### Формат команды

- (1) Выбор системы координат детали (G54 ~ G59)

G54 Xx<sub>1</sub> Zz<sub>1</sub> Aα<sub>1</sub>

Aα<sub>1</sub>                      Дополнительная ось

- (2) Задание системы координат детали (G54 ~ G59)

(G54) G92 Xx<sub>1</sub> Zz<sub>1</sub> Aα<sub>1</sub>

Aα<sub>1</sub>                      Дополнительная ось

- (3) Выбор системы координат детали (P1 ~ P48)

G54.1 Pn ;

- (4) Задание системы координат детали (P1 ~ P48)

G54.1 Pn ;

G92 X\_\_ Z\_\_ ;

- (5) Задание величины смещения системы координат детали (P1 ~ P48)

G10 L20 Pn X\_\_ Z\_\_ ;

Если выбрана расширенная система координат детали, и величина смещения переписывается.

G10 G54.1 Pn X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ ;

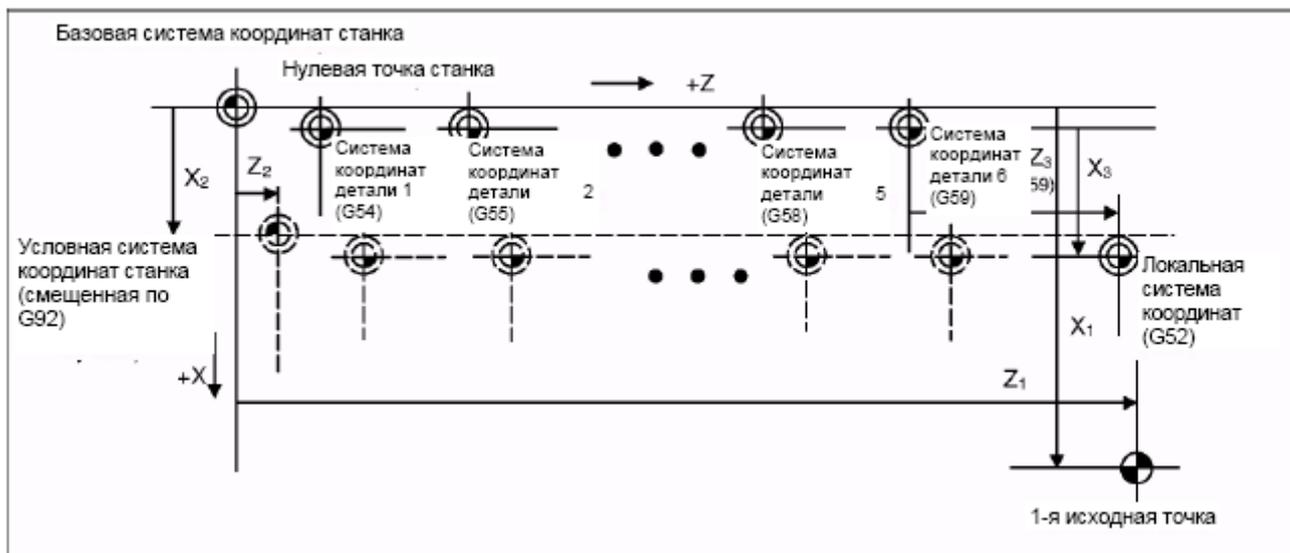
## 14. Функции задания системы координат

### 14.10. Задание и смещение системы координат детали



#### Детальное описание

- (1) Любая из команд G54 - G59 не отменяет величины коррекций на радиус при вершине инструмента для заданных осей при задании выбора системы координат детали.
- (2) Система координат детали G54 выбирается по включению питания системы.
- (3) Команды G54 - G59 являются модальными командами (группа 12).
- (4) Система координат будет перемещаться в системе координат детали при задании G92.
- (5) Величина смещения системы координат детали задает расстояние до нулевой точки базовой системы координат станка.



- (6) Величины смещения систем координат детали могут быть изменены любое количество раз. (Они могут быть также изменены через G10 L2 P<sub>n</sub> X<sub>x1</sub> Z<sub>z1</sub>)

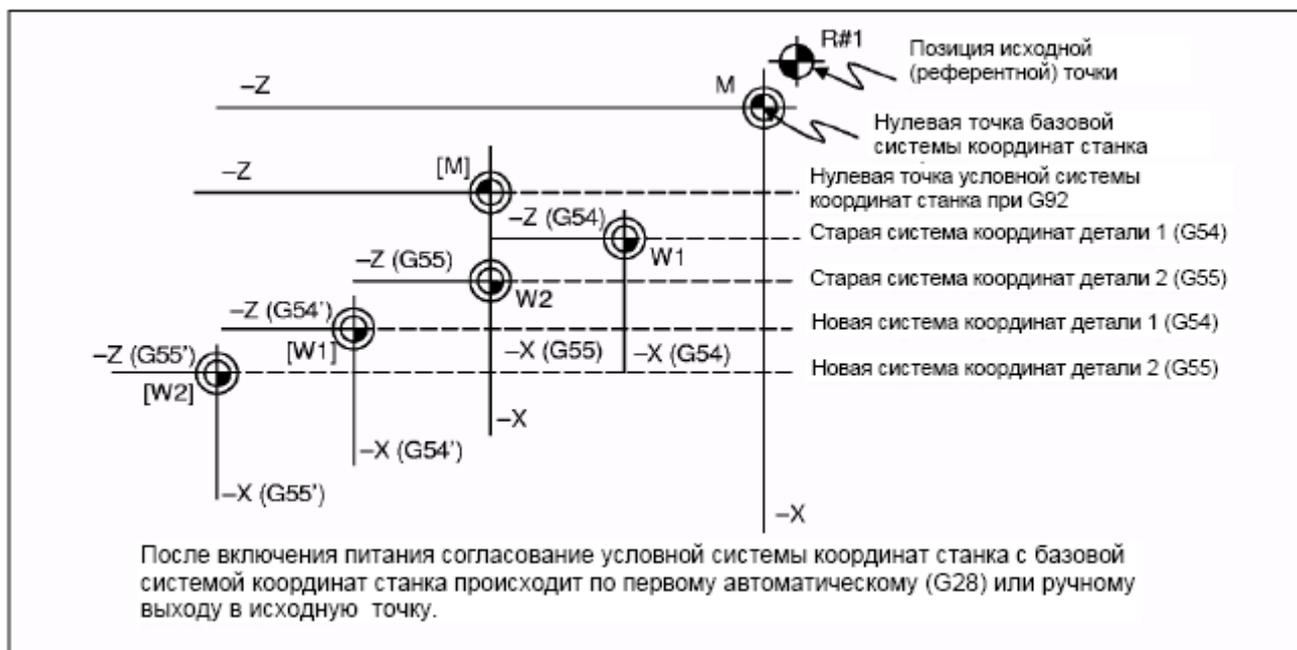
Варианты, если опущены L или P

G10 L2 P <sub>n</sub> X <sub>x</sub> Z <sub>z</sub> ;	n=0	: Задание величины внешнего смещения системы координат детали.
	n=1 - 6	: Задание величины смещения для указанной системы координат детали.
	Другое	: Выдается ошибка программирования (P35).
G10 L2 X <sub>x</sub> Z <sub>z</sub> ;		Задание величины смещения для текущей системы координат детали. В модальном режиме G54.1 выдается ошибка программирования (P33).
G10 L20 P <sub>n</sub> X <sub>x</sub> Z <sub>z</sub> ;	n=1 to 48	: Задаётся величина смещения в заданной системе координат детали.
	Другое	: Выдается ошибка программирования (P35).
G10 L20 X <sub>x</sub> Z <sub>z</sub> ;		Задаётся величина смещения в заданной системе координат детали. В модальном режиме G54 – G59 выдается ошибка программирования (P33).
G10 P <sub>n</sub> X <sub>x</sub> Z <sub>z</sub> ;		L10 Смещение инструмента (считается при отсутствии значения L)
G10 X <sub>x</sub> Z <sub>z</sub> ;		
G10 G54.1 X <sub>x</sub> Y <sub>y</sub> Z <sub>z</sub> ;		

## 14. Функции задания системы координат

### 14.10. Задание и смещение системы координат детали

- (7) Новая система координат детали 1 задается командой G92 в режиме G54 (система координат детали 1). В то же время другие системы координат детали 2 - 6 (G55 ~ G59) будут сдвигаться параллельно, при этом будут заданы новые системы координат детали 2 – 6.
- (8) Условная (смещенная) система координат станка создается в позиции, которая отстоит от нулевой точки новой системы координат детали на значение, равное величине смещения системы координат детали.



- (9) При задании условной системы координат станка, новая система координат детали будет создана в позиции, которая смещена от условной системы координат станка на величину, равную смещению системы координат детали.
- (10) После выполнения первого автоматического (G28) или ручного выхода в исходную (референтную) точку после включения питания, базовая система координат станка и системы координат детали автоматически устанавливаются в соответствии с параметрами CNC.
- (11) Если задано G54 X-; после первого, по включению питания, выхода к исходной точке (автоматического или ручного), выдается ошибка программирования (P62). (Необходимо задание скорости, так как перемещение будет выполняться по G01.)
- (12) Не следует задавать код G, для которого используется код P, в одном кадре с G54.1. Код P будет обработан как № выбираемой системы координат детали.
- (13) Если не добавлено количество дополнительных наборов смещения детали, то возникнет ошибка программирования (P39) при выполнении G54.1.

## 14. Функции задания системы координат

### 14.10. Задание и смещение системы координат детали

- (14) Если не добавлено количество дополнительных наборов смещения детали, то возникнет ошибка программирования (P172) при выполнении G10 L20.
- (15) Локальные системы координат не могут быть использованы в модальном режиме G54.1. Возникнет ошибка программирования (P438) в случае выполнения команды G52 в модальном режиме G54.1.
- (16) Новая система координат детали P1 может быть задана путем задания G92 в режиме G54.1 P1. Однако, система координат детали других систем координат детали G54 – G59, G54.1 и P2 – P48 сдвинется параллельно вместе с ней, и будет задана новая система координат детали.
- (17) Величина смещения расширенных систем координат детали соответствует переменным, номера которых показаны в Таблице 1.

**Таблица 1 Переменные смещений расширенных систем координат детали**

	оси 1-n		оси 1-n
P1	#7001 to #700n	P25	#7481 to #748n
P2	#7021 to #702n	P26	#7501 to #750n
P3	#7041 to #704n	P27	#7521 to #752n
P4	#7061 to #706n	P28	#7541 to #754n
P5	#7081 to #708n	P29	#7561 to #756n
P6	#7101 to #710n	P30	#7581 to #758n
P7	#7121 to #712n	P31	#7601 to #760n
P8	#7141 to #714n	P32	#7621 to #762n
P9	#7161 to #716n	P33	#7641 to #764n
P10	#7181 to #718n	P34	#7661 to #766n
P11	#7201 to #720n	P35	#7681 to #768n
P12	#7221 to #722n	P36	#7701 to #770n
P13	#7241 to #724n	P37	#7721 to #772n
P14	#7261 to #726n	P38	#7741 to #774n
P15	#7281 to #728n	P39	#7761 to #776n
P16	#7301 to #730n	P40	#7781 to #778n
P17	#7321 to #732n	P41	#7801 to #780n
P18	#7341 to #734n	P42	#7821 to #782n
P19	#7361 to #736n	P43	#7841 to #784n
P20	#7381 to #738n	P44	#7861 to #786n
P21	#7401 to #740n	P45	#7881 to #788n
P22	#7421 to #742n	P46	#7901 to #790n
P23	#7441 to #744n	P47	#7921 to #792n
P24	#7461 to #746n	P48	#7941 to #794n



#### **ВНИМАНИЕ**



Если величина смещения системы координат детали изменяется во время покадрового режима, новая величина будет действительна со следующего кадра.

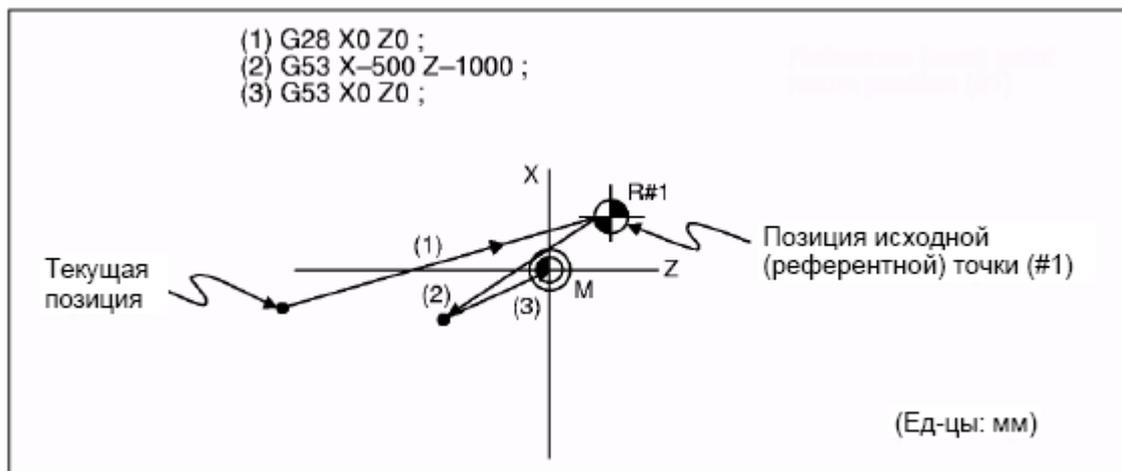
## 14. Функции задания системы координат

### 14.10. Задание и смещение системы координат детали



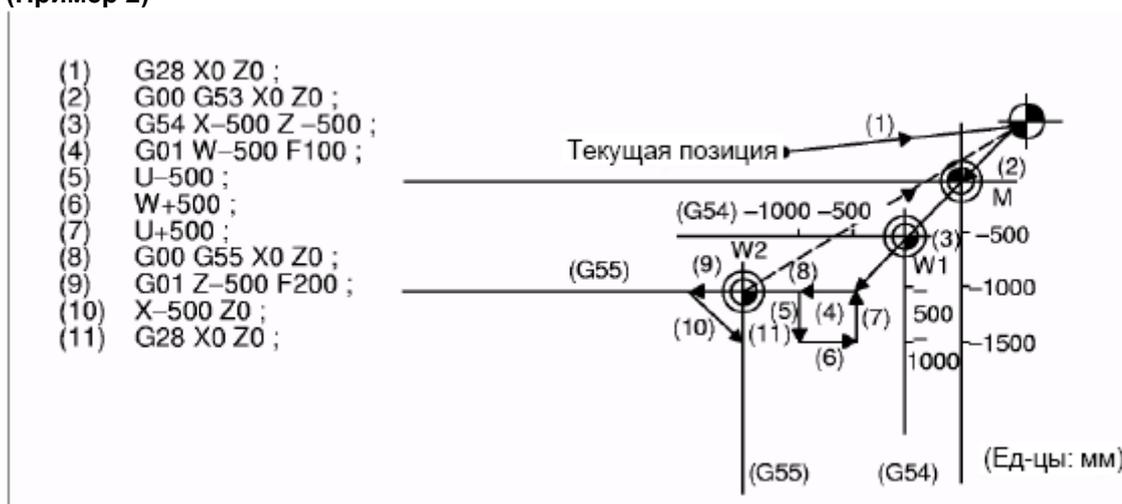
#### Пример программы

(Пример 1)



Если координата 1-й исходной точки равна нулю, нулевая точка базовой системы координат станка будет совпадать с исходной (референтной) точкой (#1).

(Пример 2)



## 14. Функции задания системы координат

### 14.10. Задание и смещение системы координат детали

**(Пример 3)** Если система координат детали G54 имеет смещение (-500, -500) в Примере 2. (Предполагается, что (3) - (10) в Примере 2 заданы в подпрограмме O1111.)

(1) G28 X0 Z0 ;	
(2) G00 G53 X0 Z0 ;	(Не требуется, если нет смещения базовой системы координат станка.)
(3) G54 X-500 Z-500 ;	Значение, на которое смещается система координат детали
(4) G92 X0 Z0 ;	Задается новая система координат детали
(5) M98 P1111 ;	



**(Примечание)** Система координат детали будет смещаться каждый раз при повторении шагов (3) по (5). Поэтому команда выхода в исходную точку (G28) должна быть задана после завершения программы.

## 14. Функции задания системы координат

### 14.11. Задание локальной системы координат

#### 14.11. Задание локальной системы координат; G52



##### Функция и назначение

Локальные системы координат могут независимо задаваться в системах координат детали G54 ~ G59 по команде G52, так что заданная позиция будет использоваться как нулевая точка.

Команда G52 может также использоваться вместо команды G92 для изменения смещения между нулевой точкой в программе обработки и нулевой точкой детали.



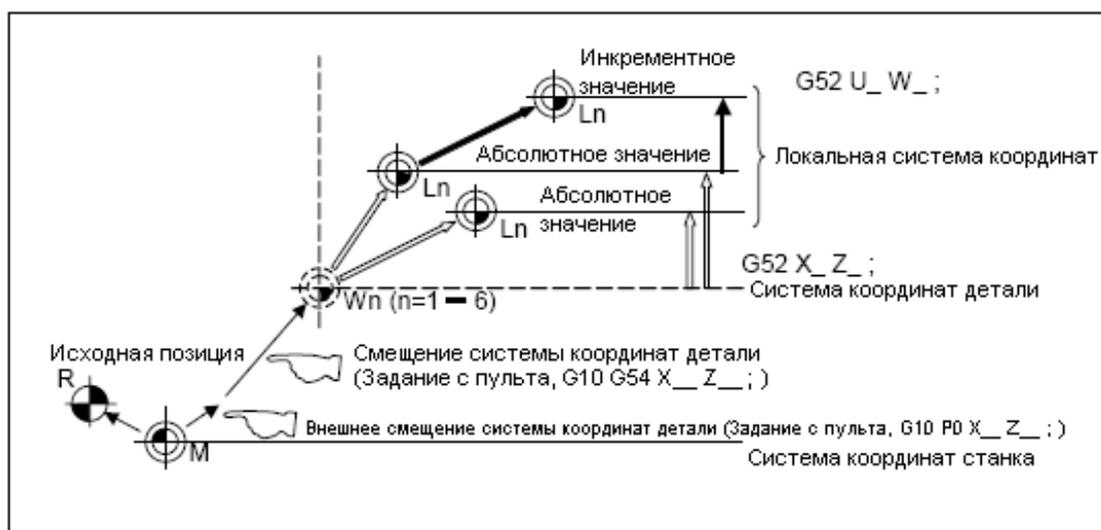
##### Формат команды

G54 (G54 – G59) G52 X\_\_ Z\_\_ ;



##### Детальное описание

- (1) Команда G52 действует, пока не будет задана новая команда G52 и инструмент не начнет перемещаться.  
Команда является удобным средством для создания другой системы координат, не изменяя позиции нулевой точки систем координат детали (G54 ~ G59).
- (2) Смещение локальной системы координат удаляется после выхода в исходную (референтную) точку или ручного выхода в исходную (референтную) точку после включения питания.
- (3) Отмена локальной системы координат производится при задании (G54 ~ G59) G52 X0 Z0 ;
- (4) Задание координат в абсолютном виде приводит к перемещению инструмента в позицию локальной системы координат.



## 14. Функции задания системы координат

### 14.12. Предустановка системы координат детали

#### 14.12. Предустановка системы координат детали; G92.1



##### Функция и назначение

- (1) Эта функция предустанавливает систему координат детали, сдвинутую программной командой во время ручной операции в точку смещения системы координат детали от исходной точки станка, путём задания величины смещения координаты детали командой G92.1.
- (2) Заданная система координат детали будет сдвинута относительно системы координат станка при выполнении следующих типов операций или программных команд.
  - Если выполняется ручное прерывание при ВЫКЛ ручном абсолютном режиме.
  - Если задана команда перемещения в режиме блокировки станка.
  - Если ось движется от маховичка
  - Если запущена операция в режиме зеркальности.
  - Если локальная система координат задаётся с помощью G52.
  - Если система координат детали сдвигается с помощью G92.

Эта функция предустанавливает сдвинутую систему координат детали в точке смещения системы координат детали от нулевой точки станка на величину смещения системы координат детали.



##### Формат команды

<p>G92.1 X0 Y0 Z0 α0 ; (G50.3) α0                   Дополнительная ось</p>
------------------------------------------------------------------------------------

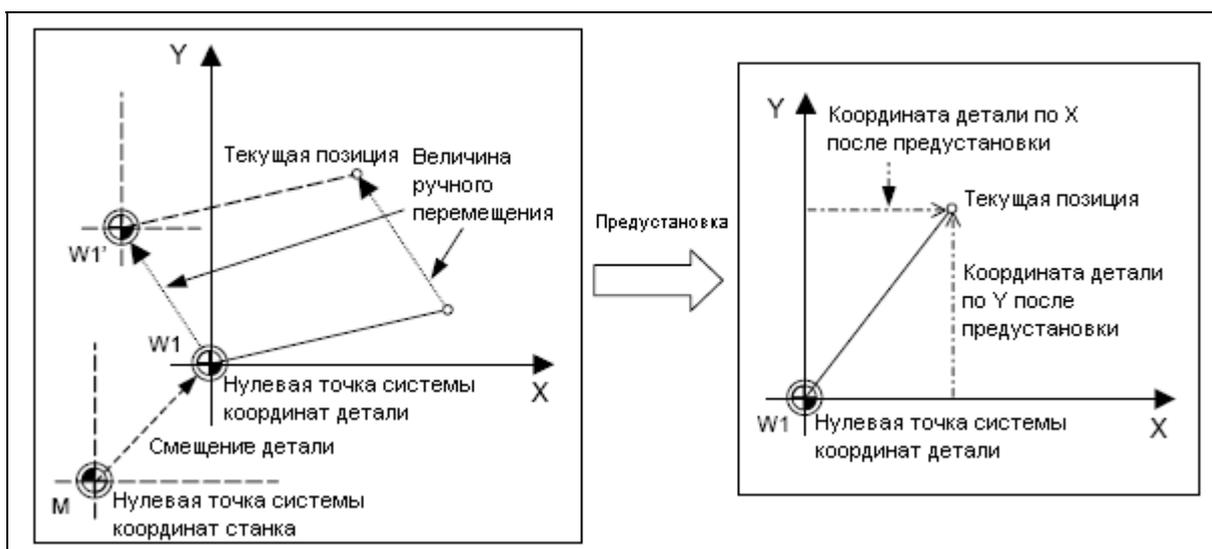
## 14. Функции задания системы координат

### 14.12. Предустановка системы координат детали



#### Детальное описание

- (1) Задайте адрес оси для предустановки. Ось не будет предустановлена, пока не задана.
- (2) Ошибка программирования (P35) возникнет, если задано значение, отличное от «0».
- (3) Это может быть задано в следующих списках G-кодов.
  - Списки G-кодов со 2 по 7
  - Список 1 G-кодов, если параметр смены G-кодов установлен (#1267 ext3/bit0 = 1).
- (4) В зависимости от списка G-кодов, G-код будет "G50.3".
- (5) Если выполняется ручная операция при ВЫКЛ ручном абсолютном режиме, или при перемещении оси от маховичка.



Если выполняется ручная операция при выключенном ручном абсолютном задании, или если ось перемещается по ручному прерыванию, то система координат детали будет смещена на величину ручного перемещения.

Данная функция возвращает смещённую нулевую точку W1' системы координат детали в первоначальную нулевую точку W1 системы координат детали и задает расстояние от W1 до текущей позиции в качестве текущей позиции системы координат детали.

## 14. Функции задания системы координат

### 14.12. Предустановка системы координат детали

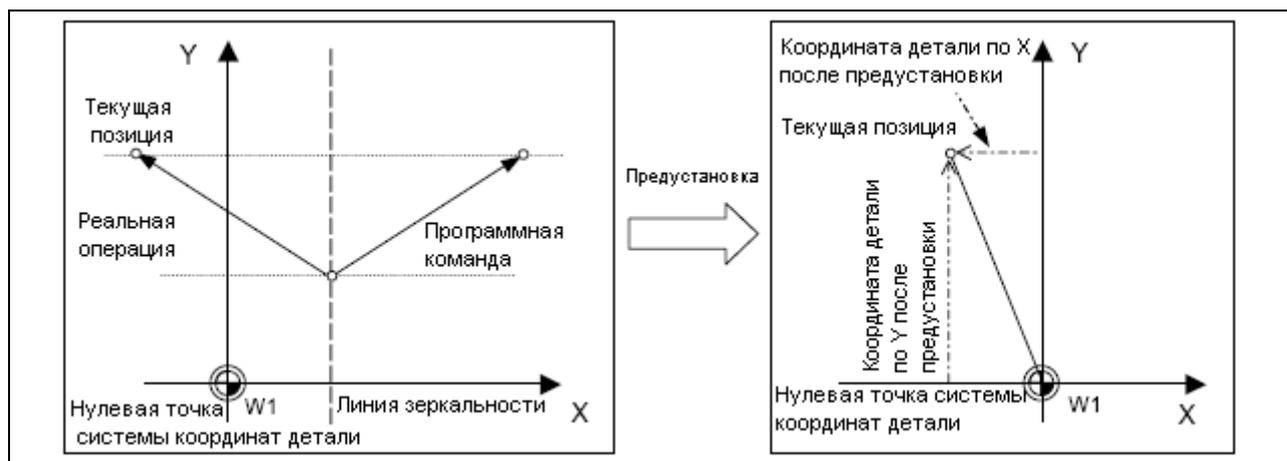
(6) Если команда перемещения задана в режиме блокировки станка



Если команда перемещения задана в режиме блокировки станка, то текущая позиция не изменится, а сместятся только координаты детали.

Данная функция возвращает сдвинутые координаты детали в исходную текущую позицию и задает расстояние от W1 до текущей позиции в качестве текущей позиции системы координат детали.

(7) Если операции выполняются в режиме зеркальности



Если операции выполняются в режиме зеркальности, только внутренние координаты системы ЧПУ используются в качестве координат в программных командах. Другие координаты являются координатами текущей позиции.

Данная функция устанавливает внутренние координаты системы ЧПУ в качестве координат текущей позиции.

## 14. Функции задания системы координат

### 14.12. Предустановка системы координат детали

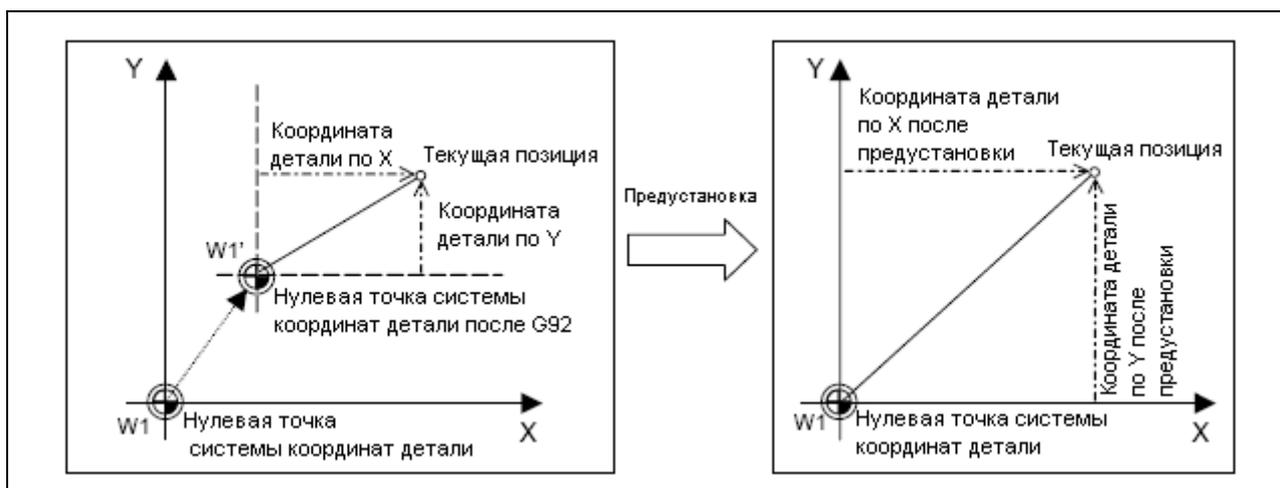
(8) Задание локальной системы координат с помощью G52



Локальная система координат задается с помощью команды G52, и программные команды и т.п. работают в локальной системе координат.

Данная функция отменяет заданную локальную систему координат, и программные команды и т.п. используют систему координат детали, нулевая точка которой находится в точке  $W1$ . Отменённая локальная система координат является выбранной системой координат детали.

(9) Смещение системы координат детали с помощью G92



Система координат детали смещается при помощи команды G92, а расстояние между  $W1'$  и текущей позицией задаётся как текущая позиция системы координат детали.

Данная функция возвращает смещённую нулевую точку системы координат детали в  $W1$  и задаёт расстояние от  $W1$  до текущей позиции как текущую позицию системы координат детали. Это действительно для всех координат детали.

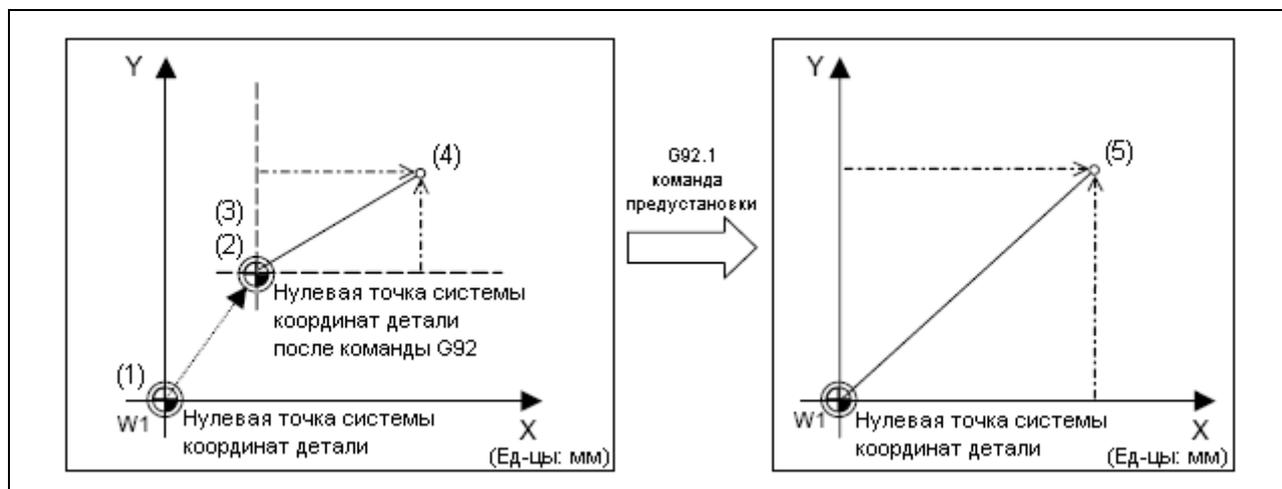
## 14. Функции задания системы координат

### 14.12. Предустановка системы координат детали



#### Пример программы

Система координат детали, смещённая с помощью G92, предустанавливается по команде G92.1.



#### (Пример)

```
G28 X0 Y0 ;..... (1)
G00 G90 X1. Y1. ; ..... (2)
G92 X0 Y0 ;..... (3)
G00 X500 Y500 ;..... (4)
G92.1 X0 Y0 ;..... (5)
```



#### Меры предосторожности

- (1) Следует отменить коррекцию на радиус резца, смещения на длину и позицию инструмента перед использованием данной функции. В противном случае система координат детали окажется в позиции, полученной путём вычитания величины смещения координат детали из значений станка. Таким образом, вектор смещения будет временно отменён.
- (2) Данная функция не может быть выполнена при возврате по программе.
- (3) Не следует задавать данную функцию в режиме масштабирования, вращения координат или в режиме зеркальности, иначе выдаётся ошибка программирования (P34).

## 14. Функции задания системы координат

### 14.13. Система координат поворотной оси

#### 14.13. Система координат поворотной оси



#### Функция и назначение

Для оси, заданной параметрами в качестве поворотной оси, управление осуществляется в системе координат поворотной оси.

Поворотная ось может быть кругового типа (замкнутая/разомкнутая) и линейного типа (позиция координаты детали линейного типа, позиции всех координат линейного типа).

Диапазон задания позиции в системе координат детали составляет от  $0^{\circ}$  до  $359.999^{\circ}$  для кругового типа и от  $0^{\circ}$  до  $\pm 99999.999^{\circ}$  для линейного типа.

Позиции в системе координат станка и относительные позиции могут быть различными, в зависимости от параметров.

Задание для поворотной оси всегда считается в градусах, независимо от метрического или дюймового задания в системе.

Тип поворотной оси может быть задан в параметре "#8213 тип поворотной оси" для каждой оси.

	Поворотная ось				
	Круговой тип поворотной оси		Линейный тип поворотной оси		Линейная ось
	Разомкнутая	Замкнутая	Позиция координаты детали линейного типа	Позиции всех координат линейного типа	
Значение #8213	0	1	2	3	-
Значение координаты детали	Отображается в диапазоне от $0^{\circ}$ до $359.999^{\circ}$ .		Отображается в диапазоне от $0^{\circ}$ до $\pm 99999.999^{\circ}$ .		
Значение координаты станка / относительная позиция	Отображается в диапазоне от $0^{\circ}$ до $359.999^{\circ}$ .			Отображается в диапазоне от $0^{\circ}$ до $\pm 99999.999^{\circ}$ .	
Абсолютное задание	Инкрементная величина от конечной точки до текущей позиции делится на 360, и ось перемещается на величину остатка с учетом знака	Перемещение по замкнутому кругу в конечную точку.	Так же как и обычная линейная ось, перемещается согласно знаку на величину, полученную вычитанием текущей позиции из конечной точки (без округления до 360 градусов)		
Инкрементное задание	Перемещается в направлении, соответствующем заданному знаку, на заданную инкрементную величину от текущей позиции.				
Возврат в исходную позицию	До промежуточной точки: Зависит от абсолютного или инкрементного задания				
	От промежуточной точки до исходной точки: Выход происходит с перемещением, меньшим 360 градусов			Перемещается и возвращается в направлении исходной позиции на разницу от промежуточной точки до исходной позиции	

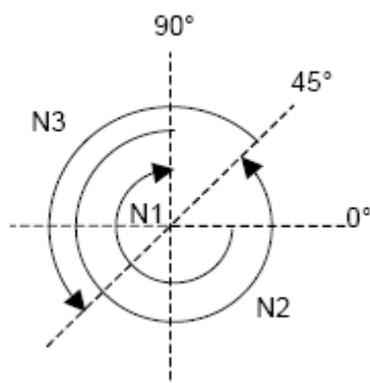


Пример выполнения

Ниже приведены различия в выполнении и индикации на пульте оператора, в зависимости от типа поворотной координаты.  
(Смещение детали задано  $0^{\circ}$ .)

(1) Круговой тип (разомкнутый)

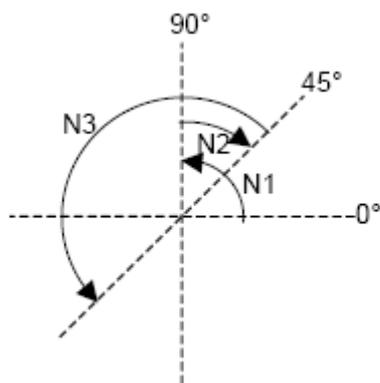
- (а) Позиция координаты станка, позиция координаты детали и текущая позиция отображается в диапазоне от  $0^{\circ}$  до  $359.999^{\circ}$ .
- (б) При абсолютном задании ось перемещается в соответствии со знаком на величину остатка от деления на  $360^{\circ}$ .



Программа	Индикация координат детали	Индикация координат станка
G28 C0.		
N1 G90 C-270.	90.000	90.000
N2 C405.	45.000	45.000
N3 G91 C180	225.000	225.000

(2) Круговой тип (замкнутый)

- (а) Позиция координаты станка, позиция координаты детали и текущая позиция отображается в диапазоне от  $0^{\circ}$  до  $359.999^{\circ}$ .
- (б) При абсолютном задании ось вращается в направлении наименьшего угла до конечной точки.



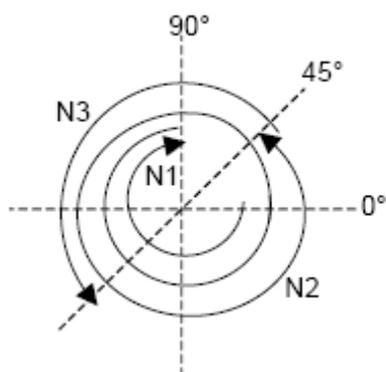
Программа	Индикация координат детали	Индикация координат станка
G28 C0.		
N1 G90 C-270.	90.000	90.000
N2 C405.	45.000	45.000
N3 G91 C180	225.000	225.000

## 14. Функции задания системы координат

### 14.13. Система координат поворотной оси

#### (3) Линейный тип (позиция координаты детали линейного типа)

- (а) Координата детали отображается в диапазоне от  $0^\circ$  до  $\pm 99999.999^\circ$ .  
Позиция в остальных системах координат отображается в диапазоне от  $0^\circ$  до  $359.999^\circ$ .
- (б) Перемещение выполняется так же, как и для линейной оси.
- (в) При возврате в исходную точку ось перемещается так же, как линейная, до промежуточной точки.  
От промежуточной точки ось поворачивается на величину менее  $360^\circ$  для выхода в исходное положение.
- (г) В режиме абсолютного позиционирования, даже если позиция в системе координат детали выходит за пределы диапазона от  $0^\circ$  до  $359.999^\circ$ , система начнет работу в диапазоне от  $0^\circ$  до  $359.999^\circ$  после следующего включения питания.



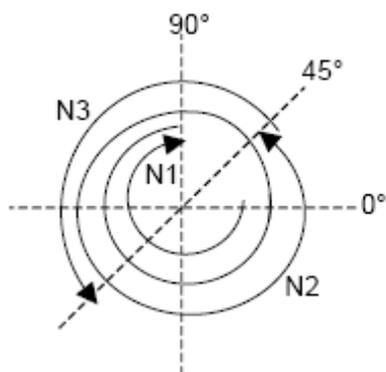
Программа	Индикация координат детали	Индикация координат станка	Индикация ПОЗИЦИЯ
G28 C0.			
N1 G90 C-270.	-270.000	90.000	90.000
N2 C405.	405.000	45.000	45.000
N3 G91 C180	585.000	225.000	225.000

После следующего включения питания ↓

Деталь	Станок
225.000	225.000

#### (4) Линейный тип (позиции всех координат линейного типа).

- (а) Позиция во всех системах координат отображается в диапазоне от  $0^\circ$  до  $\pm 99999.999^\circ$ .
- (б) Перемещение выполняется так же, как и для линейной оси.
- (в) При возврате в исходную точку ось перемещается так же, как линейная, до промежуточной точки.  
От промежуточной точки ось поворачивается на величину разницы между промежуточной и исходной точками для выхода в исходное положение.
- (г) В режиме абсолютного позиционирования после включения питания система начинает работу с позиции, в которой она находилась в момент последнего выключения питания.



Программа	Индикация координат детали	Индикация координат станка	Индикация ПОЗИЦИЯ
G28 C0.			
N1 G90 C-270.	-270.000	-270.000	-270.000
N2 C405.	405.000	405.000	405.000
N3 G91 C180	585.000	585.000	585.000

После следующего включения питания ↓

Деталь	Станок
585.000	585.000

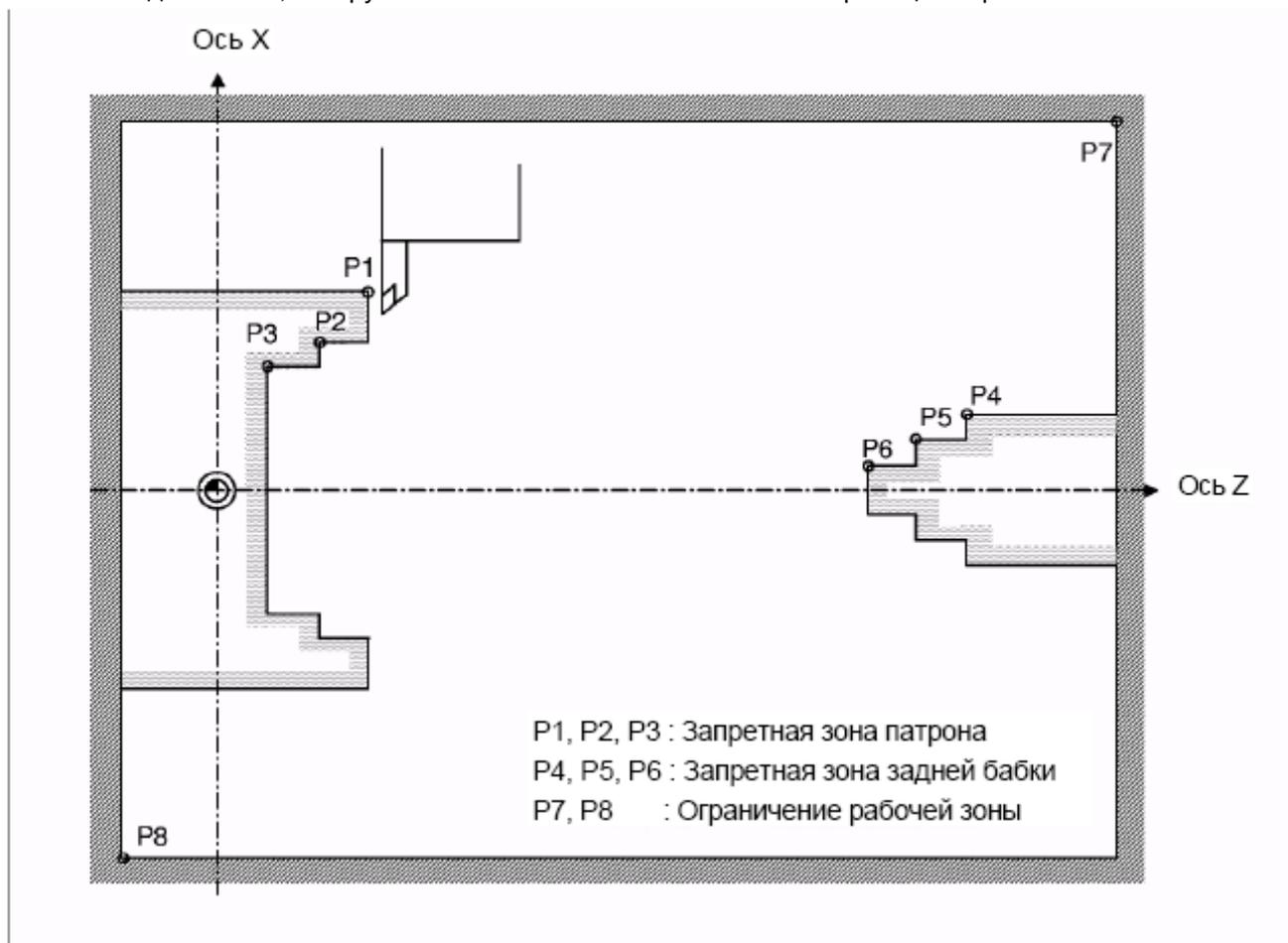
## 15. Функции безопасности

## 15.1. Запретные зоны патрона/задней бабки; G22, G23



## Функция и назначение

Ограничивая диапазон перемещения вершины инструмента, запретные зоны патрона и задней бабки предотвращают столкновения с патроном и задней бабкой при ошибках программирования. Если задано движение, выходящее за пределы заданного в параметрах диапазона, инструмент автоматически остановится на границе запретной зоны.



## Формат команды

G22;	Запретные зоны действительны
G23;	Запретные зоны недействительны

Команды G22 и G23 должны задаваться в отдельных кадрах.



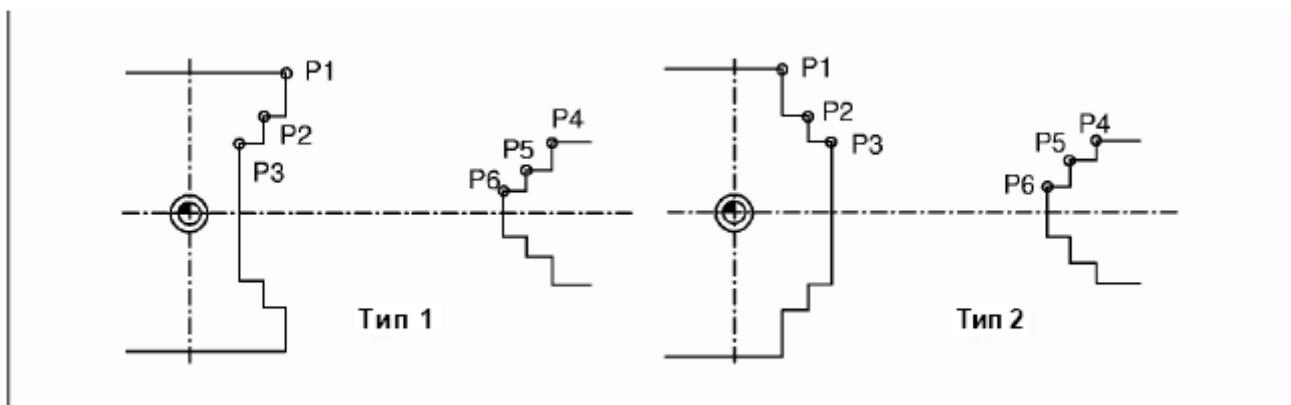
### Детальное описание

- (1) Выдается аварийное сообщение, если станок останавливается по причине выхода за пределы установленного диапазона.  
Аварийное сообщение отменяется сбросом.
- (2) Данная функция действительна при блокировке станка (machine lock).
- (3) Данная функция активизируется, когда все оси, для которых заданы запретные зоны патрона и задней бабки, выполнили выход в исходную (референтную) точку.
- (4) Если разрешена функция ограничения рабочей зоны, и при этом задан диапазон для ограничения рабочей зоны, функция запретных зон для патрона/задней бабки активизируется одновременно с функцией ограничения рабочей зоны.
- (5) Можно выбирать право- или левостороннее расположение запретных зон, используя внешний сигнал от PLC.



### Задание запретных зон патрона/задней бабки

#### (1) Использование G22 и G23



- (а) По три точки могут вводиться как параметры задания запретных зон патрона и задней бабки. Задание выполняется в системе координат станка.  
Точки P1, P2 и P3 предназначены для задания запретной зоны патрона. Точки P4, P5 и P6 предназначены для задания запретной зоны задней бабки.
- (б) Диапазон запретной зоны должен иметь симметричную форму относительно оси Z. Если координаты точки запретной зоны P\_ по оси X имеют отрицательное значение, следует изменить знак на положительный, а затем проверить результат.  
Абсолютное значение координат каждой точки запретной зоны по оси X должно соответствовать следующему условию.  
 $P1 \geq P2 \geq P3, P4 \geq P5 \geq P6$   
(Следует учитывать, что координаты по оси Z не обязаны соответствовать данному условию.)

(2) Использование внешнего сигнала PLC

Установить значения координат для каждой точки между "#8300 P0" и "#8314 P10". P0 является базовой координатой по X запретной зоны патрона и задней бабки. Задать координату центра детали в базовой системе координат станка значением радиуса. Координаты для P1 - P10 по оси X от центра заготовки (P0) задаются в радиальных величинах. Координаты по оси Z задаются в базовой системе координат станка. Диапазон запретных зон симметричен относительно P0. Координаты по оси X для каждой точки должны задаваться следующим образом.

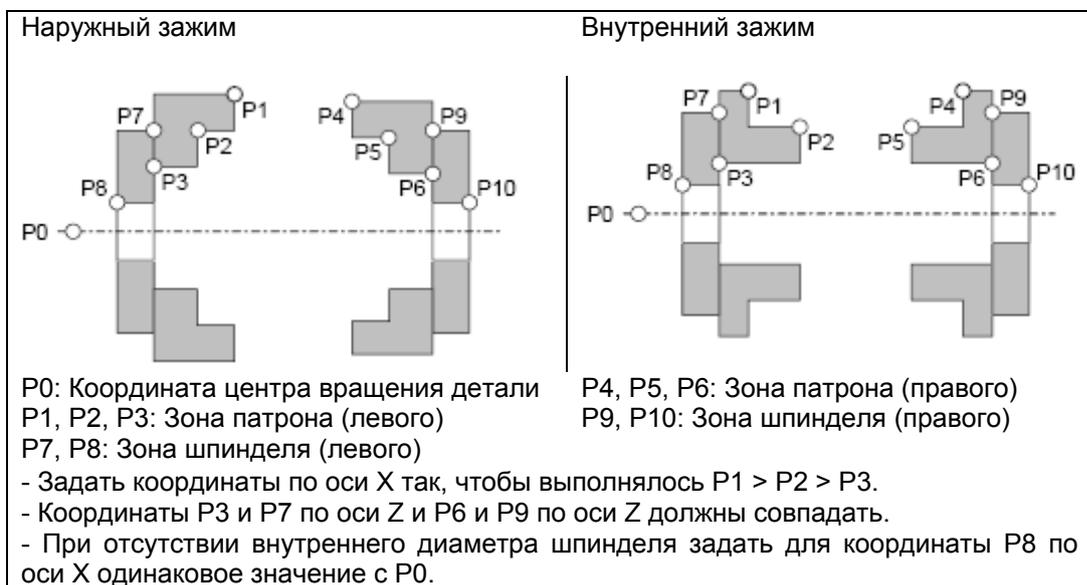
$$P1 \geq P2 \geq P3 \quad P4 \geq P5 \geq P6$$

$$P7 \geq P8 \quad P9 \geq P10$$

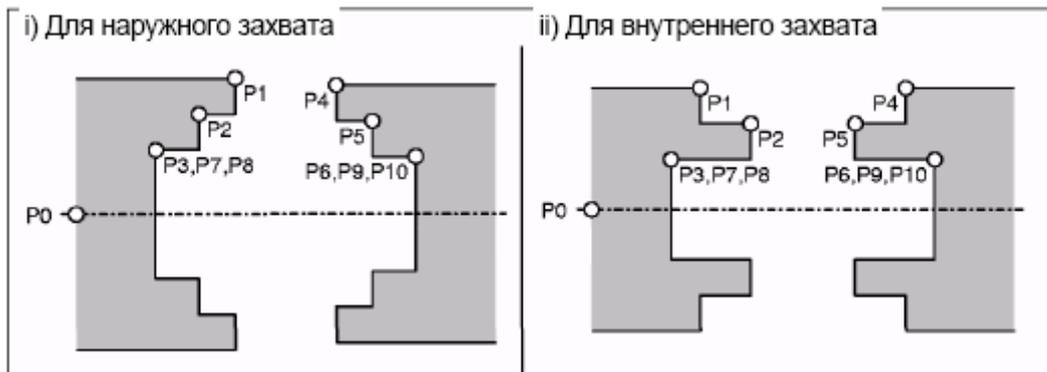
Если координата P8 по оси Z должна быть меньше P1 - P3, то координата P10 по оси Z должна быть больше P4 - P6.

Позиции точек P0 - P10 для запретных зон патрона/задней бабки будут следующими.

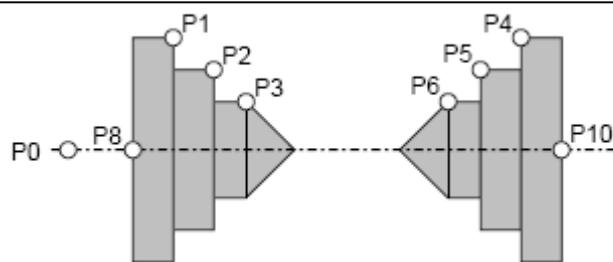
(a) Патрон



Если зона шпинделя не должна задаваться, установить для P3, P7 и P8 одинаковые значения, а также одинаковые значения для P6, P9 и P10. В этом случае, запретная зона будет иметь вид:



(b) Задняя бабка



- P7 и P9 не используются.
- Угол конечного участка задней бабки "#8318 STOCK ANGLE (L)" задается через параметры. "#8319 STOCK ANGLE (R)"
- Если задано значение «0», угол будет равен  $90^{\circ}$ . (По умолчанию)
- Следует задать для координаты P8 по оси X то же значение, что и для P0. (Нет внутреннего диаметра шпинделя)

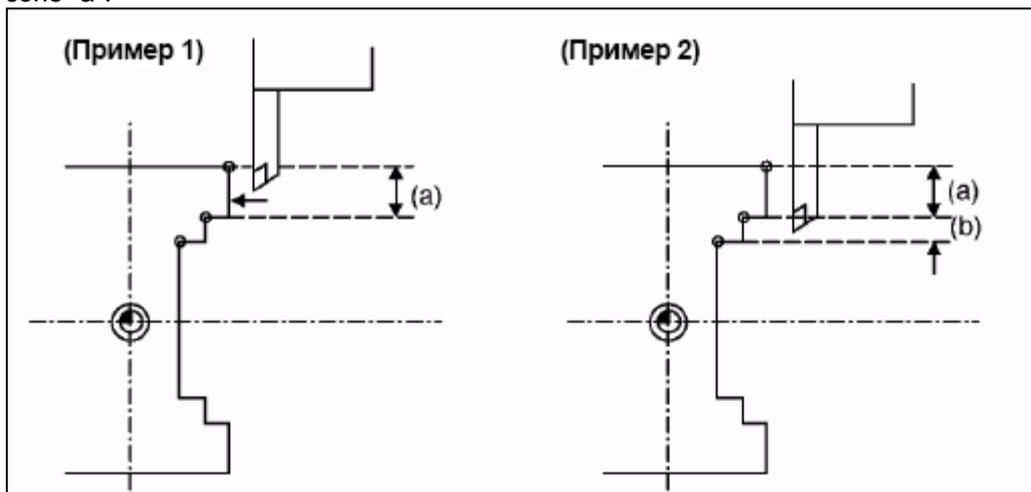


## Ограничения

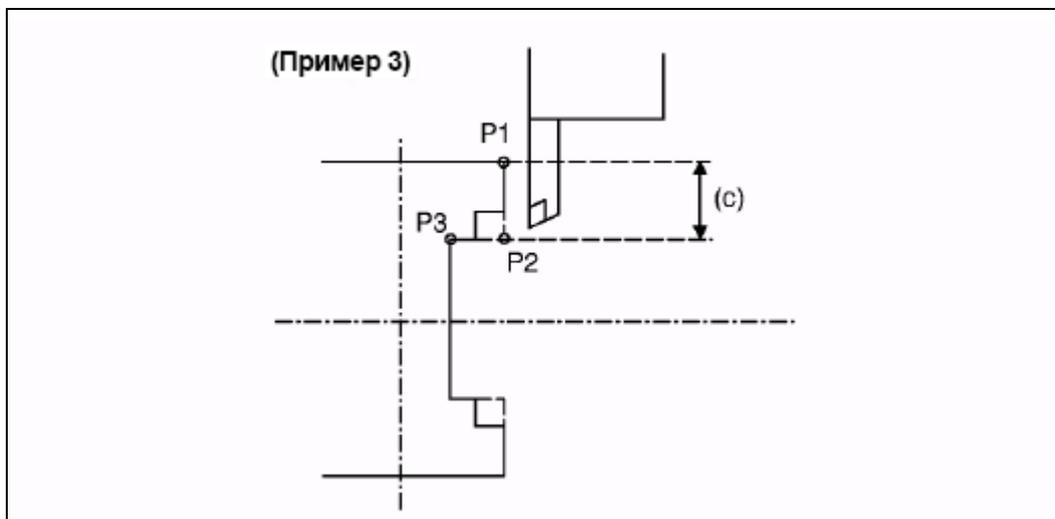
- (1) При работе с запретными зонами инструмент рассматривается как материальная точка. Поэтому должны соблюдаться следующие меры предосторожности.

В следующих примерах, где запретные зоны заданы для условной точки вершины инструмента, а инструмент перемещается по стрелке, указанной на схеме, могут возникнуть следующие ситуации.

В Примере 1 вершина инструмента находится в диапазоне "а", поэтому резец автоматически остановится на границе запретной зоны. Однако в примере 2, вершина инструмента находится в диапазоне "b", поэтому патрон и резец могут столкнуться в зоне "а".



Во избежание таких ситуаций приведен Пример 3. В этом примере, если таким образом заданы точки P1, P2 и P3, и вершина инструмента находится в диапазоне "с", то резец остановится на границе запретной зоны.



- (2) Когда резец входит в запретную зону и выдается аварийный сигнал, то резец может переместиться в противоположном направлении от исходного движения, если произойдет отмена аварийного сигнала после сброса.
- (3) Не задаются запретные зоны для осей без функции выхода в исходную точку. Поэтому, для данных осей не выдается аварийный сигнал запретной зоны.
- (4) Если инструмент вошел в отмененную запретную зону, и затем эту зону активизируют, то аварийный сигнал будет выдан сразу же при начале движения. Если аварийный сигнал будет снят по сбросу, следует деактивировать запретные зоны перед выходом либо изменить значение для каждой точки зоны.
- (5) Программное ограничение перемещений действует даже при отмененных запретных зонах (G23).

## 15.2. Ограничение рабочей зоны



## Функция и назначение

Запрещенные для входа инструмента зоны могут быть заданы при помощи ограничения рабочей зоны I, ограничения рабочей зоны II и ограничения рабочей зоны IV. Эти ограничения устанавливаются через параметры.



## Формат команды

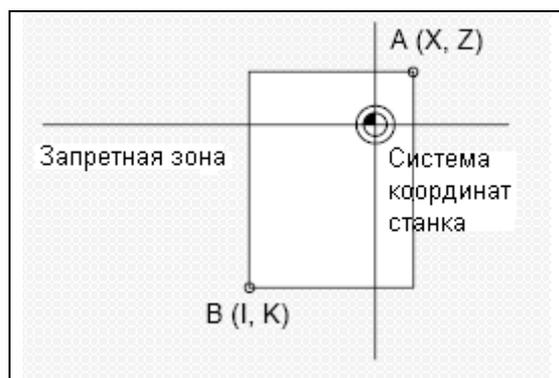
Для функции ограничения рабочей зоны II параметры запретной зоны могут изменяться. Включать / выключать эту функцию можно по командам из программы.

<b>G22 X__Z__C__I__J__K__ ;</b>	Изменение параметров функции II
G22	Функция II ВКЛ (все оси)
G23	Функция II ВЫКЛ (все оси)
X, Z, C (имя оси 1-3)	Ограничение рабочей зоны + задание стороны
I, J, K (имя оси выбора плоскости)	Ограничение рабочей зоны – задание стороны

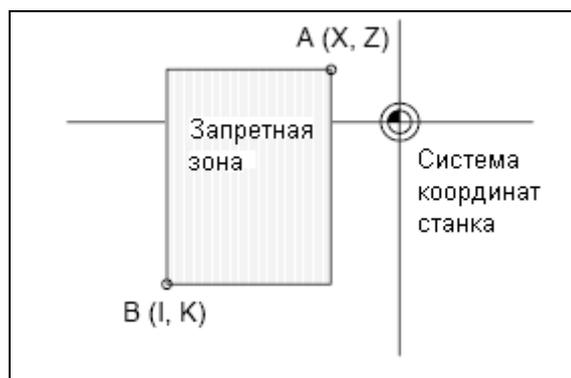


## Детальное описание

Команды G22 и G23 следует задавать в отдельных кадрах. Будет ли запретная зона внутри или снаружи, определяется параметрами.



Если запретная зона снаружи



Если запретная зона внутри



#### Меры предосторожности

- (1) Если максимальное и минимальное значения при задании запретной зоны совпадают, происходит следующее.
  - (a) Если максимальное и минимальное значения равны 0, и запретная зона задана снаружи, то запретной будет вся зона. Если запретная зона задана изнутри, движение будет возможно в пределах всей зоны.
  - (b) Если для максимального и минимального значения задано значение отличное от 0, движение будет возможно в пределах всей зоны.
- (2) Задание (G22, G23) ограничения рабочей зоны II из программы возможно для G-функций из списков 6 и 7 (cmdtyp = 7, 8).
- (3) G22 и G23 являются немодальными командами (группа 0) и действуют только в текущем кадре.

## 16. Функции измерения

## 16.1. Автоматическое измерение длины инструмента; G37



## Функция и назначение

Данная функция задает величину перемещения от начальной позиции измерения, перемещает инструмент в направлении точки измерения, останавливают перемещение при касании инструментом датчика, автоматически определяет разность между текущими значениями координат и заданными значениями координат точки измерения и принимает эту разность за величину смещения инструмента.

Если коррекция уже применена к инструменту, перемещение к точке измерения выполняется при действующей коррекции. Затем, в результате измерения и расчетов, выполняется коррекция текущего уровня смещения инструмента.



## Формат команды

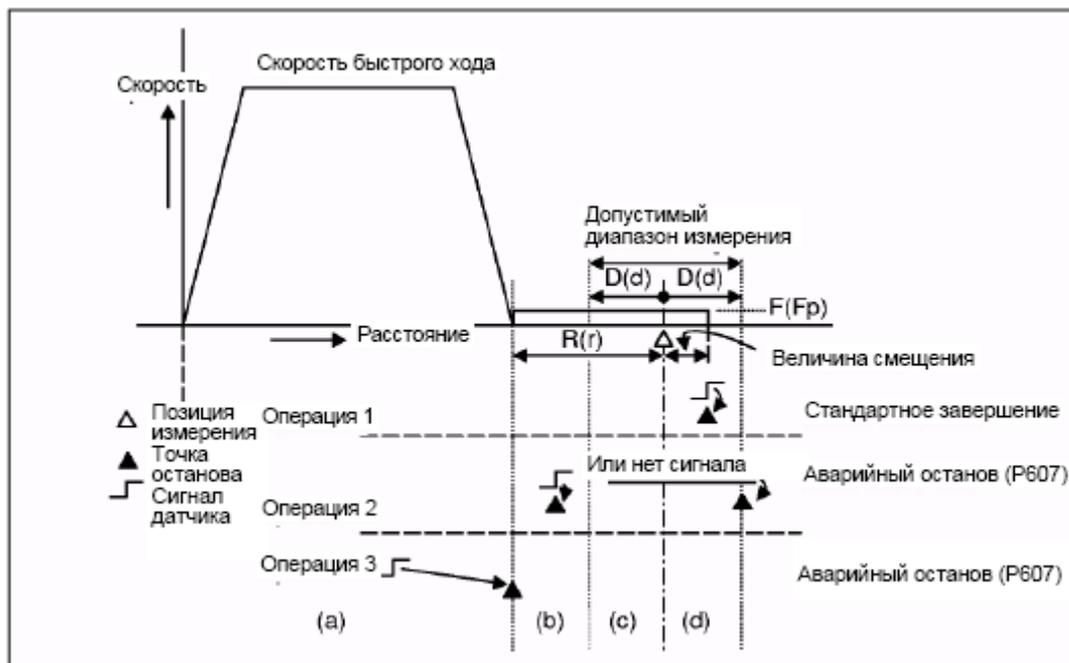
**G37 α\_\_ R\_\_ D\_\_ F\_\_ ;**

G37	Команда автоматического измерения длины инструмента
α	Адрес оси измерения и координаты позиции измерения.....X, Z
R	Расстояние между позицией измерения и точкой, в которой должно начаться движение на скорости измерения (радиальная величина, инкрементное задание).
D	Диапазон, в пределах которого инструмент должен остановиться по касанию (радиальная величина, инкрементное задание).
F	Скорость измерения. Если R__, D__, или F__ опущены, вместо них используются значения, заданные в параметрах. <Параметр> ("TLM" в меню параметров обработки)
	# Скорость измерения Fr : 0 – 60000 (мм/мин)
	# Диапазон замедления r : 0 – 9999.999 (мм)
	# Диапазон измерения d : 0 – 9999.999 (мм)



## Детальное описание

(1) Действия по команде G37



(2) В качестве сигнала датчика (сигнала выхода в позицию измерения) используется, как правило, сигнал измерения (skip signal).

(3) Скорость подачи будет равна 1 мм/мин, если команда F и скорость измерения, заданная в параметре равны 0.

(4) В режиме оборотной подачи ось будет перемещаться на оборотной подаче [мм/об].

(5) Обновленный уровень смещения будет действовать, пока не будет задана следующая команда T или G37.

(6) Задержка и разброс срабатывания сигнала от датчика касания будут находиться в пределах от 0 до 0.2мс.

В результате образуется погрешность измерения, указанная ниже.

Максимальная погрешность измерения [мм] = Скорость измерения [мм/мин] × 1/60 × 0.2 [мс]/1000

(7) Координаты точки касания будут фиксироваться в момент касания, а исполнительный орган станка будет продолжать перемещаться и остановится в позиции, соответствующей динамике сервосистемы.

Максимальный перебег [мм] = Скорость измерения [мм/мин] × 1/60 × 1 /коэффициент контура положения [1/с].

Стандартный коэффициент контура положения равен 33 [1/с].



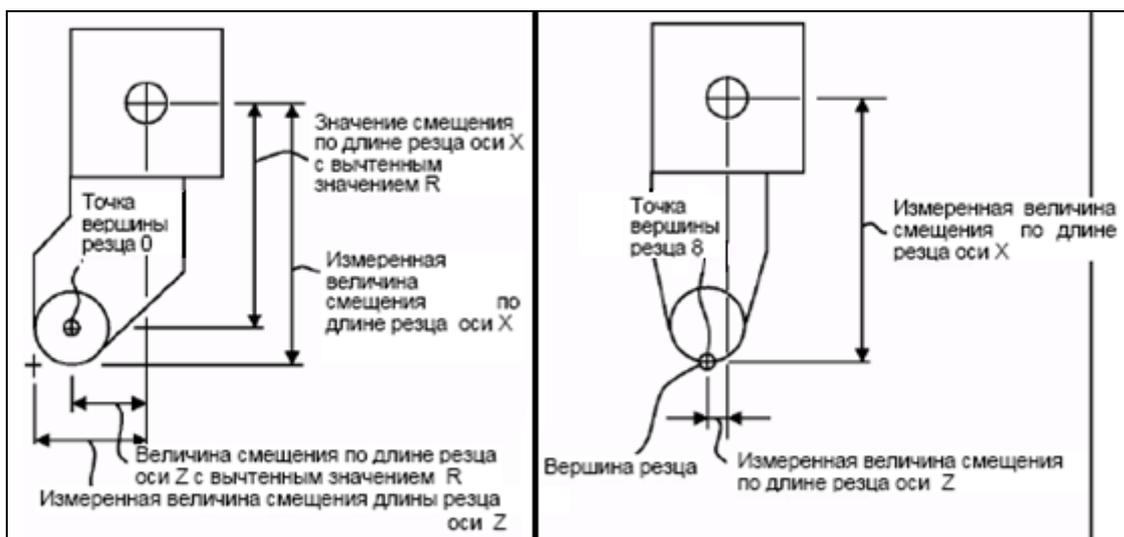
#### Меры предосторожности

- (1) Выдается ошибка программирования (P600), если G37 задана при отсутствии функции автоматического измерения длины инструмента.
- (2) Выдается ошибка программирования (P604), если не задана ось в кадре с G37 либо если заданы две и более оси.
- (3) Выдается ошибка программирования (P605), если команда T задана в кадре с G37. Если младший или два младших знака равны 0, выдается ошибка (пункт 4).
- (4) Выдается ошибка программирования (P606), если команда T не задана в предшествующем G37 кадре. Даже если T задана, но младший или два младших знака равны 0, выдается ошибка программирования (P606).
- (5) Выдается ошибка программирования (P607), если сигнал от датчика касания получен вне пределов допустимого диапазона измерения, либо сигнал не получен после выхода в конечную точку. Если сигнал датчика остается включенным во время операции Z, в указанном выше примере, он будет распознан как стандартное измерение, даже если отсутствует зона (b).
- (6) Если применено ручное прерывание во время движения инструмента на скорости измерения, должен быть выполнен возврат в позицию, предшествующую прерыванию, после чего операция должна быть продолжена.
- (7) Данные, заданные в G37 или в параметрах, должны удовлетворять следующим условиям:  
(Точка измерения – начальная точка) > Величина R или параметр r >  
Величина D или параметр d
- (8) Если величина D и параметр d в пункте (7) равны нулю, произойдет стандартное завершение операции, только если заданная точка измерения и точка срабатывания датчика совпадают. В противном случае выдается ошибка программирования (P607).
- (9) Если величины R и D, а также параметры r и d в пункте (7) все равны нулю, выдается ошибка программирования (P607), независимо от того, есть сигнал от датчика или нет при выходе инструмента в заданную точку измерения.
- (10) Если заданное расстояние измерения < допустимого диапазона измерения, оно станет допустимым диапазоном измерения для всех осей.

## 16. Функции измерения

### 16.1. Автоматическое измерение длины инструмента

- (11) Если заданное расстояние измерения  $<$  зоны скорости измерения, все оси будут двигаться со скоростью измерения.
- (12) Если допустимый диапазон измерения  $>$  зоны скорости измерения, ось будет перемещаться со скоростью измерения в допустимом диапазоне измерения.
- (13) Всегда отменяйте коррекцию радиуса вершины инструмента перед заданием G37.
- (14) Следует рассчитывать величину смещения по длине резца без учета радиуса при вершине и номера точки вершины инструмента, даже если применяется коррекция радиуса при вершине инструмента.  
Следует задать для номера точки вершины инструмента значение 0, вычтуть величину радиуса из измеренной величины смещения по длине инструмента и применить полученное значение.  
Если номер точки вершины инструмента (форма вершины инструмента) равен 5, 6, 7 или 8, следует произвести замер длины по вершине инструмента.



## 16.2. Функция измерения; G31



## Функция и назначение

Если поступает внешний сигнал измерения (skip signal) во время линейной интерполяции команды G31, то подача исполнительного органа станка прекращается, остаток пути сбрасывается, после чего выполняется следующий кадр.



## Формат команды

**G31 X/U\_\_ Z/W\_\_ F\_\_ ;**

X, Z, U, W

Координаты по осям, задаются в абсолютном или инкрементном виде.

F

Скорость подачи (мм/мин)

При выполнении данной функции может обрабатываться линейная интерполяция. Если поступает внешний сигнал измерения (skip signal) во время выполнения данной команды, производится останов станка, остающиеся команды отменяются, а операция продолжается со следующего кадра.



## Детальное описание

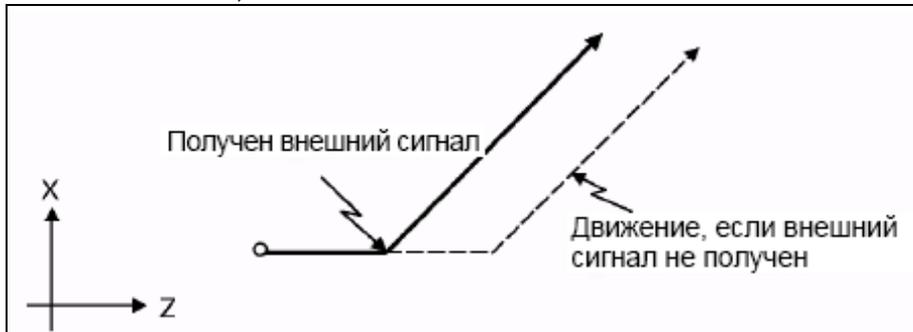
- (1) Если задана F\_, то будет действовать заданная величина подачи; если не задана, то значение параметра "#1174 skip\_F" будет скоростью подачи. В любом случае модальное значение F не будет обновляться.
- (2) Автоматическое ускорение и замедление не будет выполняться в кадре G31.
- (3) Процентка подачи не действует при команде G31, она будет зафиксирована на уровне 100%. Холостой прогон также не действует. Задание останова (блокировка подачи, блокировка от станка, нулевой процент подачи и ограничение перемещения) действительно. Внешнее задание замедления также действует.
- (4) Команда G31 является немодальной, поэтому должна задаваться каждый раз.
- (5) Если сигнал измерения (skip signal) получен во время начала команды G31, будет произведено немедленное завершение команды G31.  
Если сигнал измерения (skip signal) не был получен до завершения кадра с G31, команда G31 будет завершена после выполнения перемещения.
- (6) Если команда G31 задана во время коррекции радиуса при вершине инструмента, то выдается ошибка программирования (P608).
- (7) Если задание F отсутствует в команде G31, а содержимое параметра скорости также равно нулю, то выдается ошибка программирования (P603).
- (8) Если была задана только ось Z при включении блокировки станка (machine lock), либо включении переключателя отмены оси Z, сигнал измерения (skip signal) будет игнорироваться, и обработка будет продолжаться до конца кадра.



Выполнение команды G31

(Пример 1) Если в следующем кадре инкрементное задание

```
G31 Z1000 F100;
G01 U2000 W1000;
```



(Пример 2) Если в следующем кадре перемещение одной оси задается в абсолютном виде

```
G31 Z1000 F100;
G01 X1000 ;
```



(Пример 3) Если в следующем кадре перемещение по двум осям задается в абсолютном виде

```
G31 Z1000 F100;
G01 X1000 Z2000;
```





### Подробное описание (Считывание координат точки измерения)

Так как координаты в момент получения сигнала измерения сохраняются в системных переменных #5061 (1-я ось) ~ #5064 (4-я ось), их можно использовать их в макросах пользователя.

<pre> ? G00 X-100. ; G31 X-200. F60 ; #101 = #5061 ? </pre>	<p>— Функция измерения</p> <p>— Координаты точки получения сигнала (система координат детали) считываются в #101.</p>
-------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



### Подробное описание (G31 путь торможения)

Путь торможения при выполнении команды G31 с момента появления сигнала измерения (skip signal) до останова исполнительного органа станка может быть разным в зависимости от параметра "#1174 skip\_F" или задания F в команде G31.

Интервалы времени от момента обнаружения сигнала до начала замедления и до остановки являются короткими, поэтому останов происходит достаточно точно с незначительным перебегом. Величина пути торможения может быть рассчитана по следующей формуле.

$$\delta_0 = \frac{F}{60} \times T_p + \frac{F}{60} \times (t_1 \pm t_2) = \underbrace{\frac{F}{60} \times (T_p + t_1)}_{\delta_1} \pm \underbrace{\frac{F}{60} \times t_2}_{\delta_2}$$

$\delta_0$ : Величина пути торможения (мм)

F: Скорость измерения G31 (мм/мин)

$T_p$ : Постоянная времени контура положения (с) = (коэффициент контура положения)<sup>-1</sup>

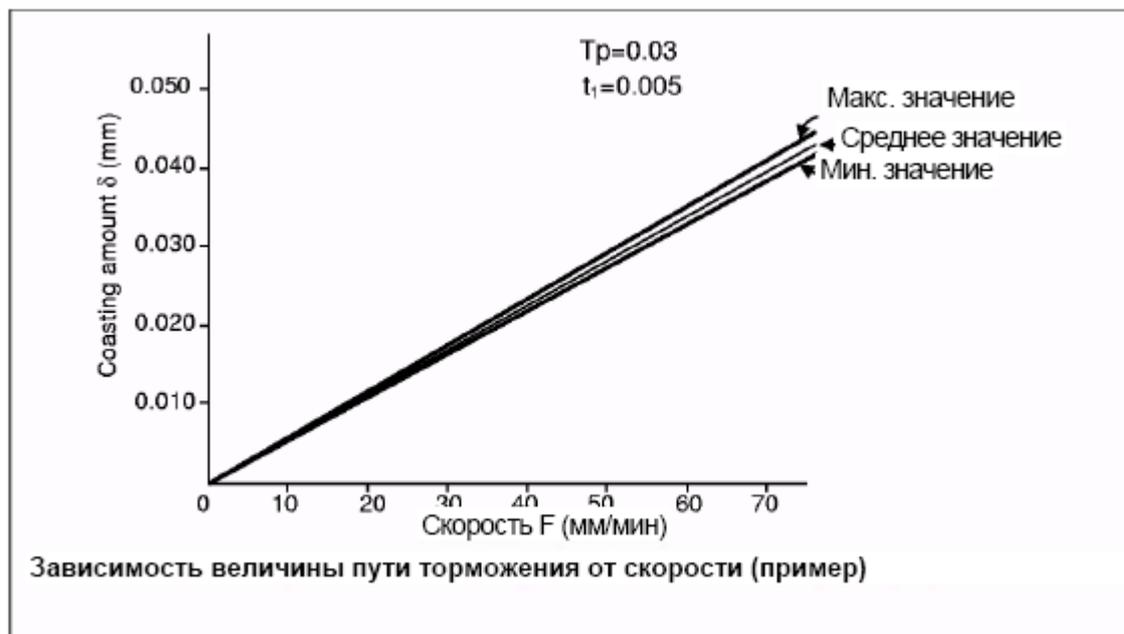
$t_1$ : Время задержки реагирования (с) = (Время с момента появления сигнала до начала реагирования на него системы управления)

$t_2$ : Погрешность времени реагирования 0.001 (с)

При расчетах, значение выражения  $\delta_1$  в формуле выше может быть скомпенсировано, но  $\delta_2$  вызывает погрешности расчетов.



Зависимость величины пути торможения от скорости при  $T_p$ , равном 30мс, и  $t_1$ , равном 5мс, показана на рисунке.



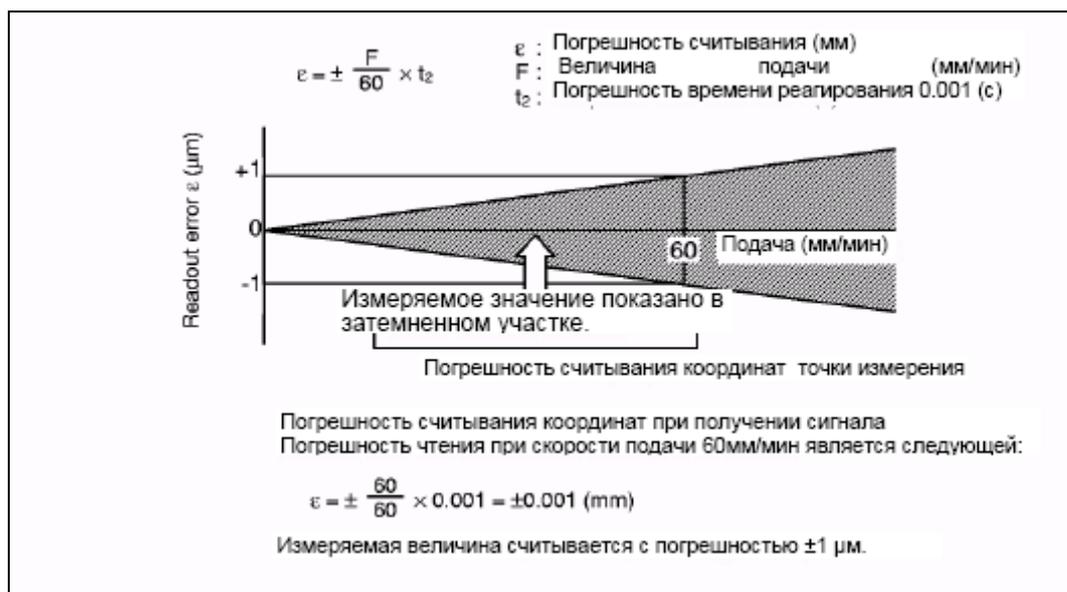


### Подробное описание (Погрешность считывания координат точки измерения мм)

#### (1) Считывание координат точки измерения

Путь торможения, определяемый постоянной времени контура позиционирования  $T_r$  и постоянной времени подачи  $T_s$ , не влияет на значения координат точки получения сигнала измерения.

Координаты точки получения сигнала в системе координат детали могут быть считаны с погрешностью, определяемой по следующей формуле. Путь, определяемый задержкой реагирования  $t_1$ , приводит к возникновению ошибки измерения, которую нужно учитывать.



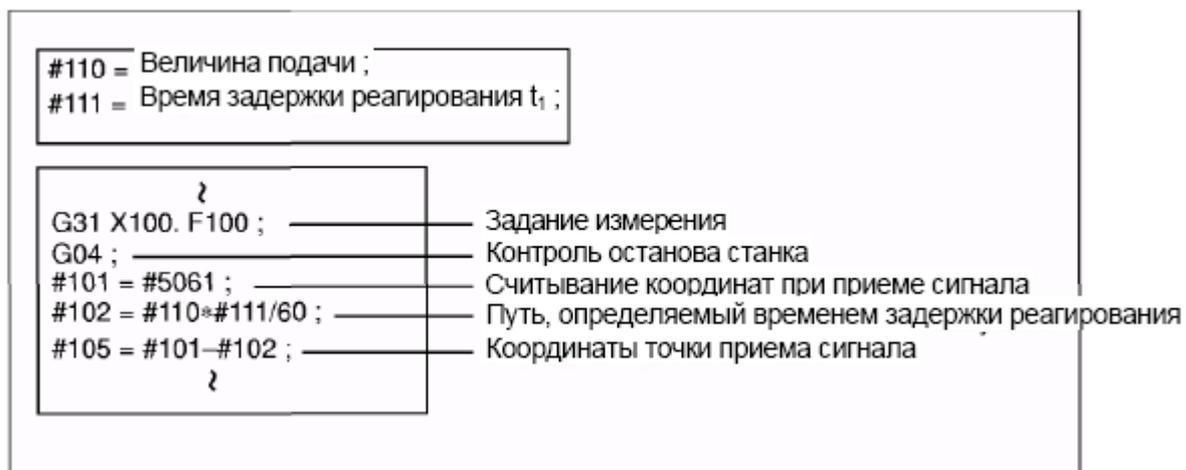
#### (2) Считывание остальных координат

Считываемые координаты включают величину пути торможения. Поэтому если необходимы значения координат в момент поступления сигнала, обратитесь к разделу "Путь торможения G31" для коррекции значения координат. Как и в случае (1), величина пути, определяемая временем  $t_2$ , не может быть рассчитана, что приводит к возникновению погрешности измерения.

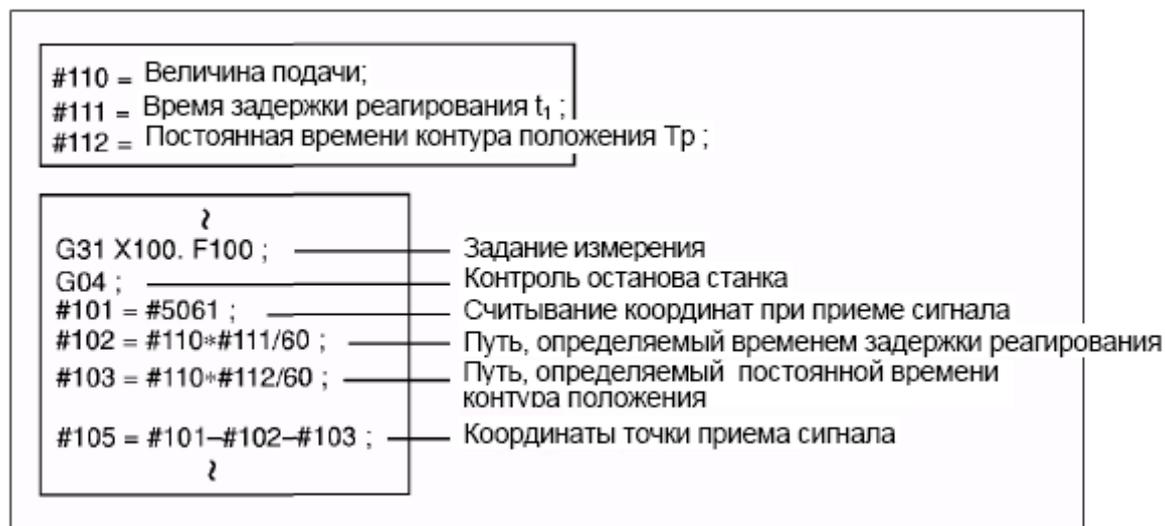


## Примеры компенсации пути торможения

## (1) Компенсация для координат точки приема сигнала



## (2) Коррекция для координат детали



## 16.3. Комбинационная функция измерения; G31.n, G04



## Функция и назначение

Создавая комбинации из сигналов измерения (skip signal), можно задать функцию измерения при разных условиях. Само выполнение команды измерения не отличается от G31.

G командами, задающими комбинационное измерение, являются G31.1, G31.2, G31.3 и G04, а соответствие между командами G и сигналами измерения (skip signal) задается параметрами.



## Формат команды

<b>G31.1 X__ Z__ α__ F__ ;</b>	
X Z α	Координаты по осям
F	Скорость подачи (мм/мин)

То же самое для G31.2 и G31.3; F\_ не требуется для G04.

Как и при G31, данная команда выполняет линейную интерполяцию, после возникновения предварительно заданной комбинации из сигналов измерения (skip signal), перемещение останавливается, остающиеся команды отменяются, после чего выполняется следующий кадр.



## Детальное описание

- (1) Скорость подачи для G31.1 задается в параметре "#1176 skip1f", для G31.2 в "#1178 skip2f" и для G31.3 в "#1180 skip3f".
- (2) Команда выполняется, если она соответствует заданной комбинации сигналов измерения (skip signal).
- (3) Команды G31.n и G04 действуют так же, как и команда G31, за исключением пунктов (1) и (2).
- (4) Величина подачи для команд G31.1, G31.2 и G31.3 может задаваться через параметры.
- (5) Условия выполнения команд G31.1, G31.2, G31.3 и G04 (логическая сумма заданных сигналов), задаются через параметры.

Настройка параметра	Сигнал измерения (skip signal)		
	1	2	3
1	○		
2		○	
3	○	○	
4			○
5	○		○
6		○	○
7	○	○	○



## Действия

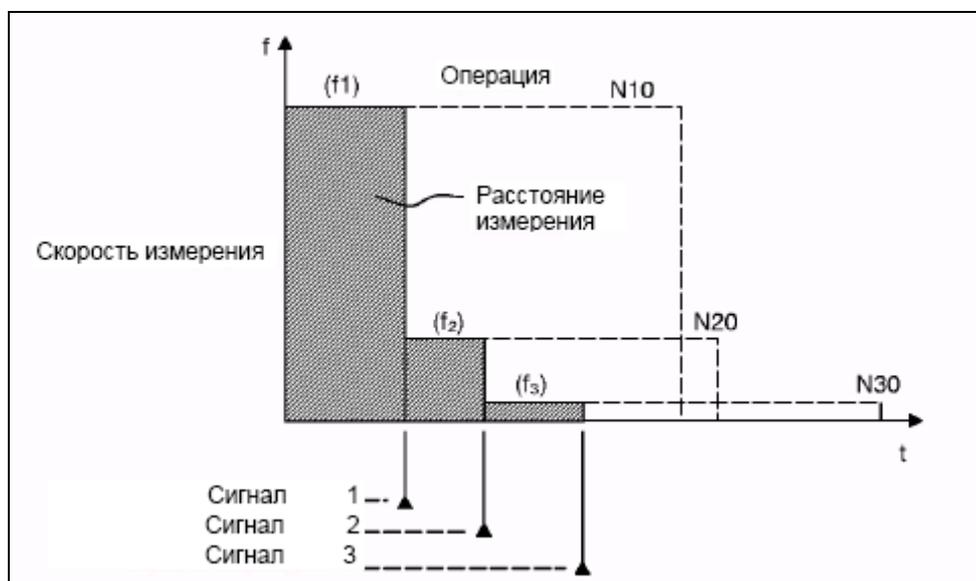
- (1) Комбинационная функция измерения позволяет осуществлять следующие действия при одновременном повышении точности измерения и сокращении времени, необходимого для измерения.

Установки параметров :

Условие измерения	Скорость измерения
G31.1 : 7	20.0 мм/мин (f1)
G31.2 : 3	5.0 мм/мин (f2)
G31.3 : 1	1.0 мм/мин (f3)

Пример программы

```
N10 G31.1 X200.0 ;
N20 G31.2 X40.0 ;
N30 G31.3 X1.0 ;
```



**(Примечание 1)** Если сигнал измерения 1 поступает перед сигналом измерения 2 во время операции, показанной выше, то N20 выполняется в этой точке, а N30 игнорируется.

- (2) Если появилась комбинация сигналов, заданная для G04 (выдержка времени), остаток выдержки времени отменяется, после чего выполняется следующий кадр.

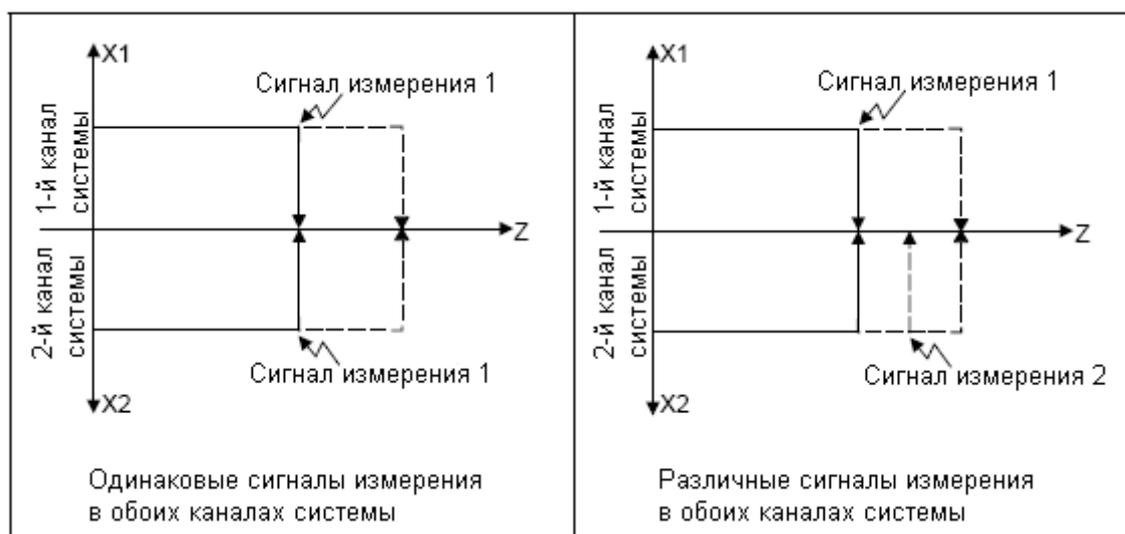
## 16.4. Комбинационная функция измерения 2; G31



## Функция и назначение

Во время линейной интерполяции, заданное действие отменяется, если возникает, определенная параметром Pp функции G31 комбинация внешних сигналов измерения (skip signal) 1-8.

Если комбинационная функция измерения задана одновременно в разных каналах системы, то оба канала выполняют функцию измерения одновременно в случае, когда сигналы измерения одинаковы, или, если сигналы измерения различны, каналы системы выполняют функции измерения отдельно, в зависимости от того, какой сигнал поступил первым. Выполнение функции измерения полностью аналогично обычной функции измерения (G31 без команды P).



Если условие, заданное параметром "#1173 dwlskp" (определяет внешние сигналы 1 - 8), выполняется во время отработки команды выдержки времени (G04), остаток выдержки времени отменяется, после чего производится выполнение следующего кадра.



## Формат команды

**G31 X\_\_ Z\_\_ α\_\_ P\_\_ F\_\_ ;**

X Z α	Координаты по осям
P	Задание комбинации сигналов измерения
F	Скорость подачи (мм/мин)



### Детальное описание

- (1) Величина подачи при измерении задается командой f. Следует учитывать, что обновление модального значения F не производится.
- (2) Комбинация для выполнения измерения определяется командой P. P принимает значения от 1 до 255. Если для P задано значение за пределами указанного диапазона, выдается ошибка программирования (P35).

Задание комбинации для измерения P	Действующие сигналы							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1								○
2							○	
3							○	○
4								
5						○		○
6						○	○	
7						○	○	○
8					○			
:	:	:	:	:	:	:	:	:
253	○	○	○	○	○	○		○
254	○	○	○	○	○	○	○	
255	○	○	○	○	○	○	○	○

(Функция измерения выполняется при поступлении сигнала O.)

- (3) Команда на выполнение функции измерения является логической суммой сигналов измерения (skip signal) .

(Пример)

G31 X100. P5 F100 ;



Операция выполняется, если получены сигналы 1 и 3.

- (4) Если команда Pp не задана, действует условие измерения, заданное командой G31. Если команда скорости Ff не задана, действует скорость, заданная в параметре команды G31.

**Таблица 2** Связь между функциями измерения и комбинационного измерения

Задание измерения	×		O	
	Условие	Скорость	Условие	Скорость
G31 X100; (Без P и F)	Ошибка программир. (P601)		Сигнал измерения 1	Параметр
G31 X100 P5; (Без F)	Ошибка программир. (P602)		Командное значение	Параметр
G31 X100 F100 ; (Без P)	Ошибка программир. (P601)		Сигнал измерения 1	Командное значение
G31 X100 P5F100;	Ошибка программир. (P602)		Командное значение	Командное значение

**(Примечание)** "Параметр" в приведенной таблице обозначает его задание в параметре команды (G31).

- (5) Если условие измерения активно, а P задано в качестве осевого адреса, приоритет будет иметь команда условия измерения P, а осевой адрес P будет игнорирован.

**(Пример)** G31 P500. F100;

Это выражение трактуется как команда условия измерения и выводится программная ошибка (P35).

- (6) В остальных случаях, отличных от (1) - (5), выполнение аналогично стандартной функции измерения (G31 без P).

## 16.5. Функция измерения для переключения скорости



## Функция и назначение

При поступлении сигнала измерения во время линейной интерполяции командой (G31) будет изменена скорость подачи.



## Формат команды

<b>G31 X_ Y_ Z_ α_ F_ F1= _ ... Fn= _ ;</b>	
(n обозначает сигнал измерения от 1 до 8)	
G31	Команда измерения
X Y Z α	Адреса осей и целевые координаты
F	Скорость подачи в начале движения (мм/мин)
Fn=	Скорость подачи после сигнала измерения (мм/мин)
	Fn=0: Останов движения
	Fn≠0: Переключение на скорость fn
	F1=Скорость подачи по сигналу измерения 1
	:
	F8= Скорость подачи по сигналу измерения 8



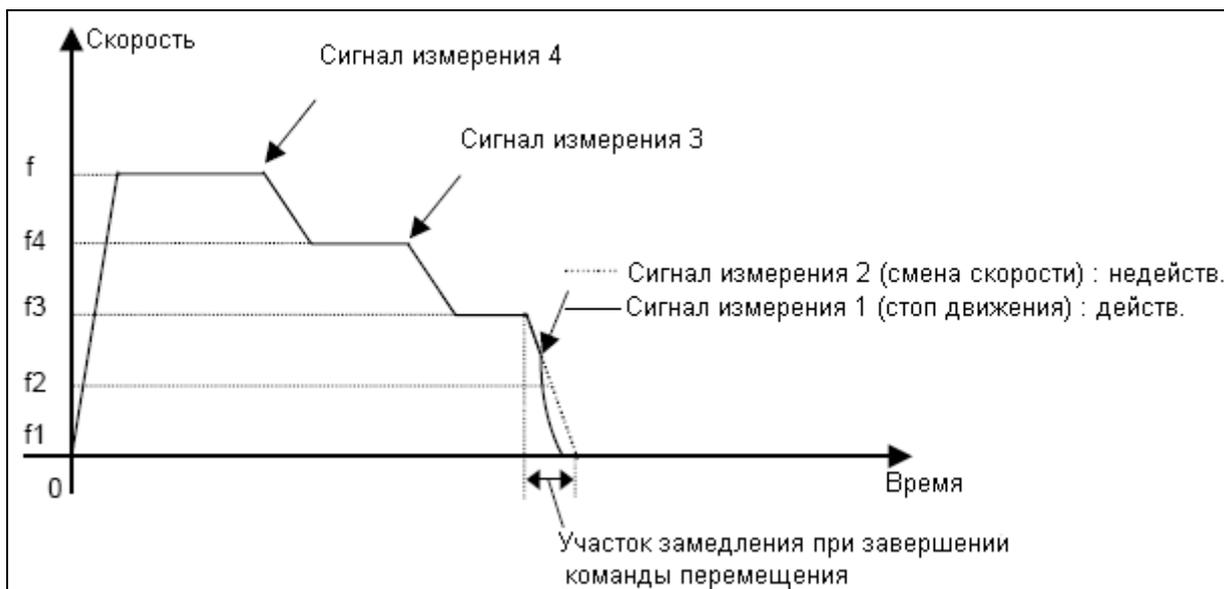
## Детальное описание

- (1) При поступлении сигнала измерения, для которого скорость подачи  $fn \neq 0$ , скорость подачи изменится на заданную в соответствии с сигналом измерения.
- (2) При поступлении сигнала измерения, для которого скорость подачи  $fn = 0$ , движение останавливается.  
Постоянная времени ускорения/замедления при остановке соответствует не постоянной времени измерения, а обычной команде измерения G31.  
После остановки движения команды остаточного перемещения сбрасываются и выполняется следующий кадр.
- (3) Если сигнал измерения не поступил до завершения кадра G31, то команда G31 будет завершена по окончанию команды перемещения.
- (4) Если действителен отвод при измерении, то выполняется возврат по приходу сигнала измерения после остановки движения.
- (5) Даже если действительно ускорение/замедление с постоянной наклона G1 (#1201 G1\_асс), то переключение скорости по сигналу измерения будет выполняться с учетом постоянной времени ускорения/замедления.
- (6) Если команда скорости подачи ( $Fn = fn$ ) не задана после прихода сигнала измерения, то выполняется обычная функция измерения G31.

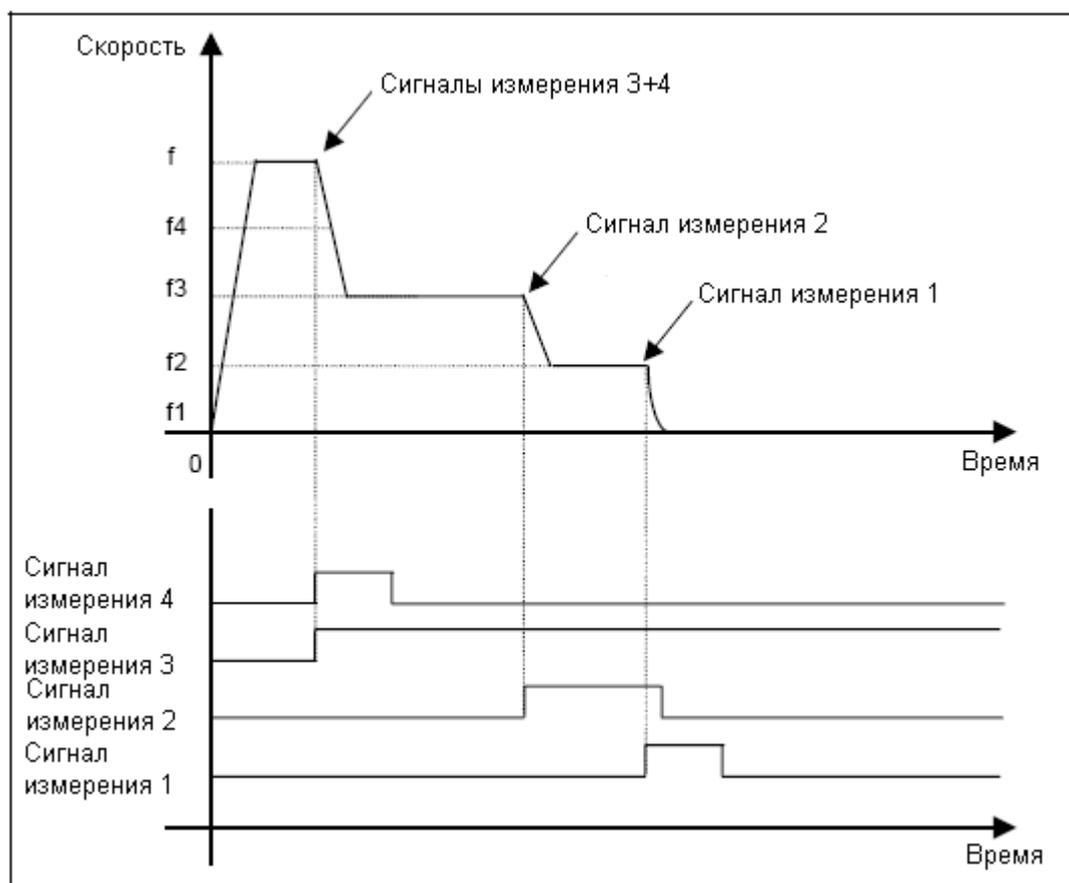
## 16. Функции измерения

### 16.5. Функция измерения для переключения скорости

- (7) Если сигнал измерения поступит во время выполнения замедления в конце команды перемещения, то переключение скорости будет игнорировано.



- (8) Сигнал измерения, для которого в программе не задана скорость подачи, будет игнорирован.
- (9) Переключение скорости или останов движения выполняется при детектировании переднего фронта сигнала измерения. Следует отметить, что если поступит несколько сигналов в интервале 3,5 мс, или меньшем, то они считаются одновременными сигналами. В этом случае будет действительно наименьшее значение.



## 16. Функции измерения

### 16.5. Функция измерения для переключения скорости

- (10) Если кадр G31 начинает выполняться с поступлением сигнала измерения, то считается, что этот сигнал поступил одновременно с началом кадра.
- (11) Если сигналы переключения скорости и останова движения поступили одновременно, то будет действителен сигнал останова движения, независимо от номера.
- (12) Если постоянная времени "#2102 skip\_tL" недействительна, то возникнет «Y51 ОШИБКА В ПАРАМЕТРАХ 15», и если "#2103 skip\_t1" недействительна, то возникнет «Y51 ОШИБКА В ПАРАМЕТРАХ 16»
- (13) В остальных случаях, отличных от (1)-(12), выполнение аналогично стандартной функции измерения G31.

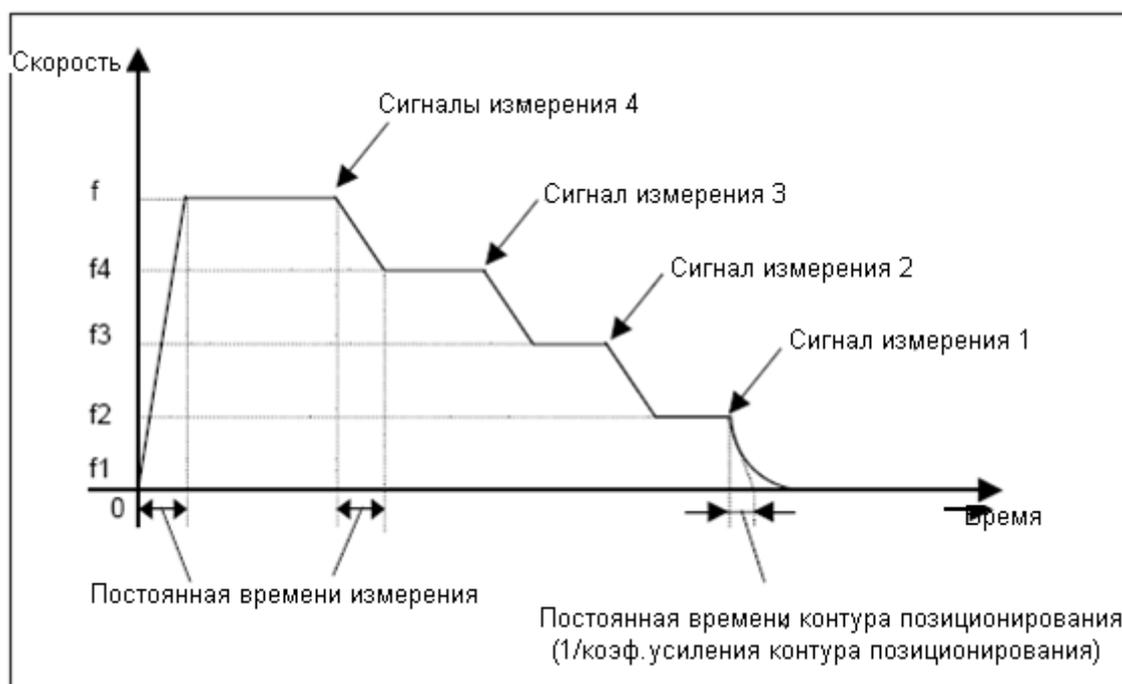


#### Примеры выполнения

##### Пример программы

G31 X100. Ff F1=0 F2=f2 F3=f3 F4=f4 ;

##### Выполнения



## 16.6. Программируемое токоограничение



## Функция и назначение

Эта функция позволяет изменять предельное значение тока сервооси на желаемое значение из программы обработки, и используется для торможения вращения детали и т.п. Задаваемое значение предела тока задаётся отношением предельного тока к номинальному.



## Формат команды

<b>G10 L14 Xn ;</b>	
	(n – сигнал измерения от 1 до 8)
L14	Задание предельного тока (+ сторона/- сторона)
X	Адрес оси
n	Значение предела тока (%) Диапазон задания: 1 - 999



## Меры предосторожности

- (1) Если достигнут предел тока, когда он действителен, то выдается сигнал о достижении предела тока.
- (2) Следующие два режима могут быть задействованы после достижения предела тока. Внешний сигнал определяет, какой из режимов будет применен.
  - Обычный режим  
Команда движения выполняется в текущем состоянии.  
Во время операции в автоматическом режиме команда движения выполняется до конца, и переход к следующему кадру происходит при наличии ошибки позиционирования.
  - Режим блокировки  
Команда движения заблокирована (внутренняя блокировка).  
Во время операции в автоматическом режиме выполнение останавливается в соответствующем кадре, и переход к следующему кадру не производится.  
В ручном режиме последующие команды того же направления игнорируются.
- (3) При токоограничении ошибка позиционирования, вызванная им, может быть сброшена при сбросе внешнего сигнала смены предела тока.  
(Следует заметить, что ось должна не двигаться.)
- (4) Диапазон задания предела тока составляет от 1 до 999%. При задании значения вне этого диапазона возникает ошибка программирования (P35).
- (5) Если в команде G10 задана десятичная точка, то будет действительна только целая часть.  
**(Пример)** G10 L14 X10.123 ; Предел тока будет установлен в 10%.
- (6) Для оси с адресом «C» предел тока не может быть задан из программы (командой G10). Для задания его из программы следует задать адрес оси с помощью инкрементного адреса или присвоить оси адрес, отличный от «C».

## Приложение 1. Таблица соответствия номеров программных параметров

**(Примечание 1)** Используемые в таблице единицы обозначают минимальные единицы задания параметров.

**(Примечание 2)** Приведенные в таблице диапазоны задания являются диапазонами задания с пульта оператора CNC. Параметры задания расстояния имеют двойную единицу задания.

**(Пример 1)** Если единицами задания является «В» (0.001 мм) для метрической системы, то задайте 30 мм в параметре.  
L60000

**(Пример 2)** Если единицами задания является «В» (0.0001 дюйма) для дюймовой системы задайте в параметре 5 дюймов.  
L100000

**(Примечание 3)** Параметры двоичного вида должны быть преобразованы в соответствующий тип. После адреса D задаются десятичные данные.

**(Пример 1)** Двоичные данные  
 $01010101_B = 55_H = 85_D$  Задание 85

**(Пример 2)** ASCII код  
"M" =  $01001101_B = 4D_H = 77_D$  Задание 77  
(В означает Двоичный, Н означает Шестнадцатеричный, а D означает Десятичный.)

**(Примечание 4)** В системе с номером секции (P) этот номер задаётся в соответствии с функцией инкремента после №20. Поэтому номера могут повторяться в случае параметров, которые можно задать с помощью других номеров секций.

### [Параметры обработки]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон задания	(Единицы)	Примечания
8007	OVERRIDE	11	-	1010	D	0 - 100	(%)	
8008	MAX ANGLE	11	-	756	L	0 - 180	(°)	
8009	DSC. ZONE	11	-	760	L	0 - 199999998	(0.5 мкм)	
8010	ABS. MAX.	11	-	776	L	0 - 199998	(0.5 мкм)	
8011	INC. MAX.	11	-	780	L	0 - 199998	(0.5 мкм)	
8013	G83 n	11	-	832	L	0 - 99999999	(мкм)	
8014	CDZ-VALE	11	-	1012	D	0 - 127	0.1 шаг	
8015	CDZ-ANGLE	11	-	1011	D	0 - 89	(°)	
8016	G71 MINIMUM	11	-	788	L	0 - 199998	(0.5 мкм)	
8017	DELTA-D	11	-	792	L	0 - 199998	(0.5 мкм)	
8051	G71 THICK	11	-	784	L	0 - 199999998	(0.5 мкм)	
8052	PULL UP	11	-	796	L	0 - 199999998	(0.5 мкм)	
8053	G73 U	11	-	800	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8054	W	11	-	804	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8055	R	11	-	808	L	0 - 99999		
8056	G74 RETRACT	11	-	820	L	0 - 199998	(0.5 мкм)	
8057	G76 LAST-D	11	-	824		0 - 199998	(0.5 мкм)	
8058	TIMES	11	-	997	D	0 - 99		
8059	ANGLE	11	-	998	D	0 - 99	(°)	

## Приложение 1. Таблица соответствия номеров программных параметров

### [Осевые параметры]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон задания	(Единицы)	Примечания
8202	OT-CHECK OFF	2	№.	897	H2	0 - 1		
8204	OT-CHECK-N	2	№.	916	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8205	OT-CHECK-P	2	№.	912	L	±199999998	(0.5 мкм)	

### [Запретные зоны]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон задания	(Единицы)	Примечания
8300	(P0) X	11	-	1128	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8301	(P1) X	11	№.	1136	L	±199999998	(0.5 мкм)	
	Z	11	№.	1160	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8302	(P2) X	11	№.	1140	L	±199999998	(0.5 мкм)	
	Z	11	№.	1164	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8303	(P3) X	11	№.	1144	L	±199999998	(0.5 мкм)	
	Z	11	№.	1168	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8304	(P4) X	11	№.	1148	L	±199999998	(0.5 мкм)	
	Z	11	№.	1172	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8305	(P5) X	11	№.	1152	L	±199999998	(0.5 мкм)	
	Z	11	№.	1176	L	±199999998	(0.5 мкм)	
8306	(P6) X	11	№.	1156	L	±199999998	(0.5 мкм)	
	Z	11	№.	1180	L	±199999998	(0.5 мкм)	

### [PLC данные]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон	(Единицы)	Примечания
18001	PLC постоянная	5	-	1	L	±999999999		
-				-				
18150				48				

## Приложение 1. Таблица соответствия номеров программных параметров

### [PLC таймер]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон	(Единицы)	Примечания
16000 - 16703	10мс/100мс таймер (T0 – T703)	6	-	0 - 703	S	0 - 65535	10мс: 0.01с 100мс: 0.1с <b>(Примечание)</b>	

**(Примечание)** Дискретность таймера зависит от команды. Для команды OUTH дискретность таймера равна 10мс, а для команды OUT – 100мс.

### [PLC накапливающий таймер (таймер с интегрированием)]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон	(Единицы)	Примечания
17000 - 17063	Накапливающий таймер PLC (ST0 – ST63)	9	-	0 - 63	S	0 - 65535	0.1с	

### [PLC счетчик]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон задания	(Единицы)	Примечания
17200 - 17455	PLC счетчик (C0 – C255)	7	-	0 - 255	S	0 - 65535		

### [Выбор бита]

#	Элемент	P	A	N	Тип данных	Диапазон	(Единицы)	Примечания
6401 - 6496	Выбор бита	8	-	1 - 96	D или H0 - H7	0x00 - 0xFF (Примечание) 0 - 255 0 - 1	(Hex) (Dec)	

**(Примечание)** Перед применением преобразуйте данные 0x00 - 0xFF к десятичному виду.

### Приложение 2. Ошибки программирования

(Символы, выделенные жирным шрифтом, являются сообщениями, выводимыми на экран дисплея.)  
Данные аварийные сигналы выдаются во время выполнения автоматической операции. Причинами данных аварийных сигналов, как правило, являются ошибки программирования, которые появляются или при создании программ обработки, или когда созданные программы не согласуются с установленными параметрами.

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P10</b>	<b>No. of simultaneous axes over</b> Количество осей, заданных в одном кадре, превышает заданный параметрами предел.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разбить кадр, вызвавший аварийное сообщение, на два кадра.</li> <li>Проверить параметры.</li> </ul>
<b>P11</b>	<b>Illegal axis address</b> Осевой адрес, заданный программой, и осевой адрес, заданный в параметре, не совпадают.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить имена осей в программе.</li> </ul>
<b>P20</b>	<b>DIVISION ERROR</b> Осевое задание не кратно единице задания.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить программу.</li> </ul>
<b>P29</b>	<b>Not accept command</b> Команда линейного управления (G40.1 , G41 .1 , G42.1 ) задана в модальном режиме, в котором линейное управление недопустимо.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить программу.</li> </ul>
<b>P30</b>	<b>Parity H error</b> Количество отверстий для символа на перфоленте является четным для EIA кода и нечетным для ISO кода.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить перфоленту.</li> <li>Проверить перфоратор и считывающее устройство.</li> </ul>
<b>P31</b>	<b>Parity V error</b> Нечетное количество символов в кадре на перфоленте.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сделать количество символов в кадре на перфоленте четным.</li> <li>Отключить контроль четности V в параметрах.</li> </ul>
<b>P32</b>	<b>Illegal address</b> Использован не допустимый адрес (не указанный в параметрах).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить адрес в программе.</li> <li>Проверить и откорректировать значения параметров.</li> <li>Проверить спецификацию системы.</li> </ul>
<b>P33</b>	<b>Format error</b> Формат команды в программе является некорректным.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить программу.</li> </ul>
<b>P34</b>	<b>Illegal G code</b> Использована G-функция, не включенная в спецификацию системы. Недопустимая команда G задана в режиме вращения координат (G68).  G51.2 или G50.2 были заданы при нулевом номере оси. (#1501 poluax). G51.2 или G50.2 были заданы при задании оси инструмента в качестве линейной оси (#1017 rot "0").	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить и исправить код G-функции в программе.</li> <li>Проверить значения параметров.</li> </ul>
<b>P35</b>	<b>Setting value range over</b> Превышен диапазон задания для адреса.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить программу.</li> </ul>
<b>P36</b>	<b>Program end error</b> "EOR" было считано во время режима TAPE или MEMORY.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Задать команду M02 и M30 в конце программы.</li> <li>Задать команду M99 в конце подпрограммы.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P37	<b>O, N number zero</b> Для номера программы или номера кадра последовательности задан ноль.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Номера программ задаются в диапазоне от 1 до 99999999.</li> <li>• Номера кадров последовательности задаются в диапазоне от 1 до 99999.</li> </ul>
P39	<b>No specifications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Указана неопределенная G-функция.</li> <li>• Выбран неиспользуемый режим работы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P40	<b>Pre-read block error</b> При выполнении коррекции на радиус инструмента есть ошибка в кадре предварительного чтения, что приводит к отключению контроля зарезов детали.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перепроверить программу.</li> </ul>
P48	<b>Restart pos return incomplete</b> Выполнена команда перемещения до исполнения искомого для перезапуска кадра.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполните перезапуск программы ещё раз. Исключите возможность задания перемещения до выполнения искомого кадра перезапуска.</li> </ul>
P49	<b>Invalid restart search</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задан перезапуск программы со сферической интерполяцией.</li> <li>• Задан перезапуск программы во время цилиндрической интерполяции, интерполяции полярных координат или при контроле центра инструмента.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перепроверить программу.</li> <li>• Перепроверьте позицию перезапуска программы.</li> </ul>
P50	<b>No spec: Inch/Metric change</b> Команда преобразования дюйм/метр (G20/G21) была задана при отсутствии преобразования дюйм/метр в параметрах системы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P60	<b>Compensation length over</b> Заданная величина перемещения слишком большая (более $2^{31}$ ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить задание для оси.</li> </ul>
P61	<b>No spec: Unidirectional posit.</b> Позиционирование без направления было задано при отсутствии соответствующих настроек параметров.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P62	<b>No F command</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Величина подачи не задана.</li> <li>• Отсутствует команда F в режиме цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат после задания режима G95.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• По умолчанию модальной командой движения после включения питания является G01. Возможно перемещение без задания G01, при этом возникает аварийное сообщение. Задайте величину подачи через команду F.</li> <li>• Задать F с заданием шага резьбы.</li> </ul>
P63	<b>No spec: High-speed machining</b> Отмена высокоскоростной обработки (G5P0) была задана при отсутствии параметров высокоскоростной обработки.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P 65	<b>No spec: High speed mode 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры высокоскоростного режима III</li> </ul>
P70	<b>Arc end point deviation large</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Присутствует ошибка в начальной и конечной точке дуги, а также в центре дуги.</li> <li>• Разница кривой эвольвенты при проходе через начальную и конечную точку является большой.</li> <li>• При задании дуги в плоскости двух осей, одна из которых масштабируемая.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить числовые значения адресов, которые задают конечные и начальные точки, центр дуги и радиус в программе.</li> <li>• Проверить направления "+" и "-" числовых значений адреса.</li> <li>• Проверить масштабируемую ось.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P71	<b>Arc center error</b> • Не определяется центр круга при задании круговой интерполяции через R. • Не определяется центр кривой эвольвенты.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить числовые задания в программе.</li> <li>• Проверить, находится ли начальная точка или конечная точка с внутренней стороны основного круга интерполяции эвольвенты. При выполнении коррекции на радиус резца необходимо проверить, чтобы начальная и конечная точки после коррекции не находились с внутренней стороны основного круга интерполяции эвольвенты.</li> <li>• Проверить, находятся ли начальная и конечная точки на одном расстоянии от центра основного круга интерполяции эвольвенты.</li> </ul>
P72	<b>No spec: Herical cutting</b> Задана винтовая интерполяция, не включенная в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры винтовой интерполяции.</li> <li>• Ось Z задана для круговой интерполяции. Если параметры винтовой интерполяции отсутствуют, линейная ось перемещается по следующему кадру.</li> </ul>
P73	<b>No spec: Spiral cutting</b> Задана команда спирали, не включенная в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Команды G02.1 и G03.1 заданы для круговой интерполяции.</li> <li>• Проверить параметры спиральной интерполяции.</li> </ul>
P74	<b>Can't calculate 3DIM arc</b> Не задан конечный кадр в модальном режиме интерполяции трёхмерной дуги, поэтому расчет интерполяции невозможен. Кроме этого, расчет интерполяции невозможен при возникновении прерывания во время режима интерполяции трёхмерной дуги.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перепроверьте программу</li> </ul>
P75	<b>3DIM arc illegal</b> Недопустимая команда G была задана в модальном режиме интерполяции трёхмерной дуги. Или, интерполяция трёхмерной дуги была задана в модальном режиме, для которого она недопустима.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перепроверьте программу</li> </ul>
P76	<b>No spec: 3DIM arc interpolat</b> Задана команда G02.4/G03.4, не включенная в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры</li> </ul>
P80	<b>No spec: Hypoth ax interpolat</b> Задана интерполяция (G07) гипотетической оси, не включенная в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры</li> </ul>
P90	<b>No spec: Thread cutting</b> Задана команда нарезания резьбы, не включенная в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P91	<b>No spec: Var lead threading</b> Задано нарезание резьбы с переменным шагом (G34), не включённое в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P93	<b>Illegal pitch vaule</b> Шаг резьбы задан неправильно при задании нарезания резьбы.	• Задать нарезание резьбы с правильным заданием шага резьбы.
P100	<b>No spec: Cylindric interpolat</b> Задана команда цилиндрической интерполяции, не включенная в спецификацию.	• Проверить параметры.
P110	<b>Plane select during figure rot</b> Задан выбор плоскости (G17/G18/G19) во время вращения фигуры.	• Проверить программу обработки.
P111	<b>Plane selected while coord rot</b> Задан выбор плоскости (G17, G18 и G19) при активной команде поворота координат (G68).	• Перед заданием команд выбора плоскости задать G68, а затем G69 (отмена поворота координат).
P112	<b>Plane selected while R compen</b> • Задана команда выбора плоскости (G17, G18, G19) при активной команде коррекции на радиус инструмента (G41, G42) или на радиус при вершине (G41, G42, G46). • Задана команда выбора плоскости, когда коррекция на радиус вершины завершена, но команда перемещения после команды G40 отсутствует, т.е. коррекция не отменена	• Задать команду выбора плоскости после отмены коррекции на радиус или на радиус при вершине (после задания команды перемещения после команды отмены G40).
P113	<b>Illegal plane select</b> Ось при задании дуги не лежит в выбранной плоскости.	• Задать круговую интерполяцию в выбранной плоскости.
P120	<b>No spec: Feed per rotation</b> Задана оборотная подача (G95), не включённая в спецификацию.	• Проверить параметры.
P121	<b>F0 command during arc modal</b> Задана подача F0 (в формате F1 задания скорости подачи) в модальном режиме дуги (G02/G03).	• Проверить программу обработки.
P122	<b>No spec: Auto corner override</b> Задана команда автоматической коррекции подачи на углах (G62), не включенная в спецификацию.	• Проверить параметры. • Удалить из программы команду G62.
P123	<b>No spec: High-accuracy control</b> Задана команда высокоточного управления, не включённая в спецификацию.	• Проверить параметры.
P124	<b>No spec: Inverse time feed</b> Отсутствует опция обратного отсчёта времени.	• Проверить параметры.
P125	<b>G93 mode error</b> • Задана недопустимая команда в режиме G93. • Команда G93 задана в режиме, для которого недопустим обратный отсчёт времени	• Проверить программу обработки.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P126</b>	<b>Invalid cmnd in high-accuracy</b> Недопустимая команда задана в режиме высокоточного управления: • G-команда из группы 13; • Фрезерная, цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат.	• Проверить программу обработки.
<b>P127</b>	<b>No spec: SSS Control</b> Включен параметр SSS-управления, не включенный в спецификацию.	• Проверить параметры. При отсутствии SSS-управления в спецификации системы задать 0 в параметре #8090 SSS ON.
<b>P130</b>	<b>2nd M function code illegal</b> Адрес 2-й вспомогательной функции, заданный в программе, не соответствует адресу, заданному в параметре.	• Проверить и исправить в программе адрес 2-й вспомогательной функции.
<b>P131</b>	<b>No spec: Cnst surface ctrl G96</b> (Нет постоянной скорости резания) Задана команда постоянной скорости резания (G96), отсутствующая в спецификации.	• Проверить параметры. • Отмените команду G96 командой G97.
<b>P132</b>	<b>Spindle rotation speed S=0</b> Нет команды скорости вращения шпинделя.	• Проверить программу.
<b>P133</b>	<b>Illegal P-No. G96</b> Неправильно задана ось для постоянной скорости резания.	• Проверить параметр оси с постоянной скоростью резания.
<b>P140</b>	<b>No spec: Pos compen cmd</b> Не доступны параметры для команды компенсации позиции (G45 – G48),	• Проверить программу.
<b>P141</b>	<b>Pos compen during rotation</b> Задана компенсация позиции во время вращения фигуры или вращения координат.	• Проверить программу.
<b>P142</b>	<b>Pos compen invalid arc</b> Задана недопустимая команда компенсации позиции дуги.	• Проверить программу.
<b>P150</b>	<b>No spec: Nose R compensation</b> • Отсутствуют параметры коррекции на радиус инструмента при задании команд G41 и G42. • Отсутствуют параметры коррекции на радиус вершины инструмента при задании команд G41, G42 и G46.	• Проверить параметры.
<b>P151</b>	<b>Radius compen during arc mode</b> Команда коррекции радиуса (G40, G41, G42, G43, G44, G46) задается одновременно с круговой интерполяцией (G02, G03).	• Задать линейную интерполяцию (G01) или позиционирование (G00) в кадре задания или отмены коррекции. (Задать модальный режим линейной интерполяции.)

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P152</b>	<b>No intersection</b> Функция исключения зарезов детали при коррекции на радиус (G41 или G42) или на радиус вершины инструмента (G41, G42 или G46) не может определить точку пересечения после пропуска одного кадра.	• Исправить программу.
<b>P153</b>	<b>Compensation interference</b> Высокая величина зареза при выполнении коррекции на радиус (G41 или G42) или на радиус вершины инструмента (G41, G42 или G46).	• Исправить программу.
<b>P154</b>	<b>No spec: 3D compensation</b> Задана трёхмерная коррекция, не включенная в спецификацию.	• Проверить параметры.
<b>P155</b>	<b>Fixed cус exec during compen</b> Задан постоянный цикл в режиме коррекции радиуса.	• Действует режим коррекции радиуса при задании постоянного цикла, поэтому необходимо задать отмену коррекции радиуса (G40).
<b>P156</b>	<b>R compen direction not defined</b> В начале коррекции радиуса вершины (G46) направление коррекции не может быть определено при использовании текущего вектора.	• Изменить вектор на такой, при котором направление коррекции может быть определено. • Выбрать инструмент с другой точкой вершины.
<b>P157</b>	<b>R compen direction changed</b> Во время коррекции радиуса вершины (G46) направление коррекции сменилось на противоположное.	• Заменить команду G на такую, которая позволяет производить реверс направления коррекции (G00, G28, G30, G33, или G53). • Выбрать инструмент с другой точкой вершины. • Установить в 1 параметр"#8106 G46 NO REVERSE" для игнорирования ошибки при реверсе.
<b>P158</b>	<b>Illegal tip point</b> При коррекции G46, недопустимое задание точки вершины (должно быть 1 - 8).	• Установить для номера точки вершины корректное значение.
<b>P170</b>	<b>No offset number</b> Номер коррекции (DOO, TOO, HOO) не задан при задании команды коррекции радиуса (G41, G42, G43, G46). Или номер коррекции больше допустимого.	• Ввести номер коррекции в кадр задания коррекции. • Проверить допустимое количество корректоров и задать номер коррекции в разрешенных пределах.
<b>P171</b>	<b>No spec:Comp input by prog G10</b> Задан ввод данных коррекции в программе (G10), не включенный в спецификацию.	• Проверить параметры.
<b>P172</b>	<b>G10 L number error</b> (G10 ошибка L-номера) Команда L некорректна при задании команды G10.	• Проверить адрес задания L в команде G10 и исправить номер.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P173	<b>G10 P number error</b> (Ошибка коррекции G10) При задании команды G10 указан номер коррекции за пределами допустимых номеров.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить допустимое количество корректоров и для адреса P задать значение в разрешенных пределах.</li> </ul>
P174	<b>No spec:Comp input by prog G11</b> Отмена ввода данных коррекции в программе (G11) задана при отсутствии в спецификации программного ввода данных коррекции	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить параметры.</li> </ul>
P177	<b>Tool life count active</b> Произведена попытка регистрации данных управления ресурсом стойкости резца по команде G10 при разрешающем счет использования сигнале.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Данные управления ресурсом стойкости резца не могут регистрироваться при выполнении счета использования. Сигнал разрешения счета необходимо снять.</li> </ul>
P178	<b>Tool life data entry over</b> Количество групп регистрации, общее количество зарегистрированных инструментов или количество регистраций в группе превысили диапазон, заданный параметрами.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить количество регистраций.</li> </ul>
P179	<b>Illegal group No.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>При регистрации данных управления ресурсом стойкости инструмента по G10, задан повторно номер группы.</li> <li>№ группы, который не был зарегистрирован, задан при T□□□□99.</li> <li>M-функция должна быть задана как отдельная команда, но в одном и том же кадре с ней присутствует другая M-функция.</li> <li>M-функции одной группы заданы в одном кадре.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Номер группы не может задаваться повторно. Данные следует регистрировать в отдельных группах.</li> <li>Исправить на правильный номер группы.</li> </ul>
P180	<b>No spec: Drilling cycle</b> Не определены параметры для заданных постоянных циклов (G72 -G89).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить параметры.</li> <li>Исправить программу.</li> </ul>
P181	<b>No spindle command (Tap cycle)</b> Нет задания скорости вращения шпинделя в постоянном цикле сверления. S-команда типа "S*****" отсутствует в кадре синхронного нарезания метчиком.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Задать команду скорости вращения шпинделя (S) при задании постоянного цикла сверления G84, G74 (G84, G88).</li> <li>Задать S-команду вида "S*****".</li> </ul>
P182	<b>Synchronous tap error</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Нет связи с главным шпинделем.</li> <li>Задано синхронное нарезание метчиком для шпинделя, подключенного не последовательно, в режиме управления несколькими шпинделями I.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить соединение с главным шпинделем.</li> <li>Проверить энкодер главного шпинделя.</li> <li>Задать 1 в параметре #3024 (sout).</li> </ul>
P183	<b>No pitch/thread number</b> Величина шага или количество шагов резьбы не были заданы в постоянном цикле сверления или нарезания резьбы метчиком.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Задать величину или количество нитей резьбы командами F или E.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P184</b>	<b>Pitch/thread number error</b> • Величина шага или количество нитей резьбы на дюйм являются некорректными в постоянном цикле сверления или нарезания резьбы метчиком. • Величина шага слишком мала для скорости вращения шпинделя.	• Проверить величину или количество нитей на дюйм.
<b>P185</b>	<b>No spec: Sync tapping cycle</b> Задан цикл синхронного нарезания метчиком (G84/G74), который отсутствует в спецификации.	• Проверить параметры.
<b>P186</b>	<b>Illegal S cmdnd in synchro tap</b> Задана команда S в модальном режиме синхронного нарезания метчиком.	• Отменить синхронное нарезание метчиком перед заданием S-команды.
<b>P190</b>	<b>No spec: Turning cycle</b> Задан токарный цикл обработки, но этот цикл не включен в спецификацию.	• Проверить параметры. • Удалить команду токарного цикла.
<b>P191</b>	<b>Taper length error</b> В постоянном токарном цикле обработки заданная длина конического участка является некорректной.	• Значение радиуса при задании постоянного токарного цикла должно быть меньше чем величина смещения оси.
<b>P192</b>	<b>Chamfering error</b> Задание снятия фаски в цикле нарезания резьбы является некорректным.	• Задать величину фаски, не выходящую за пределы.
<b>P200</b>	<b>No spec: MRC cycle</b> Задан смешанный постоянный токарный цикл I (G70 - G73), но этот цикл не включен в спецификацию.	• Проверить параметры.
<b>P201</b>	<b>Program error (MRC)</b> • При вызове в смешанном постоянном цикле I подпрограмма содержала хотя бы одну из следующих команд: • Команда возврата к исходной точке (G27, G28, G29, G30) • Нарезание резьбы (G33, G34) • Функция измерения (G31, G31.n) • Первый кадр с движением в программе конечной формы в постоянном цикле содержит задание круга.	• Удалить следующие G - команды из подпрограммы, которая вызывается в постоянном цикле I (G70 - G73) : G27, G28, G29, G30, G31, G33, G34, G-функцию постоянного цикла. • Удалить G2 и G3 из первого кадра с движением в программе конечной формы в постоянном цикле I.
<b>P202</b>	<b>Block over (MRC)</b> Количество кадров в программе формообразования постоянного смешанного цикла I превышает 50 или 200 (различно в зависимости от модели).	• Задать 50 или меньше. Количество кадров в программе формообразования, вызываемой при постоянном цикле I (G70 - G73), должно быть меньше 50 или 200 (различно в зависимости от опции).

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P203	<b>D cmnd figure error (MRC)</b> Программа формообразования смешанного постоянного цикла I (G70 - G73) выполнить обработку, так как задана нестандартная форма.	• Проверить программу формообразования постоянного цикла I (G70 - G73).
P204	<b>E cmnd fixed cycle error</b> Некорректное значение при задании смешанного постоянного цикла (G70 - G76).	• Проверить значения при задании смешанного постоянного цикла (G70 - G76).
P210	<b>No spec: Pattern cycle</b> Задана команда смешанного постоянного цикла токарной обработки II (G74 – G76), для которой не заданы параметры.	• Проверить параметры.
P220	<b>No spec: Special fixed cycle</b> Недоступны параметры специального постоянного цикла.	• Проверить параметры.
P221	<b>No. of special fixed holes = 0</b> 0 задан для количества отверстий в режиме специального постоянного цикла.	• Исправить программу.
P222	<b>G36 angle error</b> В команде G36 задан 0 для угловых интервалов.	• Исправить программу.
P223	<b>G12/G13 radius error</b> Значение радиуса, заданное в командах G12 или G13, меньше величины коррекции.	• Исправить программу.
P224	<b>No spec: Circular (G12/G13)</b> Отсутствуют параметры круга.	• Проверить параметры.
P230	<b>Subprogram nesting over</b> • Подпрограмма вызывалась непрерывно 8 и более раз из подпрограммы. • Программа на сервере данных содержит команду M198. • Программа на IC-карте вызывалась более одного раза (программа на IC-карте может быть вызвана только один раз).	• Проверить количество вызовов подпрограммы и исправить его таким образом, чтобы оно не превышало 8 раз.
P231	<b>No sequence No.</b> Во время вызова подпрограммы номер последовательности, задаваемый при возврате из подпрограммы или задаваемый при помощи GOTO, не был задан.	• Задать номера последовательности в кадре вызова подпрограммы.
P232	<b>No program No.</b> • При вызове программы обработки она не была найдена. • Имя файла программы, зарегистрированной на IC-карте не соответствует O №.	• Ввести программу обработки. • Проверить параметры накопителя для хранения подпрограмм. • Убедиться, что внешнее устройство (включая IC-карту), содержащее файл, установлено корректно и работает.
P235	<b>Program editing</b> Попытка выполнить команду из файла, открытого для редактирования.	• Выполнить программу еще раз после завершения редактирования файла.
P240	<b>Program editing</b> Попытка выполнить команду из файла, открытого для редактирования.	• Проверить параметры.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P241	<b>No variable No.</b> Номер заданной переменной превышает максимально допустимый номер.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> <li>• Проверить номер переменной в программе.</li> </ul>
P242	<b>= not defined at vrble set</b> Знак "=" не был задан при определении переменной.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задать знак "=" при программном определении переменной.</li> </ul>
P243	<b>Can't use variables</b> Неверная переменная была задана в левой или правой части операционного выражения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Исправить программу.</li> </ul>
P244	<b>Invalid set date or time</b> Дата или время были заданы раньше, чем текущие дата и время в системных переменных (#3011, #3012).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дата или время не могут быть изменены.</li> <li>• Исправить программу.</li> </ul>
P250	<b>No spec: Figure rotation</b> Задано вращение фигуры (M98 I_J_P_H_L_) при отсутствии соответствующей спецификации.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P251	<b>Figure rotation overlapped</b> Задано вращение фигуры во время вращения фигуры.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверьте программу.</li> </ul>
P252	<b>Coord rotate in fig. rotation</b> Задана команда вращения координат (G68, G69) во время вращения фигуры	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перепроверьте программу.</li> </ul>
P260	<b>No spec: Coordinates rotation</b> Была задана команда поворота координат, но эта команда не включена в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P270	<b>No spec: User macro</b> Задан макропараметр, не включенный в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P271	<b>No spec: Macro interrupt</b> Задана команда макропрерывания, не включенная в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P272	<b>NC and macro texts in a block</b> Оператор и макрооператор присутствуют в одном кадре.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Исправить программу и поместить оператор выполнения программы и макрооператор в отдельные кадры.</li> </ul>
P273	<b>Macro call nesting over</b> Количество вложений макровывозов превышает допустимое значение.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Исправить программу таким образом, чтобы макровывозы не превышали предельное значение спецификации.</li> </ul>
P275	<b>Macro argument over</b> Количество наборов макровывоза аргумента типа II превышает предельное значение.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Исправить программу.</li> </ul>
P276	<b>Illegal G67 command</b> Задана команда G67, хотя не было модального режима команды G66.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Исправить программу.</li> <li>• Команда G67 является командой отмены вызова, поэтому сначала должна быть задана команда G66 перед ее заданием.</li> </ul>
P277	<b>Macro alarm message</b> Аварийное сообщение задано в #3000.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Смотри операционные сообщения в меню DIAG.</li> <li>• Смотри инструкции по эксплуатации, изданную производителем станка.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P280	<b>Brackets [ ] nesting over</b> Количество скобок "[ " или " ]", которое может быть задано в одном кадре, превысило пять.	• Исправить программу таким образом, чтобы количество скобок "[ " или " ]" не превышало пяти.
P281	<b>Brackets [ ] not paired</b> Количество скобок "[ " и " ]", заданных в одном кадре, не совпадает.	• Исправить программу таким образом, чтобы скобки "[ " и " ]" соответствовали по парам.
P282	<b>Calculation impossible</b> Некорректная арифметическая формула.	• Пересмотреть программу и исправить формулу.
P283	<b>Divided by zero</b> Знаменатель при делении равен нулю.	• Исправить программу таким образом, чтобы знаменатель при делении в формуле был равен нулю.
P290	<b>IF sentence error</b> Ошибка в условном операторе IF GOTO□.	• Исправить программу.
P291	<b>WHILE sentence error</b> Ошибка в условном операторе WHILE DO□-END□.	• Исправить программу.
P292	<b>SETVN sentence error</b> Ошибка в операторе SETVN□ при задании имени переменной.	• Исправить программу. • Количество символов в имени переменной оператора SETVN не должно превышать 7.
P293	<b>DO-END nesting over</b> Количество символов □ для DO-END□ в условном операторе WHILE DO□ - END□ превышает 27.	• Исправить программу таким образом, чтобы количество вложений операторов DO - END не превышало 27.
P294	<b>DO and END not paired</b> Команды DO и END не соответствуют попарно.	• Исправить программу таким образом, чтобы команды DO и END соответствовали друг другу попарно.
P295	<b>WHILE/GOTO in tape</b> Во время режима TAPE на ленте присутствует оператор WHILE или GOTO.	• В режиме TAPE программа, включающая оператор WHILE или GOTO, не может выполняться, поэтому активируется режим MEMORY.
P296	<b>No address (macro)</b> В макросе пользователя не задан требуемый адрес.	• Проверить программу.
P297	<b>Address-A error</b> Макрос пользователя не использует адрес A в качестве переменной.	• Проверить программу.
P298	<b>G200-G202 cmdn in tape</b> Макрос пользователя G200, G201 или G202 задан во время режима TAPE или MDI.	• Проверить программу.
P300	<b>Variable name illegal</b> Имена переменных заданы некорректно.	• Проверить имена переменных в программе и исправить их.
P301	<b>Variable name duplicated</b> Имя переменной используется повторно.	• Исправить программу таким образом, чтобы имя не повторялось.
P310	<b>Not use GMSTB macro code</b> Задан G-, M-, S-, T- или B-код макровывоза во время постоянного цикла.	• Проверить параметры. • Проверить программу.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P350	<b>No spec: Scaling command</b> Задана команда масштабирования (G50, G51), не включённая в спецификацию.	• Проверить параметры.
P360	<b>NO PROG.MIRR.</b> Команда зеркального отображения (G50.1 или G51.1) задана при отсутствии программируемых параметров зеркального отображения.	• Проверить параметры.
P370	<b>No spec: Facing t-post MR</b> Отсутствует спецификация зеркальности ведомого инструмента.	• Проверить параметры.
P371	<b>Facing t-post MR illegal</b> Задана зеркальность для оси, для которой действует внешний сигнал зеркальности или параметр зеркальности. Задана зеркальность для поворотной оси.	• Проверить параметры. • Проверить программу.
P380	<b>No spec: Corner R/C</b> Задана команда снятия фаски/скругления углов, не включенная в спецификацию.	• Проверить спецификацию. • Удалить команду снятия фаски/скругления углов из программы.
P381	<b>No spec: Arc R/C</b> Снятие фаски/скругление углов II задано в кадре с круговой интерполяцией, хотя снятие фаски/скругление углов II не поддерживается.	• Проверить спецификацию.
P382	<b>No corner movement</b> Кадр, следующий за кадром снятия фаски/скругления углов, не содержит команду перемещения.	• Вставить в кадр, следующий за кадром снятия фаски/скругления углов команду G01.
P383	<b>Corner movement short</b> Величина перемещения в кадре, задающем снятие фаски/скругление угла, меньше величины фаски.	• Сделать величину фаски/скругления угла меньше величины перемещения.
P384	<b>Corner next movement short</b> Величина перемещения в кадре, следующем за заданием снятия фаски/скругления угла, меньше величины фаски.	• Сделать величину фаски/скругления угла меньше величины перемещения.
P385	<b>Corner during G00/G33</b> Задание снятия фаски/скругления угла задано в модальном режиме G00 или G33.	• Проверить программу.
P390	<b>No spec: Geometric</b> Задана геометрическая команда, не включенная в геометрическую спецификацию.	• Проверить спецификацию.
P391	<b>No spec: Geometric arc</b> Отсутствуют геометрические функции IB	• Проверить спецификацию.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P392	<b>Angle &lt; 1 degree (GEOMT)</b> Угловая разница между геометрической линией и прямой менее 1 °.	• Исправить геометрический угол.
P393	<b>Inc value in 2nd block (GEOMT)</b> Второй геометрический кадр задан в инкрементном виде.	• Задать кадр в абсолютных значениях.
P394	<b>No linear move command (GEOMT)</b> Второй геометрический кадр не содержит линейную интерполяцию.	• Задать команду G01.
P395	<b>Illegal address (GEOMT)</b> Неверный формат при задании геометрической команды.	• Проверить программу.
P396	<b>Plane selected in GEOMT ctrl</b> Задана команда переключения плоскостей во время выполнения геометрической команды.	• Выполнить команду переключения плоскостей перед обработкой геометрической команды.
P397	<b>Arc error (GEOMT)</b> В геометрической команде IВ заданы дуга и прямая, которые не пересекаются и не касаются друг друга.	• Проверить геометрическую команду дуги, а также предшествующие и последующие команды.
P398	<b>No spec: Geometric1B</b> Задана геометрическая команда IВ, но она не включена в спецификацию.	• Проверить параметры.
P420	<b>No spec: Para input by program</b> Задан ввод параметров из программы (G10), хотя он не включен в спецификацию.	• Проверить спецификацию.
P421	<b>Parameter input error</b> • Неверный номер заданного параметра или заданные данные. • Введен неверный адрес команды G при вводе параметра. • Задается ввод параметра в модальном режиме постоянного цикла или во время коррекции радиуса вершины. • G10L50, G10L70, G11 заданы не в отдельных кадрах.	• Проверить программу.
P430	<b>R-pnt return incomplete</b> • Задано перемещение оси (не в исходное), хотя выход в исходную точку не выполнялся. • Задана команда для удаленной оси.	• Выполнить выход в исходную точку вручную. • Команда задана для оси, для которой задан режим удаления оси, поэтому задать отмену удаления оси.
P431	<b>No spec: 2,3,4th R-point ret</b> Задана команда возврата ко второй, третьей или четвертой исходной точке, хотя соответствующие командные параметры отсутствуют.	• Проверить параметры.
P432	<b>No spec: Start position return</b> Задан возврат в стартовую позицию (G29), хотя он не включен в спецификацию.	• Проверить спецификацию.
P433	<b>No spec: R-position check</b> Задан контроль выхода в исходное (G27), хотя он не включен в спецификацию.	• Проверить спецификацию.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P434</b>	<b>Compare error</b> Одна из осей не вышла в референтную точку при выполнении команды контроля выхода в исходное (G27).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить программу.</li> </ul>
<b>P435</b>	<b>G27 and M commands in a block</b> Команда M задана одновременно с заданием G27.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Команда M не может задаваться в одном кадре с G27, поэтому G27 и команда M должны задаваться в разных кадрах.</li> </ul>
<b>P436</b>	<b>G29 and M commands in a block</b> Команда M задана одновременно с заданием G29.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Команда M не может задаваться в одном кадре с G29, поэтому G29 и команда M должны задаваться в разных кадрах.</li> </ul>
<b>P438</b>	<b>G52 invalid during G54.1</b> Задана команда локальной системы координат во время выполнения команды G54.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пересмотреть программу.</li> </ul>
<b>P450</b>	<b>No spec: Chuck barrier</b> Задана запретная зона патрона (G22), хотя эта запретная зона не определена.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить спецификацию.</li> </ul>
<b>P451</b>	<b>No spec: Stroke chk bef travel</b> Задан контроль рабочей зоны (G22/G23) до перемещения, хотя он не включен в спецификацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить спецификацию.</li> </ul>
<b>P460</b>	<b>Tape I/O error</b> Возникла ошибка в считывающем устройстве с ленты или же в принтере во время печати.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить питание и кабельное соединение подключенных устройств.</li> <li>Проверить параметры устройства ввода/вывода.</li> </ul>
<b>P461</b>	<b>File I/O error</b> Файл программы обработки не может быть считан. IC-карта не установлена.	<ul style="list-style-type: none"> <li>В режиме MEMORY программы, сохраненные в памяти, могут быть уничтожены. Вывести все программы и данные по инструменту, после чего выполнить форматирование.</li> <li>Убедитесь в наличии внешнего устройства (IC-карта и т.п.), на котором хранится данный файл.</li> <li>Проверьте параметры операций с жесткими дисками или IC-картой.</li> </ul>
<b>P462</b>	<b>Computer link commu error</b> Возникла ошибка связи во время операции BTR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>"L01 Computer link error" будет отображаться одновременно на экране, поэтому следует принять меры в соответствии с номером ошибки.</li> </ul>
<b>P480</b>	<b>No spec: Milling</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Задано фрезерование, хотя оно не включено в спецификацию.</li> <li>Задана интерполяция полярных координат, хотя она не включена в спецификацию.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить спецификацию.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P481</b>	<b>Illegal G code (mill)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задан недопустимый код G во время режима фрезерования.</li> <li>• Задан недопустимый код G в режиме цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.</li> <li>• Задана команда G07.1 во время коррекции на радиус инструмента.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить программу.</li> </ul>
<b>P482</b>	<b>Illegal axis (mill)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задана команда для поворотной оси в режиме фрезерования.</li> <li>• Выполняется фрезерование, хотя для номера оси фрезерования задано недопустимое значение.</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат в режиме зеркальности.</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат до завершения коррекции инструмента после команды T.</li> <li>• Задана G07.1 в момент, когда цилиндрическая интерполяция невозможна (нет поворотной оси, включен внешний сигнал зеркальности).</li> <li>• В режиме цилиндрической интерполяции задана ось, не принадлежащая к осям цилиндрической системы координат.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить программу обработки, параметры и сигналы интерфейса PLC.</li> </ul>
<b>P484</b>	<b>R-pnt ret incomplete (mill)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задано перемещение для оси, которая не завершила выход в исходное в режиме фрезерования.</li> <li>• Задано перемещение для оси, которая не завершила выход в исходное в режиме цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнить вручную возврат в исходное положение.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P485</b>	<b>Illegal modal (mill)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Включен режим фрезерования во время коррекции на радиус резца или постоянства скорости резания.</li> <li>• Задана Т-команда в режиме фрезерования.</li> <li>• Переключен режим из фрезерования в токарный во время коррекции инструмента.</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат в режиме постоянства скорости резания (G96).</li> <li>• Задана недопустимая команда в режиме цилиндрической интерполяции.</li> <li>• Задана Т-команда в режиме цилиндрической интерполяции или интерполяции полярных координат.</li> <li>• Задана команда перемещения, когда плоскость еще не выбрана, непосредственно перед или после команды G07.1.</li> <li>• Задана команда выбора плоскости в режиме интерполяции полярных координат.</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат во время коррекции на радиус инструмента.</li> <li>• Задана плоскость G16, на которой радиус цилиндра равен 0.</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат во время программного вращения системы координат (G68).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить программу.</li> <li>• Задать G40 или G97 перед G12.1.</li> <li>• Задать Т-команду перед G12.1.</li> <li>• Задать G40 перед G13.1.</li> <li>• Задать значение радиуса цилиндра, отличное от нуля, или задать текущее значение координаты Х оси, отличное от нуля, перед заданием G12.1/G16.</li> </ul>
<b>P486</b>	<b>Milling error</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задана команда фрезерования в режиме зеркальности (когда включен параметр или внешний сигнал).</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция, интерполяция полярных координат или фрезерная интерполяция, в режиме зеркальности.</li> <li>• Задана цилиндрическая интерполяция или интерполяция полярных координат в режиме стандартного линейного управления.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить программу.</li> </ul>
<b>P511</b>	<b>Synchronization M code error</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• В одном кадре заданы два или более М-кодов синхронизации.</li> <li>• В одном кадре заданы М-код синхронизации и код «!».</li> <li>• Задана синхронизация по М-коду в 3-ем или выше каналах системы. (Синхронизация по М-коду действует только для 1-го или 2-го каналов системы).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить программу.</li> </ul>
<b>P550</b>	<b>No spec: G06.2(NURBS)</b> Отсутствует опция NURBS-интерполяции.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить спецификацию.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
P551	<b>G06.2 knot error</b> Значение (k) в команде пересечения меньше, чем значение в предыдущем кадре.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перепроверить программу.</li> <li>• Задать пересечение при помощи монотонного инкремента.</li> </ul>
P552	<b>Start point of 1st G06.2 err</b> Конечная точка кадра, предшествующего команде G06.2, и первое командное значение кадра G06.2 не совпадают.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Исправить программу.</li> </ul>
P554	<b>Invid manual interrupt in G6.2</b> Ручное прерывание возникло в режиме G06.2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнить ручное прерывание, когда режим G06.2 не действует.</li> </ul>
P555	<b>Invalid restart during G06.2</b> Попытка перезапуска программы с кадра в режиме G06.2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнить перезапуск с кадра, для которого режим G06.2 не действует.</li> </ul>
P600	<b>No spec: Auto TLM</b> Команда автоматического измерения длины инструмента (G37) выполнялась при отсутствии соответствующих параметров.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P601	<b>No spec: Skip</b> Команда измерения (G31) задана при отсутствии соответствующих параметров.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P602	<b>No spec: Multi skip</b> Комбинационная функция измерения (G31.1, G31.2 или G31.3) задана при отсутствии соответствующих параметров.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить параметры.</li> </ul>
P603	<b>Skip speed 0</b> Скорость измерения равна 0.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задать скорость измерения.</li> </ul>
P604	<b>TLM illegal axis</b> Не задана ось или заданы более чем одна ось в кадре автоматического измерения длины инструмента.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задать только одну ось.</li> </ul>
P605	<b>T &amp; TLM command in a block</b> Команда T задана в одном кадре с командой автоматического измерения длины инструмента.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задать команду T предварительно.</li> </ul>
P606	<b>T &amp; TLM command in a block</b> Команда T не задана при автоматическом измерении длины инструмента.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задать команду T предварительно.</li> </ul>
P607	<b>TLM illegal signal</b> До зоны, заданной D или параметром участка замедления d, произошло включение сигнала достижения позиции измерения. Сигнал остается отключенным до конца.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить программу.</li> </ul>
P608	<b>Skip during radius compen</b> Задана команда измерения при выполнении коррекции на радиус.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задать команду отмены коррекции на радиус (G40) или удалить команду измерения.</li> </ul>
P610	<b>Illegal parameter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Некорректное задание параметра.</li> <li>• Задана команда G114.1, если выбрана синхронизация шпинделей с помощью интерфейсного сигнала PLC.</li> <li>• Задана G113, когда опция полигонной обработки шпиндель-шпиндель отключена, и выбрана синхронизация шпинделей с помощью интерфейсного сигнала PLC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить, чтобы "#1549 lv0vR1" - "#1553 lv0vR5" были заданы в нисходящем порядке.</li> <li>• Проверить, чтобы "#1554 lv0rd2" to "#1557 lv0rd5" были заданы в нисходящем порядке.</li> <li>• Проверить и исправить "#1514 expLinux" и "#1515 expRotax".</li> <li>• Проверить программу.</li> <li>• Проверить параметр.</li> </ul>

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P611</b>	<b>No spec: Exponential function</b> Недоступна спецификация экспоненциальной интерполяции.	• Проверить спецификацию.
<b>P612</b>	<b>Exponential function error</b> Задана команда перемещения для экспоненциальной интерполяции в режиме зеркальности ведомого инструмента.	• Проверить программу.
<b>P700</b>	<b>Illegal command value</b> Синхронизация шпинделя задана для шпинделя, который не подключен последовательно.	• Проверить программу. • Проверить параметр.
<b>P900</b>	<b>No spec: Normal line control</b> Команда контроля нормальной линии (G40.1, G41.1, G42.1) была задана, хотя она не включена в спецификацию.	• Проверить спецификацию.
<b>P901</b>	<b>Normal line control axis G92</b> Задана команда предустановки системы координат (G92) для оси контроля нормальной линии в режиме контроля нормальной линии.	• Проверить программу
<b>P902</b>	<b>Normal line control axis error</b> • Линейная ось задана в качестве оси контроля нормальной линии. • Поворотная ось линейного типа II задана в качестве оси контроля нормальной линии. • Не задана ось контроля нормальной линии. • Ось контроля нормальной линии является осью выбора плоскости.	• Исправить задание оси контроля нормальной линии.
<b>P903</b>	<b>Plane chg in Normal line ctrl</b> Задана команда выбора плоскости (G17, G18, G19) в режиме контроля нормальной линии.	• Удалить команду выбора плоскости (G17, G18, G19) из программы.
<b>P920</b>	<b>No spec: 3D coord conv</b> Отсутствует спецификация преобразования трёхмерных координат.	• Проверить спецификацию.
<b>P921</b>	<b>Illegal G code at 3D coord</b> Задана G-команда, которая не может быть выполнена, в модальном режиме преобразования трёхмерных координат.	• Смотри «Системы ЧПУ Мицубиси. Серия 700/70. Руководство по программированию (версия обрабатывающего центра)» для подробностей по применению G-кодов. • Если базовый параметр "#1229 set01/bit3" включен, то его следует выключить или задать отмену режима постоянства скорости резания (G97).
<b>P922</b>	<b>Illegal mode at 3D coord</b> Задана команда преобразования трёхмерной системы координат в модальном режиме, в котором данная команда не может быть выполнена.	• Смотри «Системы ЧПУ Мицубиси. Серия 700/70. Руководство по программированию (версия обрабатывающего центра)» для подробностей по применению G-кодов.
<b>P923</b>	<b>Illegal addr in 3D coord blk</b> В одном кадре с G68 задан недопустимый код G.	• Смотри «Системы ЧПУ Мицубиси. Серия 700/70. Руководство по программированию (версия обрабатывающего центра)» для подробностей по применению G-кодов.

## Приложение 2. Ошибки программирования

№ ошибки	Подробное описание	Устранение
<b>P930</b>	<b>No spec: Tool axis compen</b> Задана команда смещения по длине инструмента по оси инструмента, хотя она не включена в спецификацию.	• Проверить спецификацию.
<b>P931</b>	<b>Executing tool axis compen</b> Задан недопустимый G-код во время смещения по длине по оси инструмента.	• Перепроверить программу
<b>P932</b>	<b>Rot axis parameter error</b> Ошибка при задании имени линейной оси и имени поворотной оси в конфигурационных параметрах поворотной оси.	• Установить корректные значения и произвести перезапуск.
<b>P940</b>	<b>No spec: Tool tip control</b> Контроль вершины инструмента не включен в спецификацию.	• Проверить спецификацию.
<b>P941</b>	<b>Invalid T tip control command</b> Задан контроль вершины инструмента в модальном режиме, для которого он невыполним.	• Перепроверить программу
<b>P942</b>	<b>Invalid cmdnd during T tip ctrl</b> Задан недопустимый код G в режиме контроля вершины инструмента.	• Перепроверить программу
<b>P943</b>	<b>Tool posture command illegal</b> В случае контроля вершины инструмента типа 1, если различаются знаки в конечной и начальной точках поворотной оси резца или поворотной оси стола, то в одном и том же кадре возникает вращение поворотной оси резца или поворотной оси стола в разных точках. В случае контроля вершины инструмента типа 2 команда вектора положения неправильная.	• Перепроверить программу
<b>P990</b>	<b>PREPRO error</b> Сложные команды, требующие предварительного считывания (коррекция радиуса вершины, снятие фаски/скругление углов, геометрическая команда I, геометрическая команда IB и смешанный постоянный цикл) образовали восемь и более кадров предварительного чтения.	• Уменьшить количество команд, требующих предварительного чтения, либо удалить данные команды.

## История исправлений

Дата исправления	№ документации	Подробности исправлений
Январь 2004	IB(NA)1500057-A	Выпущена первая редакция.
Сентябрь. 2004	IB(NA)1500057-B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Содержание было пересмотрено для соответствия программному обеспечению серии 700 ЧПУ Мицубиси версии А.</li> <li>• Раздел «2.1. Приращения вводимых команд» удален.</li> <li>• Раздел «2.2. Индексные приращения» добавлен.</li> <li>• Раздел «3.3. Функция проверки адреса программы». удален</li> <li>• Раздел «14.9. Простой возврат в исходную точку» удален.</li> <li>• Раздел «14.13. Система координат поворотной оси» добавлен.</li> <li>• Исправлены ошибки.</li> </ul>
Сентябрь. 2005	IB(NA)1500057-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Содержание было пересмотрено для соответствия программному обеспечению серии 700 ЧПУ Мицубиси версии В3.</li> <li>• Раздел «13.15. Программный ввод параметров» полностью пересмотрен.</li> <li>• Раздел «13.21. Двухканальный цикл синхронного нарезания резьбы (спец. формат MELDAS)» добавлен.</li> <li>• Раздел «Приложение 1. Соответствие номеров при программном вводе параметров». удален</li> <li>• Остальное содержимое было добавлено/пересмотрено/удалено в соответствии со спецификацией.</li> </ul>
Сентябрь 2006	IB(NA)1500057-D	<p>Содержимое было пересмотрено для соответствия программному обеспечению серии 700 ЧПУ Мицубиси версии D0.</p> <p>Содержимое было пересмотрено для соответствия программному обеспечению серии 70 ЧПУ Мицубиси версии A0.</p> <p>Столбец «Раздел» добавлен в «3.7. Списки G-кодов».</p> <p>Добавлен алфавитный указатель.</p> <p>Исправлены ошибки.</p>

## **Примечание**

Издателем была предпринята попытка приведения в соответствие содержания настоящей инструкции с самыми последними версиями программного обеспечения и аппаратных устройств. Однако, разумеется, следует понимать, что в некоторых случаях невозможно синхронное согласование самых последних версий..

При возникновении вопросов и комментариев по эксплуатации данного изделия следует обращаться к Вашему дилеру компании Mitsubishi Electric.

## **Тиражирование запрещено**

Запрещается любого рода частичное или полное тиражирование данного руководства по эксплуатации без письменного согласия компании Mitsubishi Electric Corporation.

© 2003 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION ВСЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ



Модель	Серия 700/70
Код модели	008-292
№ инструкции.	IB-1500057 (RUS)

Спецификации могут быть изменены без предупреждения.